

## I. WSTĘP

**Atmosfera** jest "płaszczem", który chroni życie na Ziemi od środowiska kosmosu. Dostarcza ona dwutlenku węgla dla fotosyntezujących roślin i tlenu do oddychania, dostarcza azotu, który wiążą bakterie, przenosi wodę z oceanu na ląd, działając jako skraplacz przy olbrzymim oddziaływaniu sił Słońca. Niestety **jest też nośnikiem wielu zanieczyszczeń**, poczynając od dwutlenku siarki, aż do antropogenicznych aerozoli. Pełni ona wiele funkcji ochronnych, gdyż absorbuje dużą część promieniowania kosmicznego, promieniowanie elektromagnetyczne, transmituje promieniowanie w zakresie 300-2500 nm (część ultrafioletu, widzialne i podczerwień) oraz od 0,01-40 $\mu$ m (fale radiowe), nie przepuszcza szkodliwego promieniowania ultrafioletowego poniżej 300nm, pełni rolę stabilizatora ciepła i zapobiega znaczącym wahaniom temperatur.

**Głównymi składnikami suchego powietrza są: azot~78%, tlen~21%, argon~1%, dwutlenek węgla ~0,03%**. Podstawowy skład powietrza przy powierzchni Ziemi jest na ogół stały. Zmiany te w nieznaczny sposób wpływają na zawartość azotu i tlenu. **Powietrze wokół Ziemi stanowi skomplikowany chemicznie system**. *Wiele reakcji chemicznych przebiegających w atmosferze jest niezbędnych dla życia, ale **działalność człowieka burzy równowagę** tych procesów, wprowadzając obce dla danego środowiska substancje, tworząc mieszaninę związków odbiegającą od naturalnego składu powietrza. Substancje te ulegają przemianom, tworzą nowe związki chemiczne, które opadają na ląd i do wód powierzchniowych z deszczami i opadem suchym. Część z nich opada w pobliżu źródła emisji, inne przenoszone są w masach powietrza na tysiące kilometrów.*

Do oceny stanu czystości powietrza atmosferycznego służą pomiary stężeń zanieczyszczeń. Pomiary takie wykonuje się w różnych odległościach od źródeł emisji a także w gazach opuszczających źródło.

Klasyczny pomiar stężeń zanieczyszczeń składa się z trzech zasadniczych etapów:

1. poboru próbki zanieczyszczeń,
2. analizy ilościowej próbki,
3. przeliczenia wyników analiz na wymagane jednostki.

Od poprawnego wykonania każdego z tych etapów zależy dokładność końcowego wyniku pomiaru, a szczególnie ważny jest dokładny i reprezentatywny pobór.

Ze znanych metod poboru zanieczyszczeń największe znaczenie mają dwie: aspiracyjna i izolacyjna. O zastosowaniu tych metod decyduje stopień zanieczyszczenia powietrza oraz metoda analizy, którą stosuje się do ilościowej oceny zanieczyszczeń.

Stosuje się ją w razie małego stężenia zanieczyszczeń w miejscach poboru.

Zasadą tej metody jest przepuszczanie znanej objętości badanego powietrza przez odpowiednio dobrane ciekłe lub stałe substancje pochłaniające zwane sorbentami.

Podczas poboru prób, oznaczana substancja łączy się z sorbentem w wyniku zjawisk fizycznych: rozpuszczanie, adsorpcja, absorpcja, chemisorpcja oraz reakcji chemicznych. Przy wyborze sorbentu należy pamiętać, że powinien on wykazywać odpowiednie powinowactwo do badanej substancji, spełniającej także warunek selektywności. Na dokładność poboru próbki zanieczyszczeń metodą aspiracyjną wpływają: szybkość przepływu powietrza przez sorbent, zjawisko aeracji (wtórne wymywanie zanieczyszczenia z roztworu strumieniem powietrza), ilość przepuszczonego powietrza.

Jeśli oznaczana substancja występuje w powietrzu w postaci gazu lub par, to pochłanianie jej w większości przypadków odbywa się w sorbencie ciekłym. Jeżeli zaś jest ona w postaci ciekłego lub stałego aerozolu (dym, mgła, obłok), to pobór prób odbywa się z zastosowaniem sorbentu stałego lub ciekłego.

### **Podział adsorbentów stałych ze względu na porowatość**

**Adsorbenty nieporowate** - mają one niewielką powierzchnię właściwą, rzadko przewyższającą 10 m<sup>2</sup>/g. Najczęściej powierzchnia ta wynosi od 0,1 do 1 m<sup>2</sup>/g. Należą do nich:

- sadza grafitowana,
- BaSO<sub>4</sub>,
- aerożele krzemionkowe.

**Adsorbenty porowate** - ciała stałe o powierzchniach właściwych od setek do tysiąca m<sup>2</sup>/g. Adsorbenty takie stosuje się w postaci ziarnistej (tabletki, granulki, kulki) w celu nadania im odpowiedniej wytrzymałości i zmniejszenia oporu w stosunku do strumienia gazu lub cieczy. Rozmiary ziaren wynoszą najczęściej od 0,1 do 2 mm. Wyróżniamy wśród nich:

- żele krzemionkowe,
- uwodniony Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- węgle aktywne,
- sita molekularne (zeolity),
- szkła porowate.

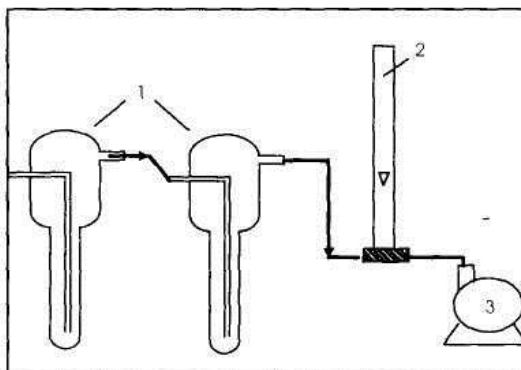
Zdolność sorpcyjna substancji zależy:

- od jej polarności,
- wielkości cząsteczki,
- prężności par.

***Związki polarne łatwiej adsorbują się na sorbentach polarnych np. na węglu aktywnym, zaś***

**związki niepolarne na sorbentach niepolarnych takich jak żel krzemionkowy.**

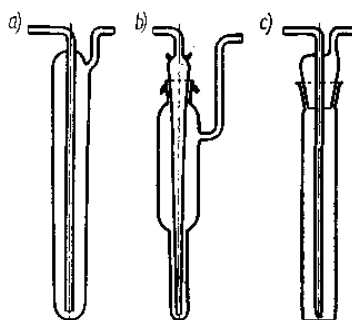
W skład zestawu aparatury stosowanej do poboru próbek zanieczyszczeń powietrza metodą aspiracyjną wchodzi: pochłaniacze z sorbentami, przyrządy do wyznaczania objętości przepuszczonego powietrza, urządzenia zasysające powietrze.



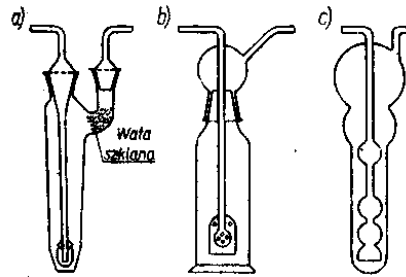
**Rysunek. Zestaw do pobierania próbek powietrza:** 1 - pochłaniacz (płuczka lub rurka), 2 - rotametr, 3 - pompa ssąca

Sorbenty ciekłe obejmują różnorodność roztworów pochłaniających, dobieranych w zależności od rodzaju badanej substancji. Przykładowo sorbentem ciekłym dla amoniaku jest woda lub kwas, dla  $\text{SO}_2$  roztwór jodu lub roztwór tetrachlorortęcianu sodu.

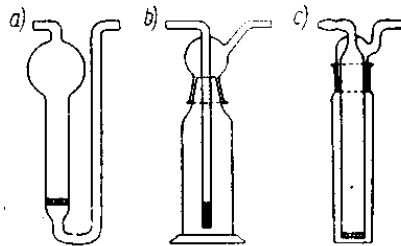
Najczęściej stosowanym rodzajem pochłaniaczy są płuczki, zaś do najczęściej stosowanych przyrządów mierzących objętość gazu należą gazomierze wodne lub gazomierze suche i rotametry. Rotametry działają na zasadzie ustalenia się poziomu pływaka we wznoszącym się strumieniu gazu. Pływak jest umieszczony w rurce, a wysokość jego wznosu zależy od natężenia przepływu gazu, na rurze rotametru jest podziałka (w  $\text{m}^3/\text{h}$ ).



**Rysunek. Płuczki belkotkowe:** a) płuczka **Petriego**, b) płuczka **Poleżajewa**, c) płuczka zalecona przez Sekcję Toksykologii i Higieny Przemysłowej



**Rysunek. Płuczki belkotkowe specjalne** a) płuczka Gage'a, b) płuczka „petticoat”, c) płuczka Rychtera



**Rysunek. Płuczki ze szkłem porowatym** a) płuczka z przegrodą porowatą, b) płuczka z belkotką porowatą, c) płuczka zalecona przez Instytut Pracy i Chorób Zawodowych w Pradze

Wydajność pochłaniania substancji jest tym większa, im mniejsza jest cząstkowa prężność pary substancji pochłanianej nad roztworem w płuczce w porównaniu z prężnością w otaczającym powietrzu.

