

## FILTRACJA

Proces polegający na oddzieleniu ciał stałych od ciekłych przy użyciu przegród porowatych przepuszczających tylko fazę ciekłą, a zatrzymujących fazę stałą. Przepływ cieczy przez przegrodę filtracyjną zachodzi dzięki różnicy ciśnień po obu stronach przegrody.

Czynniki wpływające na szybkość filtracji:

1. właściwości przegrody
2. rodzaj osadu i grubość warstwy osadu
3. dodatek pomocy filtracyjnych
4. temperatura
5. ciśnienie

Ad. 1) Wyboru przegrody dokonuje się w zależności od właściwości filtrowanej cieczy. Do procesu filtracji stosuje się:

- tkaniny z włókien roślinnych (płótno lniane, bawełna)
- tkaniny pochodzenia zwierzęcego (jedwab, wełna)
- tkaniny syntetyczne (nylon)
- metale
- przedziwa szklane
- sączi membranowe (teflon, difluorek poliwinylidenu lub polipropylenu, celuloza (octan, azotan), poliwęglan, acetylowany alkohol poliwinylowy)

Szybkość przepływu cieczy przez przegrodę zależy od wielkości jej otworów. Spowodowane jest to wpływem na opór hydrauliczny, im mniejszy otwór przegrody tym większy opór hydrauliczny.

Ad. 2) Osady krystaliczne (nieściśliwe, twarde) łatwiej jest odsączyć niż koloidalne (ściśliwe). W przypadku roztworów koloidalnych może nastąpić zatrzymanie procesu sączenia wskutek absorpcji cząstek koloidalnych w porach przegrody. Zapobieganie temu zjawisku polega na stosowaniu różnych pomocy filtracyjnych.

Im grubsza warstwa osadu tym sączenie przebiega wolniej. Zbyt gruba warstwa osadu może spowodować zmniejszenie się porów, przez które płynie ciecz. Prowadzić to może do zatrzymania procesu filtracji ponieważ opór hydrauliczny przewyższy różnicę ciśnień po obu stronach przegrody. Z drugiej strony należy tak dobierać powierzchnię przegrody, aby nastąpiło zwężenie przewodów kapilarnych do takiej wielkości, aby faza stała nie przechodziła przez otwory przegrody, zwłaszcza przy sączeniu osadów

drobnokrystalicznych. Warunkiem więc dokładnego oddzielenia cieczy od osadu jest wytworzenie dostatecznie grubej warstwy osadu.

Ad. 3) Stosowane pomoce filtracyjne (np. ziemia okrzemkowa, talk, węgiel aktywowany, kaolin, bentonit-glinka kopalna, miazga papierowa) mają duże właściwości absorpcyjne, zapobiegają zalepianiu się porów, tworzą z cząstkami koloidów osady bardziej porowate.

Ad. 4) Wzrost temperatury wpływa korzystnie na szybkość filtracji.

Podwyższona temperatura zmniejsza lepkość cieczy i koaguluje zawiesiny (osady koloidalne). Jednak zbyt duży wzrost temperatury może spowodować spęczenie przegrody lub osadu, bądź ułatwić korozję przegrody.

Wzrost temperatury wpływa na lepkość cieczy tylko do pewnej granicy. Po jej osiągnięciu praktycznie lepkość cieczy już się nie zmienia, dlatego dla każdego procesu filtracji dobiera się optimum temperatury.

Ad. 5) W przypadku sączenia osadów nieściśliwych szybkość filtracji rośnie wprost proporcjonalnie do wzrostu ciśnienia, natomiast w przypadku osadów ściśliwych rośnie o wiele wolniej niż wzrasta ciśnienie. W tym przypadku wzrost ciśnienia powoduje zmniejszanie się przekrojów przewodów kapilarnych.

Wydajność filtracji określa prawo DARCY:

$$\omega = k \frac{p}{L}$$

$\omega$  - szybkość filtracji [ $\text{m}^3/\text{m}^2\text{sek}$ ]

$p$  - ciśnienie [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ];

$k$  - stała przepuszczalność warstwy, równoznaczna z odwrotnością oporu hydraulicznego [ $\text{kg sek}/\text{m}^4$ ];

$L$  - grubość warstwy [ $\text{m}$ ]

Prawo to sprawdza się doświadczalnie tylko przy filtrach ziarnistych (piaskowych), przy małych zmianach ciśnieniach i małych szybkościach przepływu cieczy.

