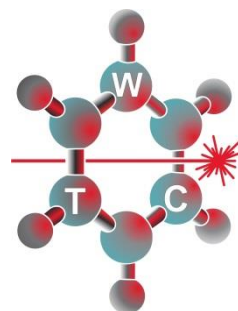




**LABORATORIUM
OCHRONA PRZED SKAŻENIAMI**



**INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO
BADANIE OBŁADOWANIA FILTRU
LUB FILTROPOCHŁANIACZA
AEROZOLEM CHLORKU SODU**

OGÓLNE WARUNKI BEZPIECZEŃSTWA W LABORATORIUM

- 1. Zakład Ochrony Dróg Oddechowych Wojskowego Instytutu Chemii i Radiometrii jest akredytowanym laboratorium prowadzącym badania w dziedzinie indywidualnych i zbiorowych środków ochrony przed skażeniami.**
- 2. Przed wejściem do laboratorium, studenci pozostawiają wierzchnie okrycia oraz teczkę w wyznaczonym miejscu.**
- 3. Przed rozpoczęciem zajęć należy zapoznać się z instrukcją przeciwpożarową znajdującą się w pomieszczeniu laboratoryjnym.**
- 4. Do pomieszczenia laboratoryjnego, studenci mogą wносить wyłącznie instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych, notatniki, kalkulatory oraz przybory do pisania.**
- 5. Z pomieszczeń laboratorium zabrania się wynoszenia lub przestawiania jakiegokolwiek aparatury lub wyposażenia.**
- 6. W pomieszczeniach laboratoryjnych zabrania się używać otwartych źródeł ognia, palenia tytoniu i spożywania posiłków.**
- 7. Wszystkie prace związane z uruchomieniem aparatury i oprzyrządowania stanowiska do badań można wykonywać jedynie pod nadzorem prowadzącego zajęcia.**
- 8. W czasie ćwiczenia, bez zezwolenia prowadzącego, nie wolno przemieszczać się na inne stanowiska badawcze lub do innych pomieszczeń laboratorium.**
- 9. Włączanie/wyłączanie aparatury oraz obsługiwanie się nią może odbywać się dopiero po dokładnym zapoznaniu się z instrukcją stanowiskową, procedurą badawczą oraz instrukcjami obsługi aparatury.**
- 10. Każde nieprzewidziane wydarzenie (praca z wodorem), wypadek oraz skaleczenie powinno być natychmiast zgłoszone prowadzącemu zajęcia.**
- 11. Ćwiczenie laboratoryjne uważa się za zakończone, jeżeli prowadzący podpisze protokół z badań.**

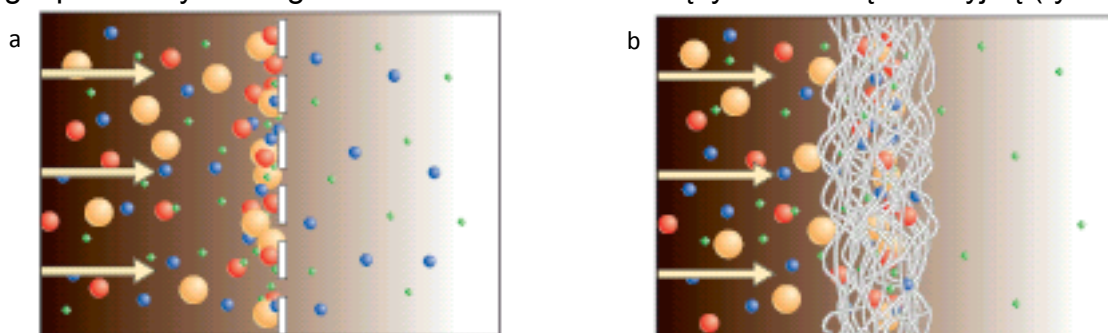
1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie oporów przepływu podczas obciążania filtrów lub filtropochłaniaczy do masek przeciwchemicznych aerozolem chlorku sodu.

2. PODSTAWY TEORETYCZNE

Filtracja zapyłonego gazu

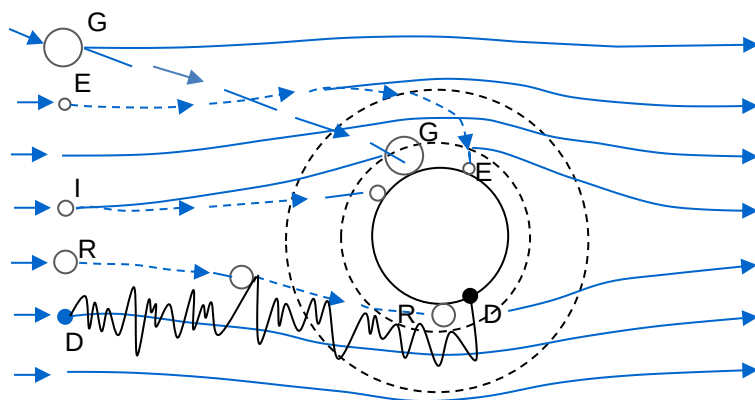
Proces filtracji gazu przez suche warstwy porowate utworzone z rozdrobnionych ciał stałych (np. włókien lub ziaren) jest procesem zmiennym w czasie. Jego istotą jest zatrzymywanie ziaren pyłu wewnątrz warstwy filtracyjnej i na jej powierzchni, a następnie oddzielanie pyłu od warstwy lub zagospodarowywanie go wraz z materiałem tworzącym warstwę filtracyjną (ryc.1).