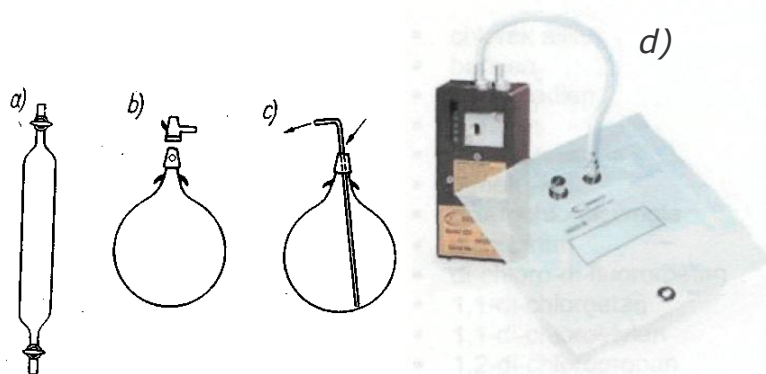
Powiększenie wydajności można uzyskać przez:

- chłodzenie płuczki,
- zmniejszenie objętości pobieranego powietrza,
- zwiększenie wysokości słupa cieczy pochłaniającej ,
- zastosowanie kilku płuczek połączonych szeregowo.

## B. METODA IZOLACYJNA

Stosuje się ją w razie występowania dużych stężeń zanieczyszczeń. Metoda ta polega na pobraniu do naczynia określonej objętości powietrza, którą następnie poddaje się analizie.

Do pobrania próby powietrza omawianą metodą służą tzw. pipety próżniowe. Są to szklane lub metalowe rury o różnych objętościach, zakończone kranami na szlif lub teflonowymi albo węzami gumowymi z zaciskiem. Przed pobraniem próby należy w pipecie wytworzyć podciśnienie wypompowując powietrze pompą próżniową. Taką pipetę przenosi się na miejsce poboru prób, otwiera krany, a po wypełnieniu powietrzem zamyka i zawartość pipety poddaje analizie.



**Rysunek. Pojemnik do pobierania próbek powietrza:** a - pipeta gazowa, b,c - butle szklane (flaszka *Shepherd*), d- worek teflonowy

Innym sposobem wytwarzania podciśnienia w pipecie jest opróżnianie jej z wody, którą wcześniej musi być napełniona.

### C. METODY POBORU PRÓBEK POWIETRZA ZAWIERAJĄCEGO ZANIECZYSZCZENIA PYŁOWE.

Pomiar stopnia zapylenia może odbywać się za pomocą różnego rodzaju pyłomierzy oraz filtrów mierniczych. Ilość wydzielonego pyłu powinna wynosić minimum 50 mg, a więc ze względu na zakres mierniczy przez filtr należy przepuścić 10-3300m<sup>3</sup> powietrza.

Air Sampler jest najczęściej używaną ssawą. Przyrząd ten umożliwia zasysanie powietrza z natężeniem około 1,8 m<sup>3</sup>/min, co przy 24 - godzinnym okresie pomiaru odpowiada około 2600 m<sup>3</sup>. Poprzez odpowiedni dobór filtru można wydzielać z powietrza ziarna pyłu do 0,01 um. Filtr pomiarowy należy przed pomiarem suszyć do stałej masy i wyznaczyć jego masę z dokładnością 0,1 mg.

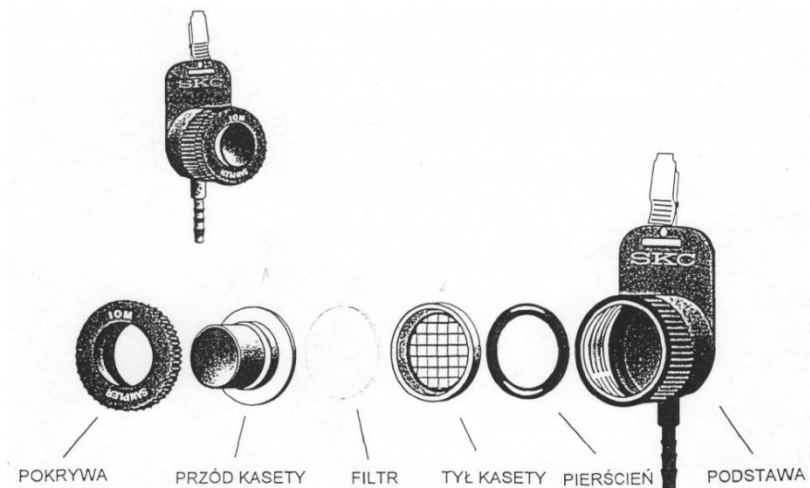
Oprócz pyłu, który stanowi zanieczyszczenie pierwotne podobnie oznacza się aerozole atmosferyczne.

Oprócz pomiarów stopnia zapylenia, cząstki aerozolu poddaje się separacji. Ze względu na kontrolę zanieczyszczeń środowiska, wystarczający jest podział cząstek na dwie frakcje. Przyjmuje się, że mniejsze cząstki zachowują się jak molekuly gazowe. W związku z tym ich prędkości opadania są małe i trudno poddają się wszelkim ruchom turbulencyjnym w atmosferze. Do oddzielania frakcji gruboziarnistej służą cyklony oraz płytki do osadzania cząstek pokryte substancjami lepкими. Duże zastosowanie w oddzielaniu frakcji mają impaktory kaskadowe.

Cyklony są bardziej łatwe do obsługi i mają dość prostą konstrukcję. Służą one do wstępnego rozdziału cząstek z pobieranej próbki powietrza.

Innym rodzajem przyrządów służących do separacji aerozolu atmosferycznego są próbniki dychotomiczne. Próbnik dwufiltrowy jest jego przykładem. Składa się on z filtru wstępnego o





**Rysunek. Budowa głowicy do poboru pyłu całkowitego metodą dozymetrii indywidualnej (Głowica IOM)**

Rysunek powyżej ilustruje części składowe próbnika oraz sposób ich montażu. Pomijając konstrukcję kasetową próbnik traktowany jest w sposób identyczny jak głowica siedmiootworowa lub głowica otwarta. W celu założenia filtra, należy odkręcić pokrywę czołową. Kasetę może teraz zostać wyjęta przez delikatne wyciągnięcie ku przodowi. Jej obie połowy są połączone zatrzaskiem i mogą być rozdzielone po delikatnym podważeniu. Po rozdzieleniu, filtr może zostać umieszczony w tylnej połowie, na siatce wspierającej. Zamocuj połowę czołową w tylnej i upewnij się, że obie zostały prawidłowo połączone. Następnie kasetę jest na powrót umieszczona w obudowie próbnika, a płyta czołowa dokręcona. Razem z próbnikiem, dostarczana jest wkładka siedmiootworowa. Pozwala ona na modyfikację próbnika do innego typu próbnika. W celu użycia jako głowicy siedmiootworowej, zdejm pokrywę czołową i kasetę. Rozdziel obie części kasety i umieść tylną na pierścieniu samouszczelniającym w obudowie. Następnie filtr jest umieszczony na siatce wspierającej i wybrana przez próbkującego wkładka jest dokręcona. Użycie nadmiernej siły może spowodować uszkodzenie filtra.

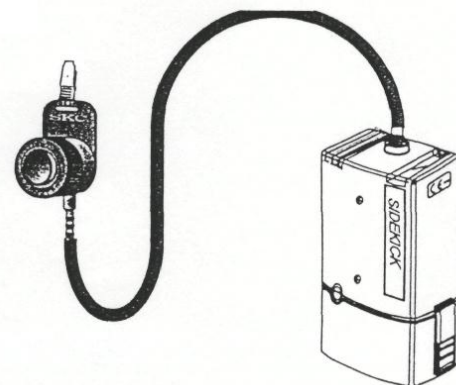
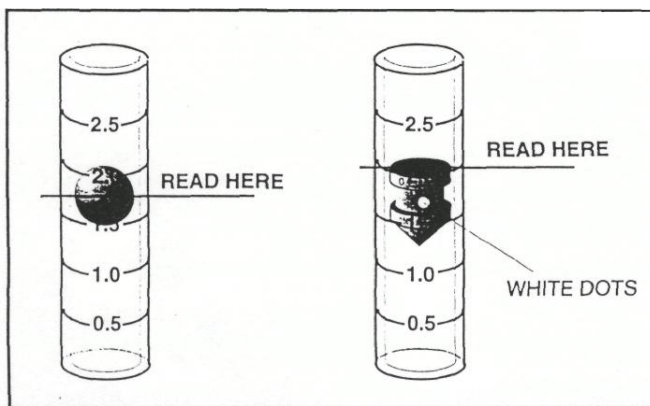
#### II.1.1 PRÓBKOWANIE PYŁU WDYCHANEGO PRZY ZASTOSOWANIU GŁOWICY IOM

1. Złóż do kasety IOM filtr uprzednio nieważony. Umieść kasetę w obudowie próbnika i dokręć pokrywę czołową.
2. Połącz, za pomocą dostarczonej plastikowej rurki, głowicę IOM z filtrem papierowym wewnątrz z wlotem pompy próbkującej. Króciec rurki wlotowej Sidekicka, skierowany ku górze, może być zlokalizowany na górnej części powierzchni pompy.



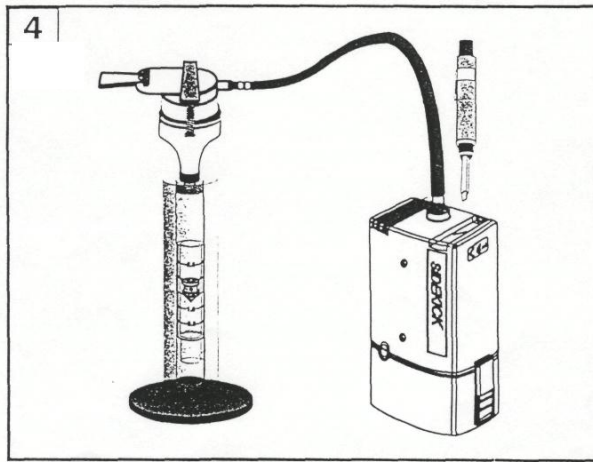
### 3. Użyj rotametu do ustawienia przepływu.