Dla innych warunków filtracji ustalono doświadczalnie inne zależności:

$$\omega^m = k \frac{p}{L} \quad m - \text{wyznaczone doświadczanie, wynosi } 1,5$$

Nie istnieją prawa, które określają wszystkie typy filtracji, ale na pewno szybkość filtracji zależy od oporu hydraulicznego i różnicy ciśnień po obu stronach przegrody.

Sączenie ciał stałych można prowadzić:

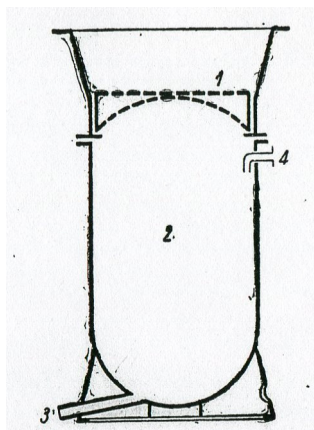
- pod ciśnieniem hydrostatycznym (normalne warunki)
- zwiększonym wskutek zmniejszenia ciśnienia w odbieralniku
- pod znacznie zwiększonym ciśnieniem: 10-20 atm. (prasy filtracyjne).

## Aparaty filtracyjne

### CEDZIDŁA (nucze)

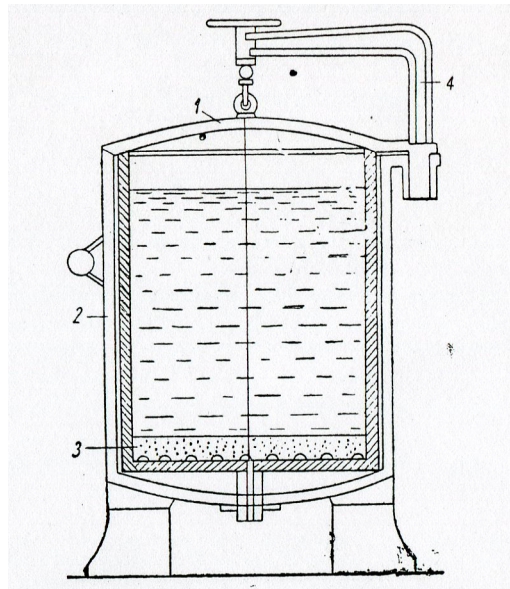
Stosuje się je przy filtracji zawiesin ze znaczną ilością fazy stałej. Wyróżnia się cedzidła otwarte i zamknięte.

**Cedzidła otwarte** są zbiornikami, w których na rusztach umieszcza się siatki, a na nich materiały filtracyjne. Ciecz przechodząca przez materiał filtracyjny jest odprowadzana na zewnątrz. Przez połączenie przestrzeni pod przegrodą z pompą próżniową zwiększa się różnicę ciśnień i przyspiesza filtrację. Cedzidła budowane są z porcelany, kamionki, metali, a jako materiał filtracyjny stosuje się tkaniny bawełniane, lniane, wełniane i filtry metalowe.



1-ruszt; 2- zbiornik; 3- przewód odprowadzający przesącz;  
4- przewód łączący nucze z pompą próżniową

**Cedzidła zamknięte** różnią się tym, że posiadają szczelną pokrywę, a ciecz z zawiesiną wprowadza się pod zwiększonym ciśnieniem. Cedzidła te są używane przede wszystkim do oddzielania osadów od rozpuszczalników organicznych, zwłaszcza palnych i lotnych.

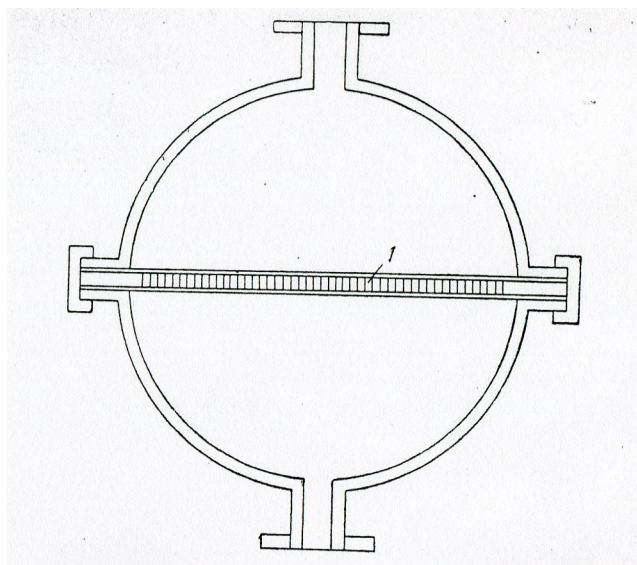


1- pokrywa; 2-obudowa cedzidla; 3-przegroda; 4- dźwignia do zdejmowania przegrody