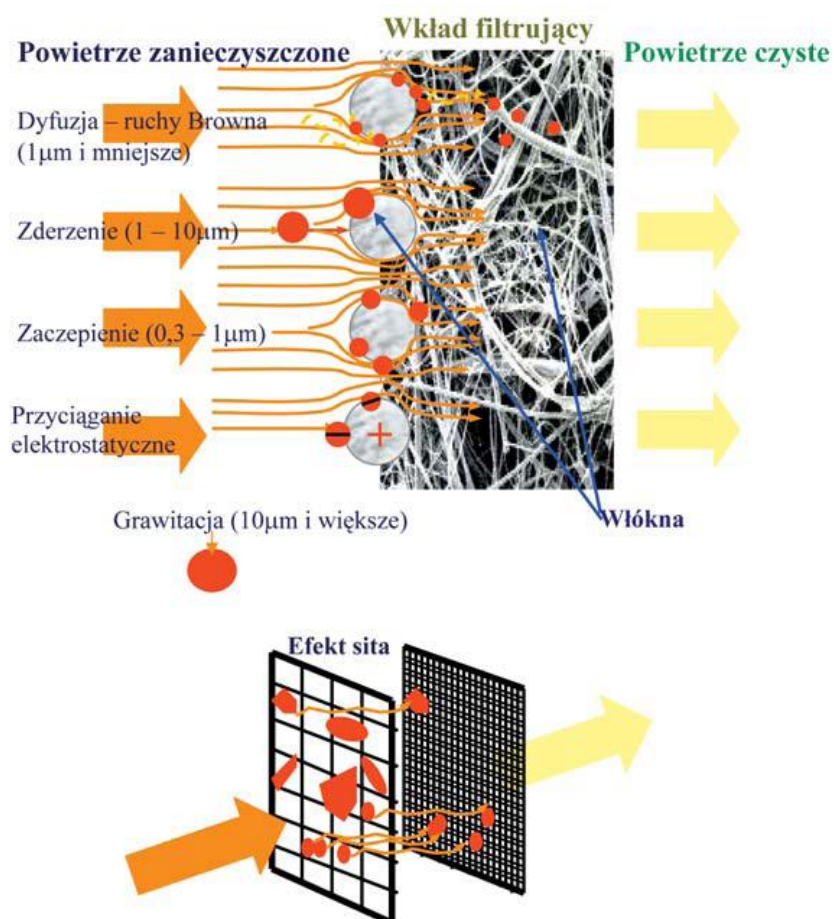
Ryc. 1. Filtracja: a) powierzchniowa, b) wgłębna (objętościowa)

Ilość zanieczyszczeń i wykorzystywany mechanizm filtracji decydują o tym, czy na przegrodzie zachodzi filtracja powierzchniowa, czy też wgłębna. Znaczenie mają tutaj rozmiary cząstek oraz prześwitów w przegrodzie filtracyjnej lub porów, jeżeli jest to ośrodek porowaty. **Filtracja powierzchniowa** (rys.1a) zachodzi w przypadku znacznej ilości zanieczyszczeń w postaci cząstek stałych, zawartych w filtrowanym powietrzu. Na przegrodzie powstaje wówczas warstwa osadu (zanieczyszczeń), która następnie bierze udział w procesie filtracji. Z biegiem czasu warstwa ta rośnie, rosną również opory przepływu. **Filtracja wgłębna** (rys.1b), zwana też **objętościową**, zachodzi natomiast w przypadku małej ilości cząstek stałych, które albo są zatrzymywane na przegrodzie filtracyjnej, albo wnikają do niej.

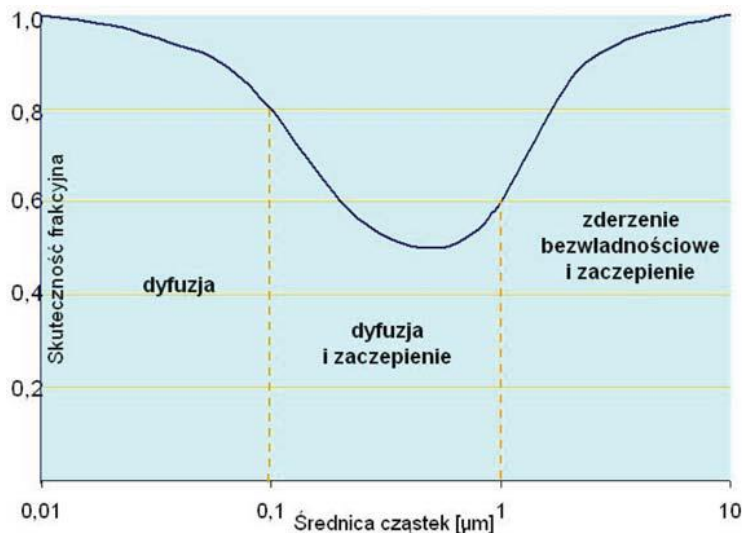
Podczas przepływu zapyłonego gazu między elementami tworzącymi warstwę filtracyjną - **elementami filtracyjnymi** - ziarna pyłu mogą zderzać się z powierzchnią tych elementów w wyniku dyfuzji, bezwładności, zaczepienia o element przy jego opływie, grawitacyjnego opadania czy elektrostatycznego oddziaływania ziaren i elementów (rys. 2 - 4).



Rys. 2. Zderzenia ziaren pyłu z pojedynczym elementem filtracyjnym wskutek:
D - dyfuzji (ruchów Browna), **I**- bezwładności, **E** - oddziaływań elektrostatycznego,
G - grawitacji, **R**- zaczepienia

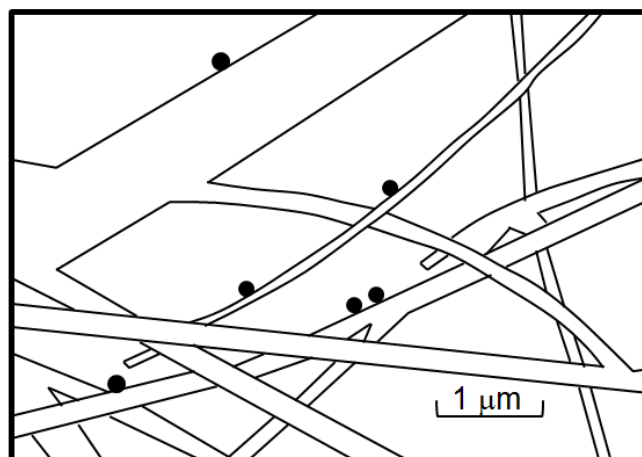


Rys. 3. Elementy filtracji zanieczyszczeń



Rys. 4. Skuteczność frakcyjna zatrzymywania zanieczyszczeń powietrza na powierzchni filtracyjnej w zależności od mechanizmu oddzielania i wielkości cząstek