Rotametr jest to skalowana rurka szklana z pływakem lub kulką wewnątrz, zamocowana na podstawie lub w stojaku. W rotametrach używane są dwa rodzaje pływaków. Prawidłowy odczyt ich wskazań zależy od typu pływaka. Jeżeli mamy **rotametr z kulką** to odczyt musi być dokonywany na wysokości środka kulki, jeżeli zaś jest to **rotametr z pływakim** to odczyt musi być dokonywany na wysokości **górnjej powierzchni**. Patrz rysunek obok. Pływak ma zwykle trzy białe kropki na boku. Ich obecność ma na celu ułatwienie spostrzeżenia wirowania pływaka w strumieniu powietrza i pozwala wzrokowo zaobserwować, że nie dotyka on ścianek rurki, co mogłoby wpłynąć na dokładność odczytu.



4. Głowica IOM z filtrem jest następnie wciśnięta w piankowe uszczelnienie, w górnej części rotametu, zapewniając szczelne połączenie. Przepływ jest regulowany, za pomocą zestawu narzędziowego, poprzez pokręcanie śrubą regulatora przepływu. Jest ona zlokalizowana pod zatrzaskiem, w dolnej części przezroczystej osłony w górnej części pompy. Podczas poruszania śrubą powinna następować zmiana położenia pływaka lub kulki wewnątrz rurki szklanej. Gdyby nie miało to miejsca, to należy sprawdzić system pod względem przecieków lub zatorów. Jednym z powszechnie występujących powodów braku przepływu, bywa użycie, zamiast filtra (normalnie koloru białego), papierków (zwykle niebieskich) rozdzielających filtry w pudełkach. Po ustawieniu przepływu na pożądanym poziomie, próbnik należy wyłączyć.





5. Zastąp papierowy filtr filtrem uprzednio zważonym. Sprawdź ponownie przepływ z zamocowanym, uprzednio zważonym filtrem i dokonaj korekty końcowej potrzebnej do ustawienia przepływu na pożądanym poziomie. Zaleca się aby zostało to wykonane tak szybko jak to możliwe, dla uniknięcia możliwości zbierania czegokolwiek co mogłoby mieć wpływ na odczyt końcowy. Zestaw głowicy IOM z filtrem winien być teraz zamknięty dostarczoną pokrywką i jest gotowy do przeniesienia do miejsca pracy.

6. Z pokrywką nadal założoną na głowicy z filtrem, załóż instrument na osobie poddawanej badaniu. Głowica winna być założona tak blisko strefy oddychania jak to tylko praktyczne i wygodne. Pompa może być albo przypięta do paska lub umieszczona w torbie.

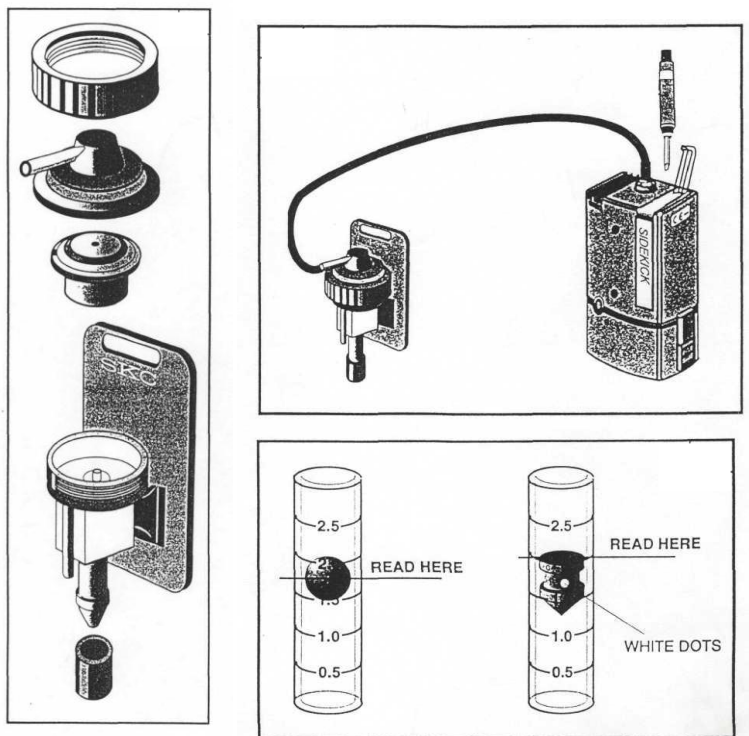
**UWAGA:** Rurka łącząca może stwarzać pewne zagrożenie, jeżeli pozwoli jej się przesunąć w sposób podobny do krawata. Należy podjąć kroki zabezpieczające osobę badaną poprzez ograniczenie ruchu rurki w taki sposób aby nie mogła ona zostać wciągnięta do jakiegokolwiek urządzenia. Po wygodnym zamocowaniu pompy na osobie badanej, zdejm pokrywkę głowicy IOM i włącz pompę.



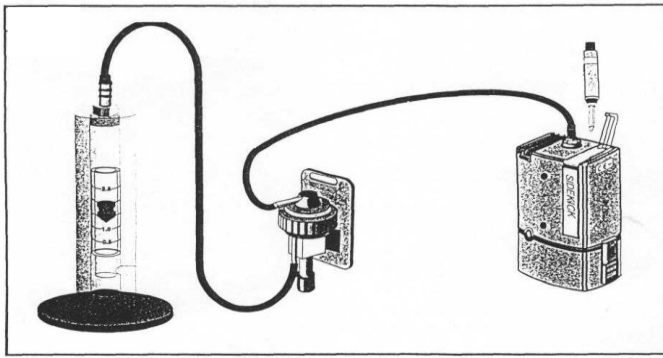
## II.1.2 PRÓBKOWANIE PYŁU WDYCHANEGO PRZY ZASTOSOWANIU CYKLONU

Za pył respirabilny uważa się cząstki stałe o rozmiarach poniżej 7 mikronów. Pył o takich rozmiarach jest normalnie niewidoczny gołym okiem. Pył pochłaniany może przedostawać się głęboko do płuc i nie jest wydalany w trakcie wydechów, kaszlu lub wydalania śluzu płucnego. Tendencja do pozostawania w organizmie stwarza przesłanki do uważania tego pyłu za niebezpieczny.

**UWAGA! CYKLON WINIEN BYĆ STOSOWANY PRZY PRZEPŁYWIE 1.9 LITRA NA MINUTĘ**



1. Zamontuj filtr papierowy, uprzednio nieważony, w kasecie cyklonu w sposób pokazany na rysunku. Doświadczenie wykazało, że najłatwiejszym sposobem umieszczenia filtra w kasecie jest sposób następujący. Zdejmij wierzch i połóż na powierzchni napisami do dołu (tak aby przypominał płytkę miseczkę). Umieść siatkę wspierającą filtr w wierzchu, a na niej filtr. Delikatnie unieś ten zestaw i po wyrównaniu szczeliny z występem na dnie kasety zatrząśnij obie połowy razem. Złożenie kasety w powyższy sposób gwarantuje centralne umieszczenie filtra na siatce.
2. Umieść kasetę w cyklonie. UWAGA: kasetą jest montowana w sposób wyglądający do „góry nogami” z filtrem papierowym ku dołowi i siatką wspierającą ponad nim. Upewnij się, że pojemnik drobnych zanieczyszczeń mechanicznych jest zamontowany w dolnej części cyklonu.
3. Przyłącz cyklon do wlotu pompy próbkującej przy zastosowaniu dostarczonej, przezroczystej, plastikowej rurki. Króciec rurki wlotowej Sidekicka, skierowany ku górze, może być zlokalizowany na górnej części powierzchni pompy.
4. W celu ustawienia pożądanego przepływu, w tym przypadku 1.9 litra na minutę, należy zastosować zewnętrzne urządzenie kalibrujące takie jak rotametr lub przepływomierz bąbelkowy.

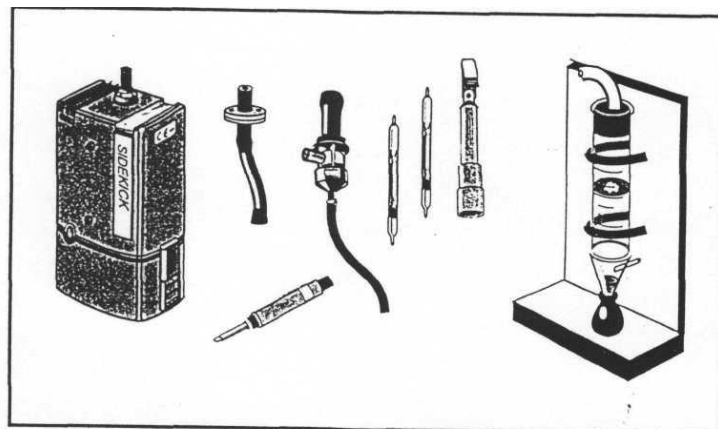


6. Zastąp papierowy filtr w kasecie cyklonu filtrem uprzednio zważonym i ponownie zamontuj ją w cyklonie. Sprawdź ponownie przepływ z zamocowanym, uprzednio zważonym filtrem i dokonaj korekty końcowej potrzebnej do ustawienia przepływu na pożądanym poziomie. Zaleca się aby zostało to wykonane tak szybko jak to możliwe, dla uniknięcia możliwości zbierania czegokolwiek co mogłoby mieć wpływ na odczyt końcowy. Sprzęt jest teraz gotowy do przeniesienia do miejsca pracy.