Największe z ziaren, niemieszczące się pomiędzy sąsiednimi elementami, mogą być zatrzymywane jak na sicie. Jest to tzw. **efekt sitowy**. Należy jednak podkreślić, że dla większości materiałów filtracyjnych znaczenie efektu sitowego w początkowej fazie procesu filtracji (tj. przy nieobłożonej pyłem warstwie filtracyjnej) jest relatywnie małe w stosunku do oddziaływania pozostałych czynników wpływających na przebieg procesu. W tej fazie nie można tłumaczyć procesu filtracji, jak działania sita. Odległości między elementami filtracyjnymi, zwłaszcza we włóknistych materiałach filtracyjnych są, bowiem wielokrotnie większe od wymiarów tych elementów, które z kolei mogą być większe od wymiarów ziaren pyłu (zwłaszcza submikronowych). Do oddzielania także takich ziaren służą filtry (rys.5).

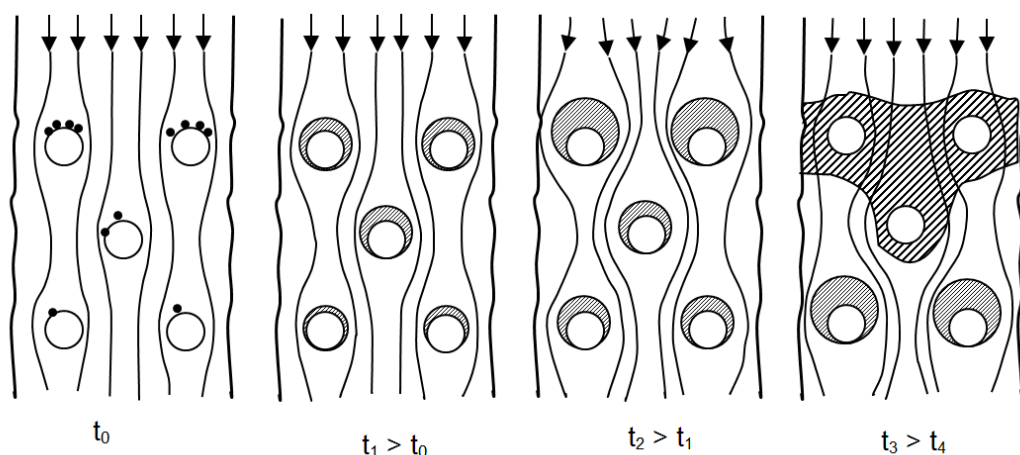


Rys. 5. Struktura filtru włóknistego

Gaz napływający na warstwę filtracyjną dzieli się na szereg strug, które z kolei mogą się dalej dzielić lub łączyć wewnątrz warstwy. Kręta droga, jaką przepływa gaz między elementami filtracyjnymi, oraz stosunkowo niewielkie, mieszczące się w granicach rzędu 10^{-3} - 1 m/s, prędkości napływu gazu mogą stwarzać dostatecznie duże prawdopodobieństwo zderzenia się ziaren pyłu z powierzchnią elementów w wyniku oddziaływania na ziarna różnorodnych sił.

Sam fakt zderzenia się ziarna z elementem filtracyjnym nie przesądza jeszcze o trwałym wydzieleniu ziarna ze strugi gazu - zderzenie może bowiem być elastyczne i ziarno po odbiciu się od powierzchni elementu może powrócić do strugi gazu.

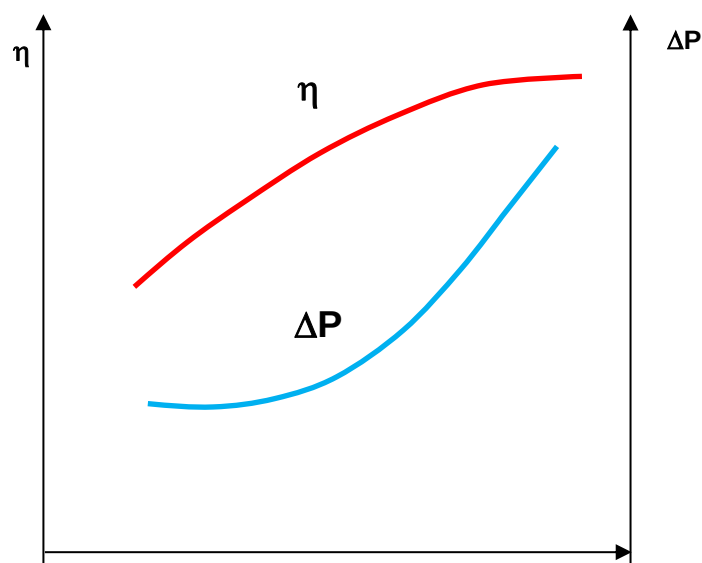
Ziarna, które w wyniku zderzeń nieelastycznych, a następnie sił spójności między nimi a elementami, pozostają na powierzchni elementów, zaczynają z upływem czasu t trwania filtracji tworzyć warstwę oddzielonego pyłu (rys. 6).



Rys. 6 . Zmiany struktury warstwy filtracyjnej w czasie

Wiąże się to z **koagulacją pyłu** w warstwie, co jest jednym z koniecznych etapów każdego z procesów odpylania. Tworzenie się warstwy pyłu wokół elementów filtracyjnych powoduje zmianę warunków przepływu gazu i separacji kolejnych, dopływających wraz z gazem ziaren. Zmienia się kształt elementów zwiększają wymiary, zmniejszają odległości między powierzchniami elementów obłożonych pyłem, a stąd w konsekwencji rosnać muszą opory przepływu gazu w warstwie.