7. Załóż instrument na osobie poddawanej badaniu. Cyklon winien być założony tak blisko strefy oddychania jak to tylko praktyczne i wygodne. Pompa może być albo przypięta do paska lub umieszczona w torbie.

**UWAGA:** Rurka łącząca może stwarzać pewne zagrożenie, jeżeli pozwoli jej się przesunąć w sposób podobny do krawata. Należy podjąć kroki zabezpieczające osobę badaną poprzez ograniczenie ruchu rurki w taki sposób aby nie mogła ona zostać wciągnięta do jakiegokolwiek urządzenia.

### II.1.3 PRÓBKOWANIE PRÓBEK GAZOWYCH PRZY WYKORZYSTANIU RUREK SORPCYJNYCH

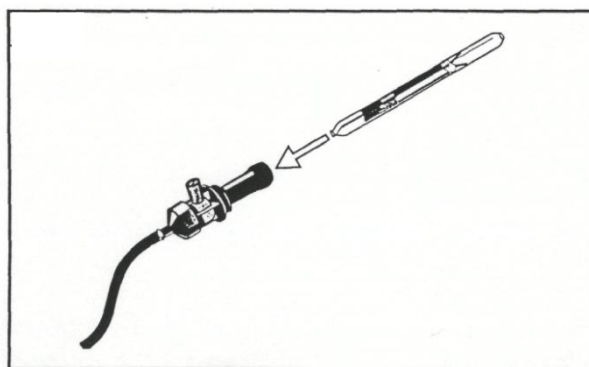


**Uwaga!** Pompa próbkująca musi pracować w trybie wysokiego przepływu w celu ustawienia przepływu przed przystosowaniem do pracy w trybie niskiego przepływu.

Jednostka CPC NIE powinna być przyłączana do wlotu pompy. Ustaw przepływ na 1.5 litra na minutę, dokonując regulacji śrubą regulacji przepływu w górnej części pompy. Po ustawieniu przepływu w TRYBIE PRZEPŁYWU WYSOKIEGO przyłącz jednostkę CPC. Krótki odcinek rurki, już przymocowany do jednostki CPC, winien być zamocowany na wlocie pompy. Powoduje to przejście pompy do pracy w trybie niskiego przepływu i umożliwia wykorzystanie łącznika niskoprzepływowego. Połączone łącznik niskoprzepływowo i uchwyt rurki są teraz przyłączone do wolnej strony jednostki CPC. W celu dodatkowego sprawdzenia połączeń, trzeba się upewnić, że oznakowana strona CPC winna być po stronie przyłączonej do połączonego łącznika niskoprzepływowego i uchwytu rurki.

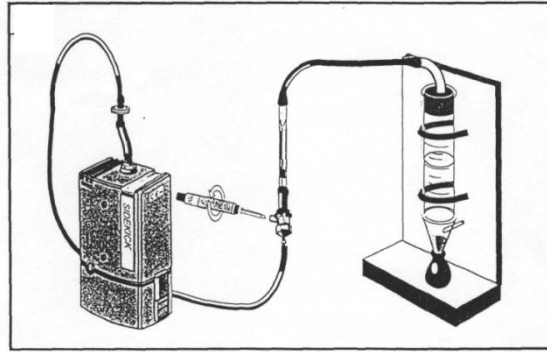
**UWAGA:** Śruba regulacji przepływu dla zastosowań niskoprzepływowo znajduje się na przedłużeniu boku łącznika niskoprzepływowo. NIE UŻYWAJ ŚRUBY REGULACJI PRZEPŁYWU NA POMPIE W TRAKCIE PRACY W TRYBIE NISKIEGO PRZEPŁYWU.

2. Weź jedną z rurek sorpcyjnych i odłóż oba końce. Umieść rurkę w krótkim czarnym gumowym węźle łącznika niskoprzepływowo.



3. W celu ustalenia sposobu zorientowania rurki, poszukaj strzałki na rurce szklanej. Gdy zostanie ona odnaleziona, winna być skierowana w kierunku pompy. Strzałka wskazuje kierunek przepływu powietrza. Jeżeli strzałka nie została umieszczona na rurce, to największa przestrzeń wypełniona powietrzem, lub niewypełniona część rurki winna być umieszczona po stronie oddalonej od pompy, ku atmosferze.

4. Ustawienie przepływu przy wykorzystaniu przepływomierza bąbelkowego. Należy korzystać ze wskazówek ustawienia i wykonywania pomiarów zawartych w instrukcji dostarczanej wraz z przepływomierzem. Po umieszczeniu rurki w łączniku niskoprzepływowym należy przyłączyć wolny koniec rurki sorpcyjnej do przepływomierza, w sposób przedstawiony na rysunku. Włącz pompę i gdy ona już pracuje wprowadź bąbelek do głównej rurki przepływomierza. Po dokonaniu pomiaru przepływ może, o ile jest to pożądane, być zmniejszony lub zwiększony poprzez obrót śruby na boku łącznika niskoprzepływowo przy pomocy śrubokręta. Po ustaleniu przepływu wyłącz pompę.



5. Rurka sorpcyjna wykorzystana do ustawienia przepływu jest następnie usunięta z uchwytu i zastąpiona czystą rurką mającą odłamane oba końce. Wystający koniec rurki winien być zamknięty przy pomocy jednego z czerwonych, plastikowych kapturków, do chwili zakończenia przygotowań do pobierania próby.

6. Załóż instrument na osobie poddawanej badaniu. Uchwyt rurki winien być założony tak blisko strefy oddychania jak to tylko praktyczne i wygodne. Pompa może być albo przypięta do paska lub umieszczona w torbie.

7. Po zakończeniu próbkowania, wyłącz pompę i odnotuj czas zakończenia próbkowania lub odczytaj czas z czasomierza. Czas, osoba, przepływ i inne ważne informacje dotyczące próbkowania winny być odnotowane i powiązane z rurką za pomocą numeru lub kodu.

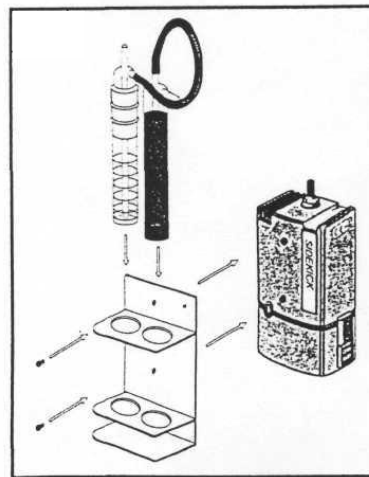
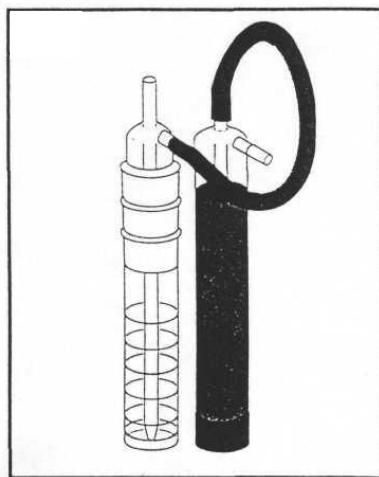
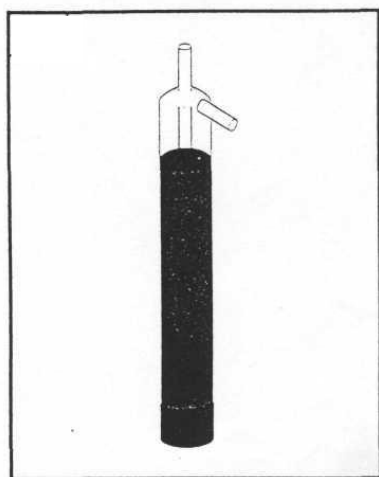
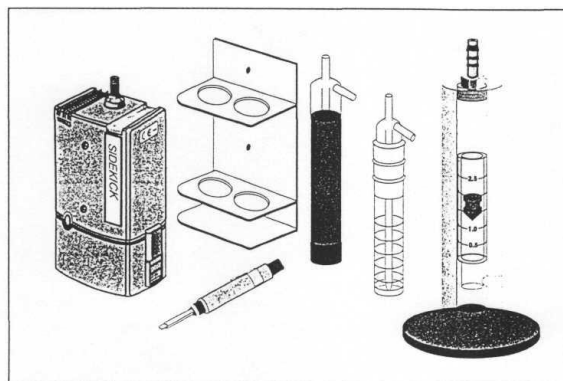
**WAŻNE.** Po wyjęciu rurki z uchwytu oba jej końce winny być natychmiast zamknięte za pomocą czerwonych, plastikowych kapturków.