Z upływem czasu na powierzchni **pierwotnej warstwy filtracyjnej** tworzyć się może **warstwa wtórna** z osadzonego i skoagulowanego **pyłu tzw. placek filtracyjny**. Dzięki znacznie mniejszej wielkości elementów tworzących placek niż w przypadku warstwy pierwotnej i mniejszej jego porowatości, w stadium tym filtracja przebiega wprawdzie przy wyższych i szybciej rosnących stratach ciśnienia, ale za to również z wyższą niż poprzednio skutecznością (rys. 7).



Rys. 7. Zmiany skuteczności η i oporów filtracji ΔP w wyniku zmian struktury warstwy filtracyjnej

Tak zmieniający się proces filtracji nie może być oczywiście prowadzony w nieskończoność, Groziłoby to, bowiem bądź przebicciem warstwy, w przypadku gdy strumień gazu nie ulegałby zmianie ze wzrostem oporów filtracji, bądź zmniejszaniem się strumienia oczyszczanego gazu.

Opory filtracji

W początkowej fazie filtracji, kiedy warstwy filtracyjne nie są obłożone pyłem, straty ciśnienia gazu w tych warstwach ΔP_0 zależą wyłącznie od ich struktury i warunków przepływu. I choć dla większości standardowych materiałów filtracyjnych są one określone doświadczalnie w ujednoliconych warunkach lub też oznacza się dla tych materiałów **ich znamionową przepuszczalność** (gęstość strumienia gazu przy ujednoliconych stratach ciśnienia), to niejednokrotnie zachodzi potrzeba obliczania strat ciśnienia dla warunków odbiegających od standardowych lub oszacowania ich dla nowotworzonych warstw (materiałów).

Klasyczny sposób określania strat ciśnienia - w czystych warstwach porowatych ΔP_0 , opisany formułą d'Arcy'ego, jest oparty na założeniu, że straty te są powodowane tarciem gazu o ścianki łączących się ze sobą kanalików, jakie można sobie wyobrazić w każdej takiej warstwie. Straty te oblicza się wówczas z zależności

$$\Delta P_0 = \kappa_f h_f v_0 \mu_g$$

gdzie: κ_f - współczynnik przepuszczalności warstwy

Dla warstw ziarnistych współczynnik przepuszczalności może być wyliczany z równania Carmana:

$$\kappa_f = k_1 A_{pkf}^2 \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3}$$

gdzie A_{pkf} - powierzchnia właściwa warstwy, k_1 - stała, której wartość dla kulistych elementów wynosi 4,5.

Lub modyfikacji dla filtrów włóknistych o porowatościach większych od 0,8 opracowanej przez Sullivari'a i Hertel'a w postaci:

$$\kappa_f = \frac{k_2}{k_3} A_{pkf}^2 \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3}$$

gdzie: k_2 - współczynnik zależny od kształtu elementów i porowatości warstwy (ma wartość od 4 dla $\varepsilon = 0,8$ do 20 dla $\varepsilon = 0,92$), k_3 - współczynnik usytuowania włókien względem kierunku napływu gazu (ma wartość od 0,5 dla usytuowania prostopadłego do kierunku napływu do 1,0 dla usytuowania równoległego).

Zmienność strat ciśnienia, występujących podczas nieustalanej fazy procesu filtracji $\Delta P_t = f(t)$, jest związana z dodatkowymi oporami, jakie są powodowane gromadzeniem pyłu wewnątrz warstwy filtracyjnej i później na jej napływowej powierzchni. Charakter tej zmienności zależy w ogólności od przebiegu retencji pyłu, a więc od szeroko rozumianych własności warstwy filtracyjnej, separowanego pyłu i warunków prowadzenia procesu filtracji.

Nowicki opierając się na wcześniejszych pracach m.in. Pringa i Snydera oraz Williamsa i in. uzależnił straty ciśnienia filtracji nieustalanej m.in. od wielkości ziaren separowanego pyłu. I tak dla drobnych pyłów, o znacznym udziale ziaren submikronowych, zmienność strat ciśnienia ma charakter wykładniczy

$$\Delta P_t = \Delta P_0 \exp[k_7 m_{wpv}]$$

dla pyłów gruboziarnistych charakter liniowy

$$\Delta P_t = \Delta P_0 + [k_8 m_{wpv}]$$

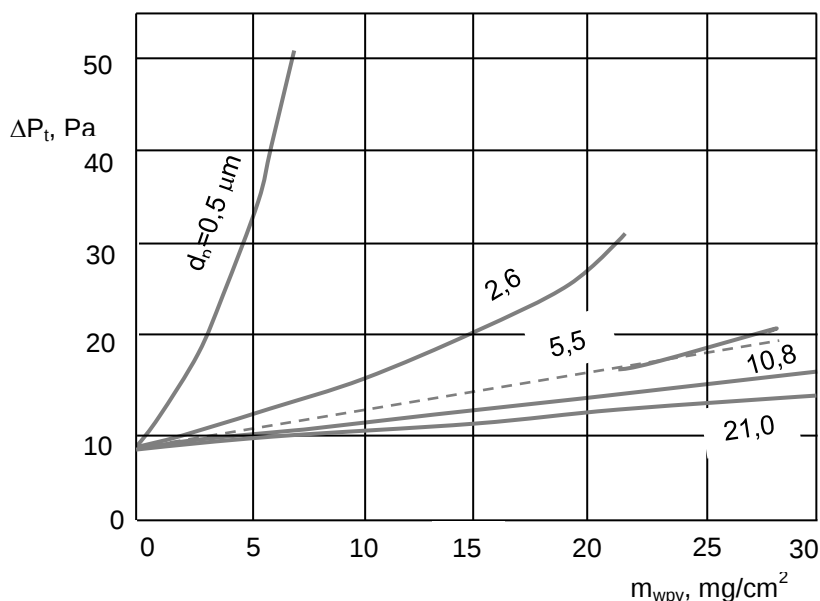
Wyniki badań separacji pyłów mineralnych na włókninach utworzonych z włókien poliakrylonitrylowych ($d_f = 17,2 - 52,5$ mm; $h_f = 5 - 30$ mm; $\alpha = 0,01 - 0,06$) przedstawione na rys. 8 można aproksymować równaniem (wykładniczym), jeśli powierzchnia właściwa pyłu $A_{pk} > 0,4$ m²/g (co odpowiada $d_p = 6$ μm), przy czym