#### II.1.4 POBIERANIE PRÓB GAZOWYCH PRZY WYKORZYSTANIU NACZYŃ ABSORPCYJNYCH

Naczynia absorpcyjne są typowo wykorzystywane przy przepływie 1 litr na minutę. Należy najpierw zdecydować czy wykonywać będziemy próbkowanie osobiste czy stacjonarne. W przypadku próbkowania osobistego potrzebne będą torba i ochronna pułapka szeregową (in-line), a przypadku statycznego statyw naczynia absorpcyjnego i szklana pułapka. UWAGA: Jakkolwiek próbkowanie osobiste jest metodą zalecaną przez HSE a dopuszczalne poziomy EH 40 oparte na ekspozycji osobistej, to należy się nieco zastanowić nad bezpieczeństwem umieszczenia (blisko badanego - przypisek tłumacz) naczynia szklanego napelnionego, w niektórych przypadkach, niebezpieczną cieczą. Być może bezpieczniejsze byłoby, według opinii autora, prowadzenie próbkowania stacjonarnego. Poniższy dział opisuje sposób pobierania próbek za pomocą naczyń absorpcyjnych w warunkach stacjonarnych, przy przepływie 1 litr na minutę. Jeżeli próbkowanie ma mieć charakter osobisty, to należy stosować liniową pułapkę wychwytyjącą i torbę do zamocowania wyposażenia na osobie badanej. *Szczegóły dotyczące próbkowania osobistego, wskazane w tekście, zapisano kursywą i zamieszczono w nawiasach.*

## Potrzebne wyposażenie:

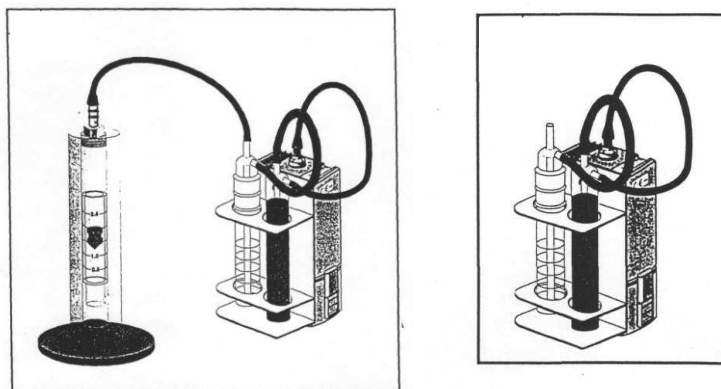
Pompa próbkująca (w pełni naładowana), naczynie absorpcyjne, pułapka wychwytyjąca naczynia absorpcyjnego, i sorbent pułapki, rurka łącząca, statyw lub uchwyt, przyrząd pomiaru przepływu w zakresie stosownym dla zastosowania, zestaw narzędziowy.



Proszę zajrzeć do działu E nt próbkowania za pomocą rurek sorpcyjnych. Zestaw do próbkowania przy pomocy naczynia absorpcyjnego przy niskich przepływach (<500 mL/min) jest identyczny, za wyjątkiem naczynia absorpcyjnego i zestawu pułapki wychwytyjącej, które zastępują rurkę sorpcyjną.

1. Napełnij pułapkę wychwytyjącą sorbentem do poziomu powyżej wszystkich otworów w rurce środkowej.
2. Połącz króciec rurkowy wystający z boku zamknięcia naczynia absorpcyjnego z króćcem rurkowym wystającym pionowo z pułapki.
3. Jeżeli stosować będziemy metodę próbkowania stacjonarnego, to przymocuj statyw dwoma śrubami do frontu pompy Sidekick. Umieść pułapkę i naczynie absorpcyjne w statywie.
4. Zdejm zamknięcie naczynia absorpcyjnego i napełnij je, do pożądanego poziomu, częścią cieczy stosowanej do próbkowania. Połącz rurką wlot pompy i króciec rurkowy wystający z boku pułapki.
5. Ustawienie przepływu. Ważne jest upewnienie się, że pompa próbkująca jest nastawiona na przepływ 1 litra na minutę **PRZED JEJ WŁĄCZENIEM**. Jeśli jest ona ustawiona na wyższy przepływ,

ciecz zawarta w naczyniu absorpcyjnym może zostać z niego wyciągnięta i wciągnięta do pułapki lub pompy. Połącz odcinkiem rurki naczynie absorpcyjne z przepływomierzem kalibracyjnym. Przy podłączaniu do rotametri potrzebny będzie adapter. Niektóre rotametry są dostarczane z gwintowanym króćcem rurkowym, który może być wkręcony do otworu w środku uszczelnienia piankowego. Rurka z naczynia absorpcyjnego może być następnie dołączona do takiego króćca. Ustaw przepływ kręcąc śrubą regulacyjną znajdującą się pod zatrzaskiem u dołu przezroczystej osłony na górze pompy. Poruszanie śrubą winno powodować zmianę położenia pływaka lub kulki w rurce szklanej rotametri. Jeśli nie ma to miejsca, to sprawdź układ na szczelność lub niedrożność. Po ustawieniu przepływu na pożądanym poziomie wyłącz pompę.



6. Po ustawieniu przepływu na pożądanym poziomie, ciecz w naczyniu absorpcyjnym winna zostać zastąpiona (do odpowiedniego poziomu napełnienia zgodnego ze stosowaną metodą) świeżą cieczą. Cały zestaw może być obecnie umieszczony w miejscu pracy i włączony. Należy zanotować czas. *(Zamocuj sprzęt na osobie badanej. Odcinek rurki winien przebiegać od naczynia absorpcyjnego do miejsca znajdującego się tak blisko strefy oddychania jak to tylko praktyczne i wygodne. Pompa może być przytroczona do paska lub umieszczona w torbie.*

**UWAGA:** Rurka łącząca może stwarzać pewne zagrożenie, jeżeli pozwoli jej się przesunąć w sposób podobny do krawata. Należy podjąć kroki zabezpieczające osobę badaną, poprzez ograniczenie ruchu rurki w taki sposób aby nie mogła ona zostać wciągnięta do jakiegokolwiek urządzenia. Po zadawalającym zamocowaniu pompy na osobie badanej może ona zostać włączona. **WAŻNE:** Czas rozpoczęcia próbkowania winien być odnotowany.

7. Ponieważ ciecz w naczyniu absorpcyjnym może stosunkowo szybko odparowywać dlatego naczynie musi być sprawdzane co 30-45 minut a ciecz uzupełniana tak by koniec pionowej rurki szklanej był zawsze przykryty cieczą.

8. Po zakończeniu próbkowania wyłącz pompę i odnotuj czas zakończenia. Czas, osoba, przepływ i inne ważne informacje dotyczące próby winny być odnotowane i powiązane z naczyniem absorpcyjnym za pomocą numeru lub kodu.

## II.1.5 POBÓR PRÓB Z WYKORZYSTANIEM WORKÓW

Zastosowanie worków teflonowych do poboru prób powietrza jest wygodnym oraz dokładnym sposobem pobierania różnego rodzaju substancji chemicznych unoszących się w powietrzu, które stanowią zagrożenie dla zdrowia człowieka.

Są to produkty wysokiej jakości, cieszące się uznaniem wśród licznego grona użytkowników na całym świecie.

Zgodnie z wieloma zatwierdzonymi metodykami worki są polecanym medium, na które



odbywa się pobór prób powietrza. Można ich również używać do określania wielkości szczytowych dotyczących koncentracji czynników szkodliwych w powietrzu podczas różnorodnych procesów lub emisji, jak również w warunkach, w których występują wycieki lub przecieki.

Poniżej znajduje się krótka lista właściwości jakimi charakteryzują się worki do poboru prób:

- nieprzepuszczalne dla większości gazów
- wykonane z obojętnego chemicznie materiału wysokiej jakości
- wytrzymałe, starannie wykonane zgrzewy
- materiały najwyższej czystości
- niemal zupełny brak „pamięci” z poprzednio pobieranego powietrza
- wytrzymałe, elastyczne, o wysokiej odporności na zmęczenie materiału
- szeroki zakres temperatur, w których mogą być stosowane: od -72°C do +107°C
- wybór do trzech rodzajów zaworów
- różne rozmiary i pojemności
- możliwość wykonania worków na specjalne zamówienie, wg życzeń użytkownika.

---

### NAPEŁNIANIE WORKÓW

Worki można napełniać bezpośrednio poprzez króciec wylotowy w jaki wyposażone są aspiratory uniwersalne serii EX (224-PCEX8) oraz aspiratory pracujące w zakresie niskich przepływów, serii Workhorse (z ang. „koń roboczy”).



W przypadku pozostałych modeli aspiratorów, które nie posiadają wbudowanego króćca wylotowego oraz gdy występuje ryzyko zabrudzenia wnętrza aspiratora zanieczyszczeniami zawieszonymi w pobieranym powietrzu, zaleca się



korzystanie z Vac-U-Chamber (na rysunku).

---

#### KILKA WSKAZÓWEK DOTYCZĄCYCH POBORU PRÓB Z UŻYCIEM WORKÓW

- do poboru prób z wykorzystaniem worków stosować należy wyłącznie wężyków teflonowych (różne średnice, w zależności od rodzaju złącza w workach)
- przed przystąpieniem do poboru próby worek powinien zostać przedmuchany oczyszczonym powietrzem lub azotem
- nie stosować worków do poboru wysoce reaktywnych lub niestabilnych związków chemicznych
- nie stosować worków do przetrzymywania w nich pobranych próbek przez dłuższy czas
- pobierając próbę pod kątem obecności związków chemicznych wrażliwych na światło należy korzystać z czarnych worków Tedlar
- do poboru próby zawierającej związki zredukowanej siarki firma SKC
- należy unikać nadmiernego napełniania worków. Worki powinny być napełniane maksymalnie do 80% ich maksymalnej pojemności. Pod koniec poboru próby należy wyłączyć aspirator i zamknąć zawór worka.