$$k_7 = 1,6 \cdot 10^{-6} d_p^{-0,84} (h_f + 0,12) \alpha^{-0,56}$$

oraz równaniem (liniowym), jeśli $A_{pk} < 0,4$ m²/g, przy czym

$$k_8 = 96 \cdot 10^{-9} d_f^{-1,35} d_p^{-0,55} (h_f + 0,0072) \cdot (\alpha + 0,032)$$

gdzie: d_f , d_p , h_f – są wyrażone w metrach, ΔP_t w mm H₂O



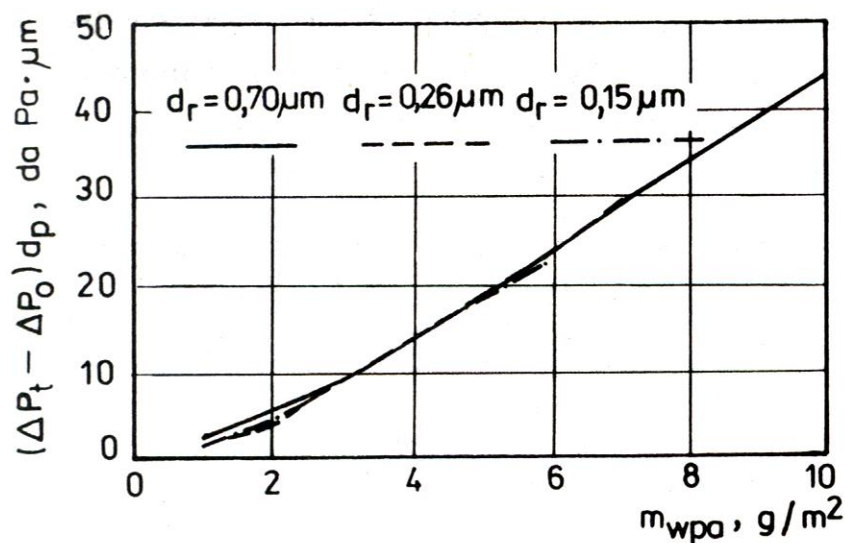
Rys. 8. Wpływ uziarnienia pyłu i jego nagromadzenia w warstwie na opory filtracji

Dla warstw utworzonych z cienkich włókien, ale za to o relatywnie dużym wypełnieniu, filtrujących gazy o niewielkim (rzędu mg/m³) zapyleniu można traktować zatrzymane ziarna jako nowe elementy warstwy. Wówczas opory filtracji nieustalonej mogą być wyliczane z ogólnej zależności

$$\frac{\Delta P_t}{h_f v_0 \mu_g} = 64 \left(\frac{\alpha}{d_f^2} + \frac{\alpha_p}{d_p^2} \right)^{1/2} \left(\frac{\alpha}{d_f^2} + \frac{\alpha_p}{d_p^2} \right)$$

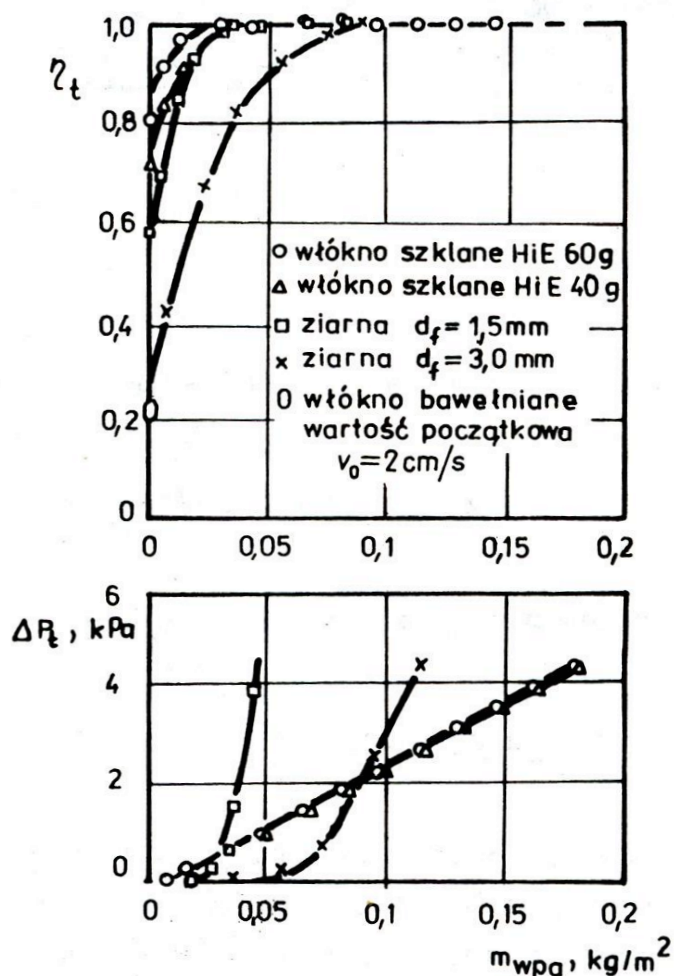
gdzie ΔP_0 jest określone z uproszczonej formuły Daviesa ($\kappa_f = 64a^{3/2}/d_f^2$).