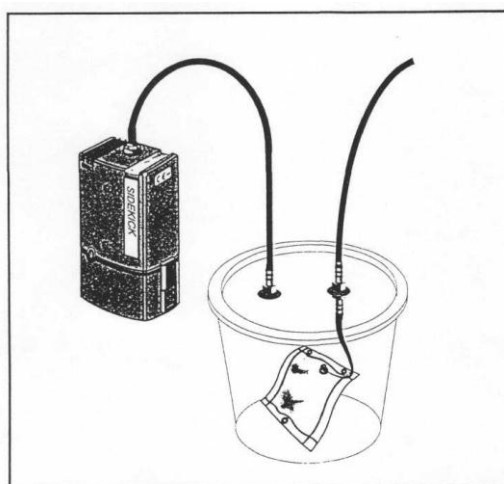
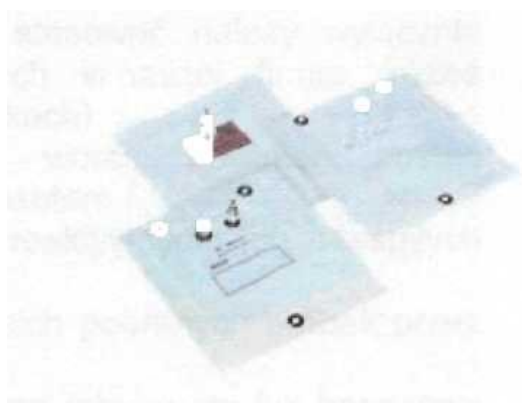
---

#### WYKONANIE POMIARU

1. Sprawdź czy pompa jest ustawiona w trybie WYSOKIEGO PRZEPŁYWU, upewniając się że jednostka CPC nie jest włączona do linii. Jeżeli pożądane jest próbkowanie w trybie niskiego przepływu, to zamontowane muszą być zarówno jednostka CPC jak i łącznik niskoprzepływowo.
2. Przed umieszczeniem worka w pojemniku, otwórz jego zawór. Zaciśnij rurkę z worka do atmosfery (lub punktu poboru próbki) w miejscu znajdującym się poza pojemnikiem.

3. Umieść worek w pojemniku i zamknij wieko.
4. Gdy jesteś gotowy do rozpoczęcia próbkowania zwolnij zacisk na rurce z torebki do atmosfery.
5. Włącz pompę.
6. Po pobraniu próbki wyłącz pompę i ponownie załóż klamrę zaciskową na rurce łączącej worek z atmosferą.
7. Wyjmij worek z pojemnika i zamknij zawór. Rurka z worka może być teraz odłączona bez niebezpieczeństwa utraty pobranej próbki powietrza.

Przy tej metodzie poboru nie można precyzyjnie określić objętości próby bez szeregowo włączonego przepływomierza. Szacunkowa objętość może być wyliczona z pomierzonego przepływu pompy oraz czasu próbkowania. Nie można jednak wykorzystywać takiego szacunku do obliczania dokładnych stężeń zanieczyszczeń.



## II.2 SELEKTOR CYKLONOWY MC-40

Selektor cyklonowy MC-40 przeznaczony jest do pomiarów stężenia pyłu respirabilnego w powietrzu, na stanowiskach pracy.

Zapyłone powietrze, zasysane w miejscu pomiaru za pomocą aspiratora AS-50, przechodzi kolejno przez cyklon stanowiący selektor wstępny cząstek w którym zatrzymują się, grube frakcje pyłu, a następnie przez filtr /umieszczony za selektorem/, na którym osadza się, pozostała respirabilna frakcja pyłu.

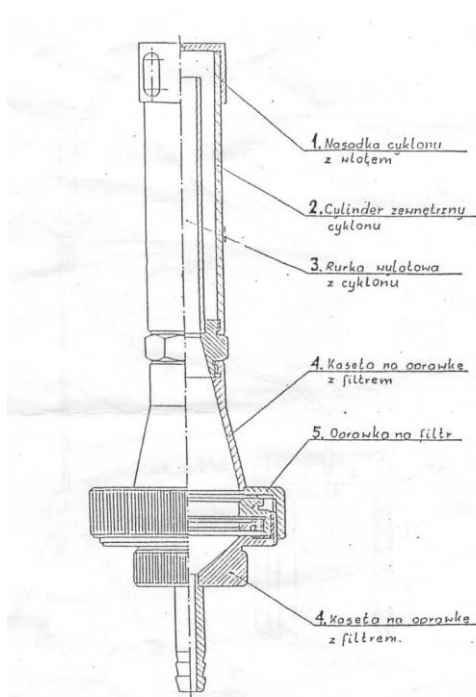
Zasysanie próbki zapyłonego powietrza przeprowadza się przez określony czas, ze stałym natężeniem przepływu, równym 40 l/min.

Masa pyłu osiadłego na filtrze wyznacza się jako przyrost masy filtru, ważonego przed i po pobraniu próbki.

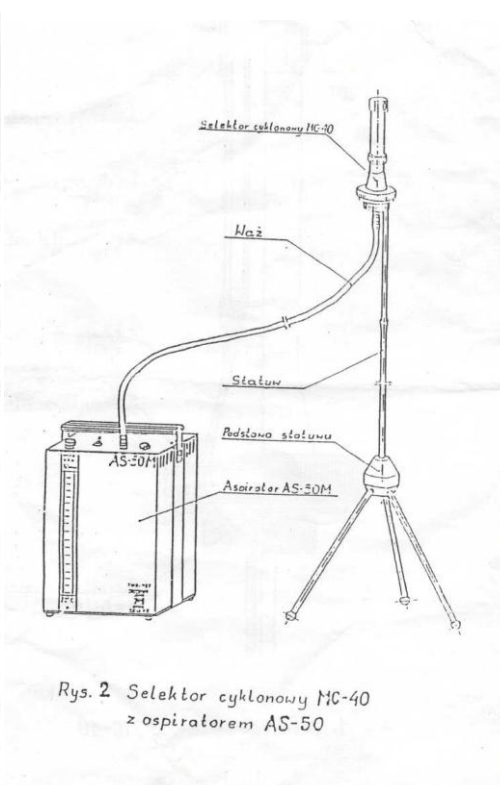
Stężenie pyłu respirabilnego w powietrzu oblicza się, jako stosunek wyznaczonej masy pyłu na filtrze do objętości zasśanego powietrza równej iloczynowi czasu pomiaru i natężenia przepływu.

Dla ewentualnego wyznaczenia stężenia, pyłu całkowitego, należy również wyznaczyć masę pyłu osiadłego w cyklonie, jako różnicę mas uzyskaną z ważenia cyklonu przed pobraniem i po pobraniu próby.

Schemat selektora przedstawiono na rys 1, zaś na rys. 2 podłączenie cyklonu do aspiratora AS 50.



Rys. 1. Selektor cyklonowy MC-40



Rys. 2 Selektor cyklonowy MC-40 z aspiratorem AS-50

## PRZYGOTOWANIE APARATU DO POMIARU

- Cyklon umyć i wysuszyć.
- Połączyć części składowe cyklonu; Zabezpieczyć do transportu
- Kasetę na oprawkę z filtrem transportować oddzielnie
- Filtr zważyć i unieść na siatce podtrzymującej w numerowanej oprawce
- Oprawki z filtrami transportowali na miejsce pomiaru, skręcone w postaci kolumny.

W miejscu pomiaru należy wykonać następujące czynności :

- oprawkę z filtrem unieście w kasecie, szczelnie dokręcić cyklon połączony z oprawką na filtr ustawić na statywie i połączyć wężem gumowym z aspiratorem
- w czasie pomiaru należy kontrolować i ewentualnie korygować natężenie przepływu aby, było stałe, równe 40 l/min.

#### III.1 SPOSÓB WYTWARZANIA WYPEŁNIENIA DO RUREK WSKAŹNIKOWYCH, SŁUŻĄCYCH DO OZNACZANIA STĘŻENIA GAZÓW TOKSYCZNYCH, **ZWŁASZCZA CHLORU I CHLOROWODORU** W POWIETRZU, SPALINACH I GAZACH POREAKCYJNYCH

Dotychczas znane rurki wskaźnikowe do oznaczania stężenia chloru albo chlorowodoru zawartego w powietrzu, spalinach lub gazach poreakcyjnych posiadają najczęściej wypełnienie reakcyjne w postaci żelu krzemionkowego nasyconego odpowiednim odczynnikiem, zaś miarą stężenia oznaczanego składnika jest długość zabarwionej lub odbarwionej części słupka wypełnienia. I tak znana jest rurka wskaźnikowa do oznaczania chloru, zawierająca żel krzemionkowy nasycony roztworem bromku, potasu, fluoresceiny i wodorotlenku potasu. Z patentu bułgarskiego nr 10596 znana jest rurka wskaźnikowa, w której żel krzemionkowy nasycony jest roztworem benzydyny i chlorku cynku. Rurki wskaźnikowe **firmy Drager** wypełnione są żelem nasyconym między innymi roztworem o-toluidyny. Opracowana przez J.E. Tyczkową oraz E.D. Filiańskiego metodą oznaczania chlorowodoru wykorzystuje rurkę wypełnioną czterema odczynnikami. Pierwszy z nich w postaci bezwodnego chlorku wapnia ma na celu osuszenie badanego gazu, drugi w postaci bromianu potasowego utlenia chlorowodór do chloru, trzecim odczynnikiem jest bromek potasu, wydzielający w reakcji z chorem brom, który dopiero reagując z fluoresceiną powoduje zmianę barwy, będącą miarą stężenia chlorowodoru w powietrzu.

Niedogodnością wyżej opisanych wypełnień jest konieczność nasycania żeli krzemionkowego złożonymi mieszaninami odczynników, które w wielostopniowych reakcjach wywołują zmiany barwy co znacznie obniża dokładność oznaczeń i wpływa na czasochłonność procesu pomiaru. Ponadto czułość i zakres wskazań zależą od sposobu przygotowania roztworów impregnujących.