Daje ona dobrą zgodność (rys. 9) z wynikami eksperymentu przeprowadzonego przy użyciu filtrów HEPA ($d_f = 3,2 - 7,9 \mu m$) i separacji drobnych ziaren ($d_p = 0,15 - 0,7 \mu m$), ale przy nagromadzeniu pyłu $m_{wpa} < 10 g/m^2$.



Rys. 9. Porównanie wartości obliczonych z równania Letourneau z wynikami eksperymentalnymi

Separując drobny pył chlorku amonowego ($d_p = 0,1- 3,0 \mu m$) w warstwach ziarnistych ($d_r = 1,5-7,17 \mu m$) stwierdzili oni, że w początkowym okresie filtracji, tj. do czasu kiedy nie zacznie tworzyć się placek filtracyjny, a pył jest gromadzony wewnątrz warstwy, przyrost oporów filtracji $\Delta P_t - \Delta P_0$ z nagromadzeniem pyłu jest niewielki i ma liniowy charakter. Sytuacja ta trwa (przy stałym stężeniu pyłu w gazie) tym dłużej, im większe są elementy złoża. Następnie ma miejsce bardzo szybki, o wykładniczym charakterze, wzrost oporów spowodowany tworzeniem się placka, a więc struktury o znacznie mniejszej niż pierwotna porowatości i oporności hydraulicznej. Inaczej w badaniach zachowywały się włókniny wykonane z cienkich włókien szklanych ($d_f = 2,5$ i $2,75 \mu m$) (rys. 10). W dość znacznym zakresie nagromadzenia pyłu ($m_{wpa} < 0,2 \text{ kg/m}^2$) ich opory zmieniały się liniowo.



Rys. 10. Skuteczność i przyrost oporów filtracji przy oddziaływaniu pyłu NH_4Cl w warstwach ziarnistych ($h_f = 0,3$ m, $v_0 = 0,02$ m/s)

Istnieją dwa podstawowe sposoby prowadzenia filtracji:

1. przy ustalonej prędkości napływu gazu i zmniejszających się oporach,
2. przy ustalonych (w rzeczywistości quasi-ustalonych) oporach i zmieniającej się prędkości napływu gazu.

Sposób pierwszy może być stosowany wówczas, gdy urządzenie do przetłaczania gazu przez filtr nie zmienia w istotny sposób swej wydajności wraz ze zmianą wysokości podnoszenia. Zastosowanie sposobu drugiego (dość powszechne) jest możliwe wówczas, gdy filtr składa się z wielu części (sekcji), a regeneracja ich jest tak poprzysuwana w czasie, że łączny strumień gazu oczyszczanego ulega niewielkim wahaniom.

Ogólne zależności określające zmiany parametrów hydraulicznych procesu filtracji zachodzące w wyniku gromadzenia się pyłu zostały opisane za pomocą następujących równań:

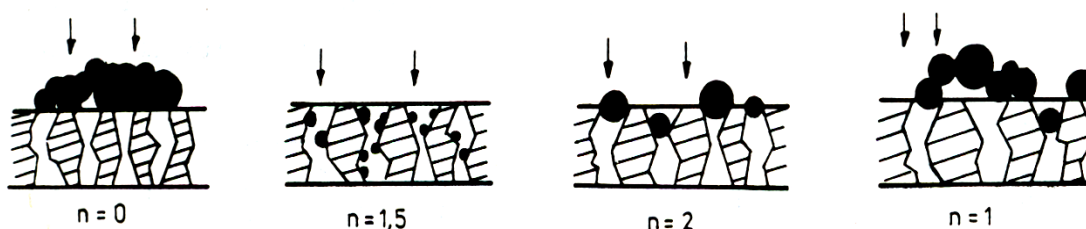
- dla filtracji prowadzonej ze stałą prędkością ($v_0 = \text{const}$)

$$\frac{d(\Delta P)}{dt} = k(\Delta P)^n$$

- dla filtracji prowadzonej przy stałych oporach

$$\frac{d^2 t}{dv_0^2} = k \left(\frac{dt}{dv_0} \right)^n$$

gdzie: k - stała charakterystyczna dla separowanego pyłu i materiału filtracyjnego,
 n - wykładnik, którego wartość zależy od sposobu gromadzenia pyłu (rys. 11)



Rys. 11. Sposoby gromadzenia się pyłu i wartości wykładnika n

- $n = 0$ - przy odkładaniu się pyłu wyłącznie w postaci placka filtracyjnego na powierzchni warstwy filtracyjnej,
- $n = 1$ - przy gromadzeniu się pyłu głównie w postaci placka z zatrzymaniem niewielkiej ilości ziaren wewnątrz warstwy filtracyjnej,
- $n = 1,5$ przy osadzaniu, się drobnego pyłu wyłącznie wewnątrz warstwy filtracyjnej bez tworzenia się placka,
- $n = 2$ - przy osadzaniu się grubego pyłu głównie na powierzchni warstwy, ale bez tworzenia się placka.

3. PRZEBIEG ĆWICZENIA

Procedurę ćwiczenia opracowano w oparciu o Metodę 17 podaną w QSTAG 838 „Metoda określania charakterystyk zatkania filtropochłaniacza z zastosowaniem aerozolu chlorku sodu”.

3.1. Środki ostrożności

Nie przewiduje się stosowania specjalnego ubioru ani środków ochrony indywidualnej.

Praca z wodorem wymaga nadzoru płomienia palnika umieszczonego w kominku przyrządu, należy śledzić wskazania mikroamperomierza fotometru płomieniowego. Brak wskazań świadczy o zgaśnięciu płomienia. Należy wówczas zamknąć dopływ wodoru do stanowiska i poczekać aż kominek ostygnie. Można wówczas ponownie zapalić wodór.

3.2. Warunki środowiskowe

Pomiar wykonuje się w temperaturze otoczenia (23 ± 5)°C, przy wilgotności względnej powietrza poniżej 60 %.