Sposób wytwarzania wypełnienia do rurek wskaźnikowych według sposobu przedstawionego w tym ćwiczeniu polega na tym, że wysuszony w temperaturze 125°C żel krzemionkowy o rozmiarach ziaren 0,2 — 0,3 mm nasycy się roztworem czerwieni metylowej w rozpuszczalniku organicznym (alkohol metylowy), a następnie odparowuje się rozpuszczalnik pod zmniejszonym ciśnieniem i całość suszy w temperaturze 45°C.

Uzyskane wypełnienie charakteryzuje się zdolnością wskaźnikową równą objętości wypełnienia odbarwionego podczas przepuszczania próbki gazu zawierającej 100 mikrogramów chloru lub chlorowodoru.

W przypadku oznaczania stężenia chlorowodoru najpierw chlorowodór utlenia się do chloru, który następnie bezpośrednio reaguje z wypełnieniem wskaźnikowym.

Zaletą sposobu stosowanego w ćwiczeniu jest jego prostota, trwałość w czasie uzyskanego wypełnienia, możliwość regulowania zakresu wskazań rurki z wypełnieniem wskaźnikowym przez zmianę stężenia roztworu impregnującego żel krzemionkowy, możliwość oznaczania stężenia chloru i chlorowodoru obok siebie, jak również uzyskanie zmiany barwy wskaźnika w reakcji

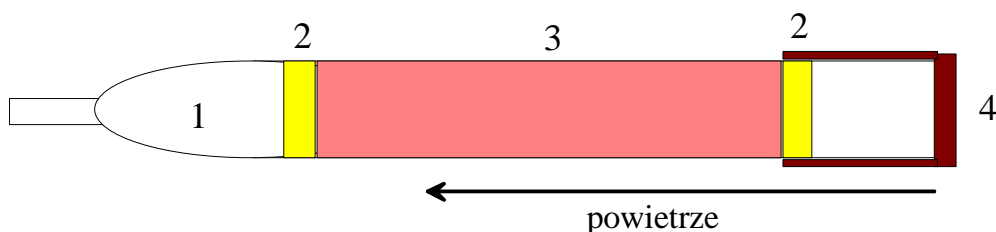
jednostopniowej w przypadku oznaczania chloru i dwustopniowej w przypadku oznaczania chlorowodoru.

#### ODCZYNNIKI I APARATURA:

- nasycony roztwór czerwieni metylowej w metanolu,
- metanol,
- żel krzemionkowy o rozmiarach ziaren 0,2-0,3 mm,
- rurka szklana o średnicy  $5 \div 7$  mm,
- włókna szklane (lub wata kosmetyczna),
- zatyczki gumowe,
- podstawowy sprzęt laboratoryjny,
- suszarka,

#### ETAPY WYKONANIA ĆWICZENIA

- 2 g żelu krzemionkowego odważonego w krystalizatorze suszyć w suszarce elektrycznej w temperaturze  $125^{\circ}\text{C}$  przez okres 20 minut,
- odpipetować  $1\text{ cm}^3$  nasyconego roztworu czerwieni metylowej do zlewki o objętości  $25\text{ cm}^3$ , a następnie rozcieńczyć roztwór czystym metanolem w stosunku 1:7,
- do schłodzonego do temperatury pokojowej żelu krzemionkowego otrzymanego w punkcie a). dodawać ciągle mieszając  $3,5\text{ cm}^3$  rozcieńczonego roztworu czerwieni metylowej i całość suszyć w temperaturze  $45^{\circ}\text{C}$  przez okres 30 minut.
- do rurki szklanej zatopionej z jednej strony wprowadzić kolejno: przegrodę z włókna szklanego (lub waty kosmetycznej), żel krzemionkowy, przegrodę oraz zatyczkę gumową.



**Rysunek. Rurka pochłaniająca:** 1 - rurka szklana z przewężeniem, 2 - przegrody z włókna szklanego (waty), 3 - warstwa sorbentu, 4 - zatyczka gumowa

#### WYKONANIE POMIARU

- Wykonać pomiar identyfikacyjny zawartości chlorowodoru w powietrzu w miejscu wskazanym przez prowadzącego zajęcia poprzez wykorzystanie pompki ręcznej do rurek wskaźnikowych firmy FASER. Zaciągnąć dwukrotnie badaną próbkę powietrza. Dokonać obserwacji zmian zabarwienia.
- Wykonać pomiar ilościowy zawartości chlorowodoru w tym samym miejscu co w p.1 stosując firmową rurkę wskaźnikową oraz pompkę firmy FASER zgodnie z instrukcją pomiaru.

### III.2 POBÓR PRÓBEK POWIETRZA NA ZAWARTOŚĆ CHLOROWODORU METODĄ ASPIRACYJNĄ

Metodę stosuje się do oznaczania stężenia chlorowodoru w powietrzu otaczającym stanowisko pracy. Analiza polega na przepuszczeniu znanej objętości powietrza przez płuczki z wodą. Do otrzymanego roztworu po pobraniu próbek powietrza dodaje się roztworu azotanu(V) srebra, który reaguje z zaabsorbowanym chlorowodorem. Wytworzona zawiesina chlorku srebra jest oznaczana turbidymetrycznie. Intensywność zmętnienia badanego roztworu wyznacza się z krzywej wzorcowej będącej zależnością natężenia światła rozproszonego od zawartości chlorków w roztworach wzorcowych.

#### ODCZYNNIKI I SPRZĘT POMOCNICZY

- aspirator do poboru próbek powietrza umożliwiający pobieranie próbek przy przepływie powietrza 1-20 l/min,
- rotometr,
- płuczki do pochłaniania gazu typu Poleżajewa o pojemności 25 ml,
- kolbki miarowe o pojemności 25 ml;
- woda redestylowana.

#### POBIERANIE PRÓBEK POWIETRZA

Przygotować zestaw do pomiaru stacjonarnej zawartości chlorowodoru w badanym powietrzu. W tym celu w miejscu pobierania próbki, przez dwie płuczki połączone szeregowo napełnione wodą destylowaną w ilości po 5 cm<sup>3</sup> każda, przepuścić 30 dm<sup>3</sup> badanego powietrza przy stałym przepływie 1 dm<sup>3</sup>/min.

Po zakończeniu poboru prób powietrza, roztwory z płuczek przenieść do butelki szklanej, płuczki przepłukać dwoma porcjami wody po 2 cm<sup>3</sup>, roztwory połączyć i dołączyć do roztworu macierzystego.

Butelkę szklaną opisać i wraz z roztworem pozostawić do badań w ramach przedmiotu "Analiza środowiska".

### III.3 POBÓR PRÓBEK POWIETRZA NA ZAWARTOŚĆ TLENKÓW AZOTU METODĄ ASPIRACYJNĄ

Opracowano szereg metod oznaczania NO<sub>2</sub> w powietrzu, polegających na oznaczaniu powstałych przy pobieraniu próbki azotynów i azotanów ( $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$ ). Najszersze zastosowanie posiadają metody: Saltzman, Jacobs'a-Hochheisera i ich modyfikacje.

**Zmodyfikowana metoda Jacobs'a-Hochheisera** polega na przepuszczeniu próbki powietrza przez roztwór wodorotlenku sodowego (zawierającego arsenin sodowy i kwas sulfanilowy) a

następnie oznaczeniu w nim azotynów. W wyniku działania jonów azotanowych na roztwór kwasu sulfanilowego tworzy się związek dwuazoniowy, który reaguje z roztworem chlorowodoru N-1-naftyloetylenodiaminy dając barwnik dwuazowy koloru różowego. Pomiarów absorbancji barwnego roztworu dokonuje się przy długości fali  $\lambda = 550 \text{ nm}$ .

---

#### ODCZYNNIKI I SPRZĘT POMOCNICZY

- **płyn pochłaniający:** do kolby miarowej o pojemności  $200 \text{ cm}^3$  odważyć 0,2 g arsenianu (III) sodu, 2g NaOH, 1,5g kwasu sulfanilowego. Wszystkie składniki rozpuścić w wodzie destylowanej i uzupełnić do kreski,
- aspirator,
- rotometr,
- płuczki,
- pipety,
- wyskalowane probówki o poj.  $10 \text{ cm}^3$ ,
- cylinder,
- zlewki,
- bagietki,
- strzykawki z igłą.

---


#### POBIERANIE PRÓBEK POWIETRZA

Przez dwie płuczki połączone szeregowo, zawierające po  $5 \text{ cm}^3$  płynu pochłaniającego, przepuszczać powietrze z szybkością  $10 \text{ dm}^3/\text{h}$  w ciągu 45 minut. Po pobraniu próbki przenieść zawartość płuczek do wyskalowanych probówek, przepłukać każdą płuczkę  $1 \text{ cm}^3$  wody destylowanej, zamknąć korkiem, opisać i pozostawić do badań w ramach przedmiotu "Analiza środowiska".

#### Literatura

1. O'Neill P., Chemia środowiska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
2. Ćwiczenia Laboratoryjne z Analizy Zanieczyszczeń Powietrza, UAM, Poznań 2008.
3. Gadzała-Kopciuch R., Buszewski B., Fizykochemiczne metody analizy w chemii środowiska, Toruń 2003.
4. Sadło S., Jaźwa A., Duda M., Ochrona Środowiska z elementami ochrony przyrody, Ćwiczenia laboratoryjne. Zamiejscowy Wydział Biotechnologii, Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów 2009.



	POLSKA NORMA	PN-69
	Szklany sprzęt laboratoryjny Płuczki bełkotkowe typu Poleżajewa zmodyfikowane	C-13046
		0812
Laboratory Glassware Gas washing bottle, Poleżajew	Verrerie de laboratoire Flacon laveur de Poleżajew	Стекло лабораторное Склянка для промывания газов типа Полежаева
		Grupa katalogowa VIII 12

### 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są szklane płuczki bełkotkowe do pochłaniania par i gazów typu Poleżajewa zmodyfikowane, stosowane przy oznaczaniu zawartości substancji szkodliwych w powietrzu.

#### 1.2. Normy związane

- PN-61/C-13005 Szklany sprzęt laboratoryjny. Wspólne wymagania i badania  
 PN-63/C-13011 Szlify stożkowe złącz szklanych  
 PN-66/S-13063 Badanie odporności szkła i wyrobów szklanych na nagłe zmiany temperatury  
 PN-67/S-13065 Szkło i wyroby szklane. Pomiar naprężeń  
 PN-65/S-13085 Odporność chemiczna szkła. Oznaczanie odporności szkła na działanie wody

### 2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

**2.1. Wielkości.** W zależności od stosowanej objętości roztworu pochłaniającego rozróżnia się dwie wielkości płuczek:

- płuczka mała do roztworu w ilości od 2 do 5 cm<sup>3</sup> (ml) - PM,  
 płuczka duża do roztworu w ilości ponad 5 do 20 cm<sup>3</sup> (ml) - PD.

**2.2. Przykład oznaczenia** płuczki małej:

PŁUCZKA PM PN-69/C-13046

### 3. WYMAGANIA

**3.1. Kształt i główne wymiary** w mm podano na rysunku i w tabelicy.

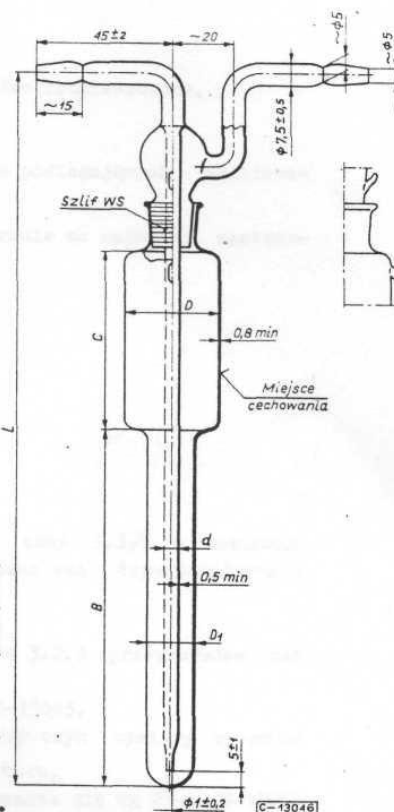
Wielkość płuczki	L	B	C
PM	190 ± 4	70 ± 2	60 ± 2
PD	240 ± 4	120 ± 2	60 ± 2


cd. tabelicy

Wielkość płuczki	D	D <sub>1</sub>	d	Szlif WS
PM	21 ± 1	10,5 ± 0,5	4,5 ± 0,5	14,5/23
PD	31,5 ± 1,5	16 ± 1	4,5 ± 0,5	14,5/23

#### 3.2. Materiał

**3.2.1. Rodzaje masy szklanej.** Płuczki powinny być wykonane z masy szklanej borowo-krzemowej. Po uzgodnieniu między dostawcą i zamawiającym dopuszcza się wykonanie płuczek z masy sodowo-wapniowej.



	POLSKA NORMA	PN-69 C-13047
	Szklany sprzęt laboratoryjny Płuczki bełkotkowe typu Zajcewa	0812
		Grupa katalogowa VIII 12
Laboratory glassware Gas washing bottle Zajcew	Verrerie de laboratoire Flacon laveur de Zajcew	Стекло лабораторное Склянки для промывания газов Зайцева

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są szklane płuczki bełkotkowe do pochłaniania par i gazów, typu Zajcewa, stosowane przy oznaczaniu zawartości substancji szkodliwych w powietrzu.

### 1.2. Normy związane

- PN-61/C-13003 Szklany sprzęt laboratoryjny. Wspólne wymagania i badania  
 PN-66/S-13063 Badanie odporności szkła i wyrobów szklanych na nagłe zmiany temperatury  
 PN-67/S-13065 Szkło i wyroby szklane. Pomiar naprężeń  
 PN-65/S-13085 Odporność chemiczna szkła. Oznaczenie odporności szkła na działanie wody

## 2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

**2.1. Wielkości.** W zależności od stosowanej objętości roztworu pochłaniającego rozróżnia się dwie wielkości płuczek:

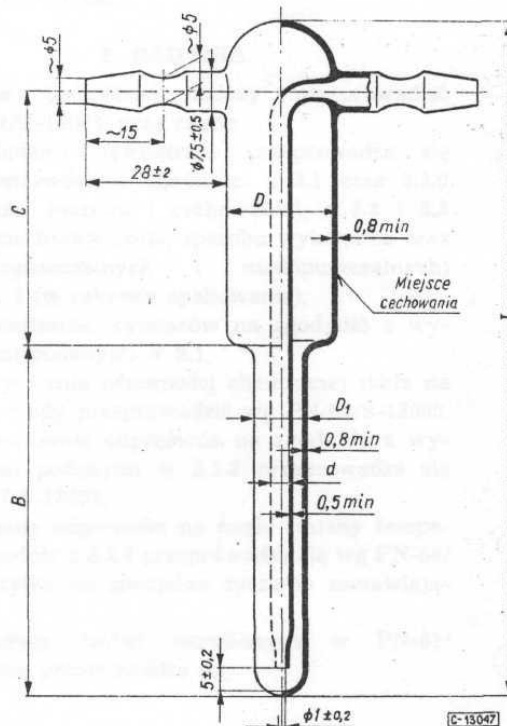
- ZM — płuczka mała do ilości roztworu od 2 do 5 cm<sup>3</sup> (ml),  
 ZD — płuczka duża do ilości roztworu powyżej 5 do 20 cm<sup>3</sup> (ml).

**2.2. Przykład oznaczenia płuczki małej:**


PŁUCZKA ZM PN-69/C-13047

## 3. WYMAGANIA

**3.1. Kształt i główne wymiary w mm** podano na rysunku i w tablicy.



Wielkość płuczki	L	B	C	D	D <sub>1</sub>	d
ZM	135 ± 3	70 ± 2	50 ± 1	21,5 ± 1	10,5 ± 0,5	4,5 ± 0,5
ZD	195 ± 3	120 ± 2	60 ± 1	31,5 ± 1	16 ± 1	4,5 ± 0,5

	POLSKA NORMA	PN-69 C-13048
	Szkłany sprzęt laboratoryjny Płuczki bełkotkowe ze szkłem spiekonym	0812
		Grupa katalogowa VIII 12
Laboratory glassware Gas washing bottle fitted with sintered glass	Verrerie de laboratoire Flacon laveur à verre fritté	Стекло лабораторное Склянки для промывания газов со спекаемым стеклом

**1. WSTĘP**

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są szklane płuczki bełkotkowe ze szkłem spiekonym do pochłaniania par i gazów, stosowane przy oznaczaniu zawartości substancji szkodliwych w powietrzu.

**1.2. Normy związane**

- PN-61/C-13003 Szkłany sprzęt laboratoryjny. Wspólne wymagania i badania
- PN-63/C-13011 Szlify stożkowe złącz szklanych
- PN-66/S-13063 Badanie odporności szkła i wyrobów szklanych na nagłe zmiany temperatury
- PN-67/S-13065 Szkło i wyroby szklane. Pomiar naprężeń
- PN-65/S-13085 Odporność chemiczna szkła. Oznaczanie odporności szkła na działanie wody

**2. PODZIAŁ I OZNACZENIE**

**2.1. Rodzaje.** W zależności od konstrukcji różni się dwa rodzaje płuczek:  
SZ - płuczka z dolnym wypływem (zwykłym),  
SO - płuczka z górnym wypływem (odwróconym).

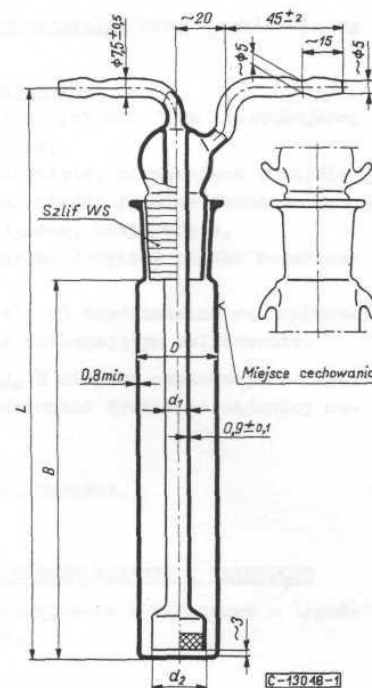
**2.2. Wielkości.** W zależności od stosowanej objętości roztworu pochłaniającego, płuczki rodzaju SZ dzielą się na dwie wielkości:  
płuczka mała do roztworu w ilości od 2 do 5 cm<sup>3</sup> (ml) - M,  
płuczka duża do roztworu w ilości powyżej 5 do 20 cm<sup>3</sup>(ml) - D.

**2.3. Przykład oznaczenia** płuczki małej z dolnym wypływem:

PŁUCZKA SZM PN-69/C-13048

**3. WYMAGANIA****3.1. Kształt i główne wymiary**

**3.1.1. Kształt i główne wymiary** w mm płuczek rodzaju SZ dla obu wielkości podano na rys. 1 i w tabelicy.



Rys. 1

Wielkość płuczki	L	B	d <sub>1</sub>	D	d <sub>2</sub>	Szlif WS
M	225±4	145±2	7,5±0,5	16±1	10,5±0,5	14,5/23
D	230±4	145±2	8,5±0,5	31,5±1,5	21±1	29,2/32