3.3. Wyposażenie i materiały pomocnicze

Tabela 1. Wyposażenie

Lp.	Nazwa wyposażenia
1	Stanowisko badawcze „Bench Mounting Rig Type 1150 P” nr C60768, w skład którego wchodzi fotometr płomieniowy firmy "MOORE'S" do pomiaru stężenia aerozolu chlorku sodu, układ generacji aerozolu, układ doprowadzenia aerozolu do badanego obiektu i poboru próbki do fotometru oraz układ pomiaru oporów przepływu;
2	Komplet uchwytów pomiarowych dostosowanych do obiektów badań
3	Termohigrometr firmy Hanna model HI 9065
4	Waga laboratoryjna WPS 3100/C
5	Stoper

Odczynniki:

- wodór czysty o czystości 99,99 %;
- woda dejonizowana;
- chlorek sodu cz. NaCl.

3.4. Przywołane instrukcje użytkowania przyrządów i instrukcje stanowiskowe

I/II/4	Dokumentacja techniczna stanowiska badawczego „Bench Mounting Rig Type 1150” przy pomocy fotometru płomieniowego
I/II/55	Instrukcja stanowiskowa wykonania pomiarów penetracji aerozolu chlorku sodu na stanowisku badawczym przy pomocy fotometru płomieniowego firmy MOORE’S
I/II/6	Instrukcja obsługi generatora chlorku sodu
I/II/8	Instrukcja przygotowania roztworu chlorku sodu
I/II/7	Instrukcja obsługi uchwytu pneumatycznego
I/II/22	Instrukcja termohigrometr firmy Hanna model HI 9065
I/II/3	Instrukcja sprawdzania i konserwacji stanowiska badawczego „Bench Mounting Rig Type 1150” firmy MOORE’S

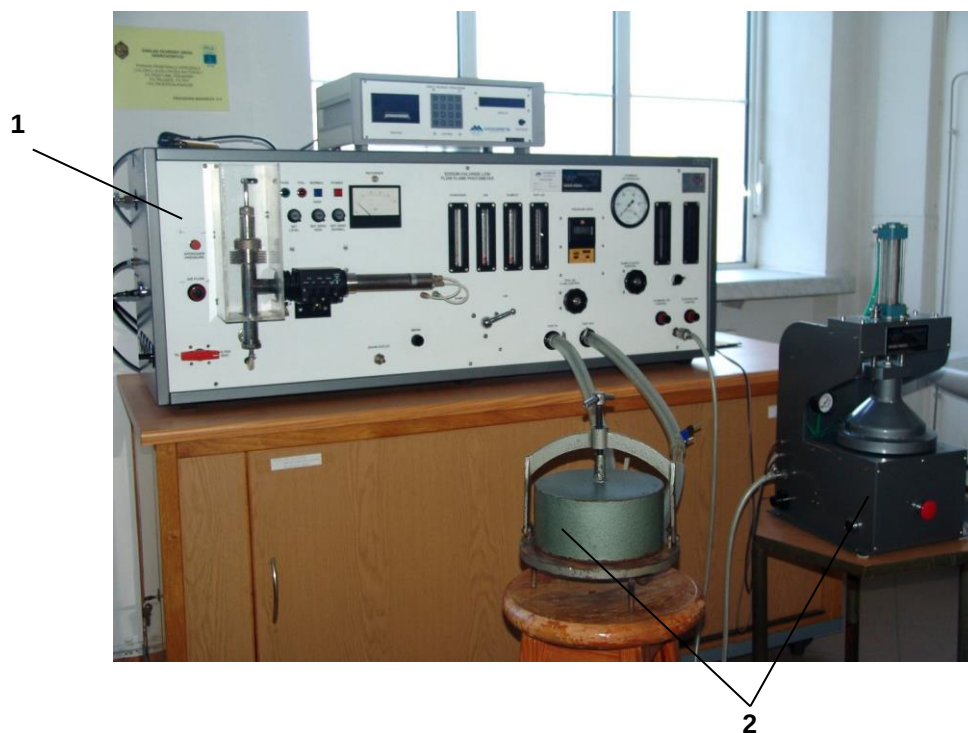
3.5. Sposób wykonania ćwiczenia. Dokumentowanie poszczególnych etapów badania.

3.5.1. Sprawdzenie warunków wykonania pomiaru

Zmierzyć temperaturę i wilgotność powietrza atmosferycznego, sprawdzając, czy są zgodne z wymaganiami pkt. 3.2 (temperatura = $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, wilgotność względna poniżej 60 %). Pomiar wykonać przy pomocy termohigrometru. Wyniki pomiaru zapisać w protokole z badań.

3.5.2. Przygotowanie stanowiska pomiarowego

1. Podłączyć do stanowiska badawczego uchwyt pomiarowy, odpowiedni dla badanego obiektu, sprawdzić szczelność połączeń.
2. Każdego dnia należy przygotować świeży roztwór chlorku sodu, zgodnie z instrukcją I/II/8. W celu wykonania badania obładowania filtru lub filtropochłaniacza aerozolem chlorku sodu przygotować **2 % roztwór NaCl**.
3. Uruchomić i przygotować do pomiaru stanowisko badawcze zgodnie z instrukcją obsługi I/II/55.
4. Ustalić wymaganą prędkość przepływu aerozolu przez badany obiekt:
 - 95 l/min – gdy badany filtr/filtropochłaniacz przewidziany jest do stosowania w masce z jednym filtrem/filtropochłaniaczem,
 - 47,5 l/min – gdy badany filtr/filtropochłaniacz przewidziany jest do stosowania w masce z dwoma filtrami/filtropochłaniaczami.



Rys. 12. Stanowisko do badań penetracji i obciążenia (zatkania) filtrów aerozolem NaCl: 1- fotometr płomieniowy z układem sterowania i kontroli; 2-uchwyt do badania elementu filtracyjnego

3.5.3. Przygotowanie do badania – określenie stężenia aerozolu na stanowisku badawczym

- a) Wykonać kalibrację MOORE'S dla:
 - stężenia roztworu NaCl - 2 %,
 - przepływu powietrza rozcieńczającego: 90 l/min,
 - przepływu przez próbkę: 47,4 lub 90 l/min.
- b) Zważyć próbkę kartonu filtracyjnego klasy co najmniej H14, o średnicy 80 mm, na wadze analitycznej z dokładnością 0,0001 g (m_1).
- c) Zamontować próbkę szczelnie w uchwycie pomiarowym.
- d) Uruchomić przepływ aerozolu przez próbkę i jednocześnie włączyć stoper.
- e) Zarejestrować opór przepływu przez próbkę i penetrację aerozolu (po ustabilizowaniu wskazań).
- f) Badanie prowadzić przez 10 minut, co 1 min. rejestrując penetrację aerozolu i opór przepływu.

- g) Po upływie 10 min. wyłączyć przepływ aerozolu przez próbkę, wyjąć ostrożnie próbkę z uchwytu pomiarowego i zważyć na wadze analitycznej z dokładnością 0,0001 g (m_2).
- h) Obliczyć przyrost masy próbki – jest to ilość zatrzymanego NaCl :

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

- i) Obliczyć stężenie aerozolu:

$$c = \frac{1000 \cdot \Delta m}{t \cdot Q}$$

gdzie: c [mg/m³] – stężenie aerozolu,

Δm [mg] – przyrost masy filtra,

t [min] – czas badania,

Q [m³/min] – przepływ aerozolu.

- j) Powtórzyć pomiar dla drugiej próbki kartonu filtracyjnego.
- k) Obliczyć średnie stężenie aerozolu

3.5.4. Wykonanie badania

- a) Na podstawie określonego powyżej stężenia aerozolu obliczyć czas niezbędny do obciążenia próbki/filtra/filtropochłaniacza masą 250 mg aerozolu NaCl.
- b) Zarejestrować opór uchwytu pomiarowego przy prędkości przepływu, przy jakiej będzie badany filtr/filtropochłaniacz.
- c) Badany filtr/filtropochłaniacz umieścić w uchwycie pomiarowym. Ustalić wymagany przepływ powietrza. Zarejestrować opór przepływu czystego filtra/filtropochłaniacza.
- d) Uruchomić przepływ aerozolu przez filtr/filtropochłaniacz i jednocześnie włączyć stoper.
- e) Badanie prowadzić przez czas określony na podstawie zmierzonego w p.3.5.3 stężenia aerozolu, co 10 min. rejestrować opór przepływu.
- f) Po upływie czasu badania wyłączyć przepływ aerozolu, wyjąć filtr/filtropochłaniacz z uchwytu.
- g) Obliczyć przyrost oporu filtra/filtropochłaniacza obciążonego w stosunku do oporu filtra/filtropochłaniacza czystego.

3.5.5. Sposób wyrażenia wyniku badania

Data ćwiczenia:

Grupa:

PROTOKÓŁ BADAŃ

Badanie obciążania filtra lub filtropochłaniacza

1. Obiekt badań

Półmaski filtracyjne, filtry, filtropochłaniacze

2. Cel badań

Sprawdzenie efektu zapchania się filtra aerozolowego (bibuły filtracyjnej) na wzrost oporu przepływu strumienia powietrza

3. Oceniane wskaźniki i zależności liczbowe

Wzrost oporów przepływu po obciążeniu filtra pyłem dolomitowym lub aerozolem NaCl

4. Warunki badań

Badanie wykonano zgodnie z metodyką zamieszczoną niniejszej instrukcji i na podstawie metodyk zawartych w normie PN-EN 143:2004/A1:2007.

5. Wyniki badań

$T = 23^{\circ}\text{C}$

$\text{RH} \sim 60\%$.

Prędkość przepływu aerozolu $90 \text{ dm}^3/\text{min}$.

$t = 10 \text{ min}$

Tabela 1: Wyniki badań wkładów filtracyjnych do filtropochłaniaczy FP-6 aerozolem NaCl

Oznaczenie filtra	Masa aerozolu NaCl zatrzymanego na filtrze do wzrostu oporu o 50% [mg]						
	m_1	m_2	Δm	p_1	p_2	Δp	przyrost oporu względem p_1 $\% \Delta p$
F/50/02	450	730		330	469		
F/58/05	465	795		370	540		
F/02/09	455	745		350	506		

6. Wnioski.

Pytania kontrolne:

1. Co to są opory filtracji – ogólna charakterystyka ich powstawania.
2. Metody pomiaru oporów filtracji.

4. LITERATURA

1. W. Harmata, Ochrona przed skażeniami. Cz. I. Współczesne zagrożenia. Podstawy teoretyczne indywidualnej ochrony przed skażeniami, WAT, Warszawa 2013 r.
2. W. Harmata, Ochrona przed skażeniami. Cz. II. Rozwiązania praktyczne indywidualnych środków ochrony przed skażeniami, WAT, Warszawa 2014 r.
3. P. Kabsch, Odpylanie i odpylacze. Mechanika aerozoli i odpylanie suche. T-1. WNT, Warszawa 1992.
4. Polska norma PN-EN 14387:2006 Sprzęt ochrony układu oddechowego - Pochłaniacz(-e) i filtropochłaniacz(-e) - Wymagania, badanie, znakowanie
5. Polska norma PN-EN143:2004, PN-EN 143:2004/A1:2007 (poprawki EN143:2000 i EN 143:2000/A1:2006) Sprzęt ochrony układu oddechowego. Filtry. Wymagania, badanie, znakowanie.

Na podstawie procedury D-24 Zakładu Ochrony Dróg Oddechowych Wojskowego Instytutu Chemii i Radiometrii

Opracował:

dr hab. inż. Władysław Harmata prof. WAT