Cedzidla zamknięte i otwarte mają małą powierzchnię filtracyjną stąd stosowane są do filtracji osadów nieściśliwych (krystalicznych), nie nadają się do sączenia osadów koloidalnych. Zaletą ich jest możliwość dokładnego oddzielenia cieczy od osadu, łatwość jego przemieszczania i małe zużycie energii.

### **FILTRY KULOWE**

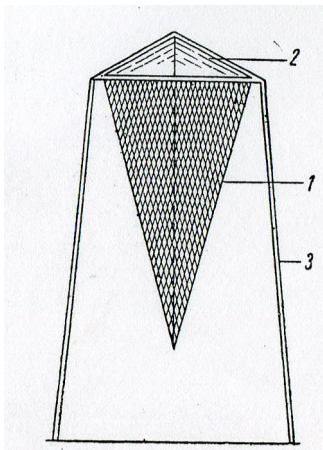
Stosowane są przy odfiltrowywaniu małych ilości osadów od dużych ilości rozpuszczalnika. Filtr kulowy składa się z dwóch skrzyżowanych półkul, między którymi znajduje się przegroda, na której zbiera się osad. Odsączony materiał usuwa się z przegrody przez rozmontowanie półkul.



1- przegroda

## FILTRY WORKOWE

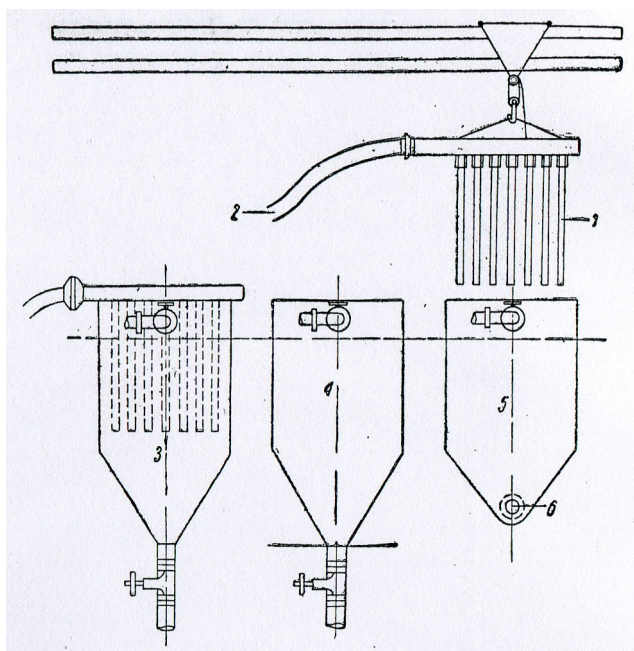
*Zwykłe filtry workowe* stosowane są przy sączeniu cieczy lepkich, np. filtracja syropów. Filtry te mają dużą powierzchnię filtracyjną, sączenie z ich wykorzystaniem odbywa się pod ciśnieniem hydrostatycznym. Składają się z worka umieszczonego w odpowiedniej ramie umieszczonej na stojaku.



1- materiał filtracyjny; 2-rama; 3- stojak

### *Próżniowe filtry workowe*

Zwane filtrami komorowymi, w których sączenie polega na zasysaniu cieczy przez podciśnienie wskutek połączenia przestrzeni worka z pompą próżniową i gromadzenie się osadu na zewnątrz worka. Nagromadzony na powierzchni worka osad jest przemywany, a następnie usuwany za pomocą sprężonego powietrza, pary lub wody. Filtry te stosowane są przy odsączaniu dużej ilości zawiesiny.



1- element filtracyjny (worki); 2- przewód łączący element z pompą próżniową;  
3- zbiornik filtracyjny; 4- zbiornik do przemywania osadu; 5- zbiornik do usuwania osadu; 6- przenośnik ślimakowy do wyładunku

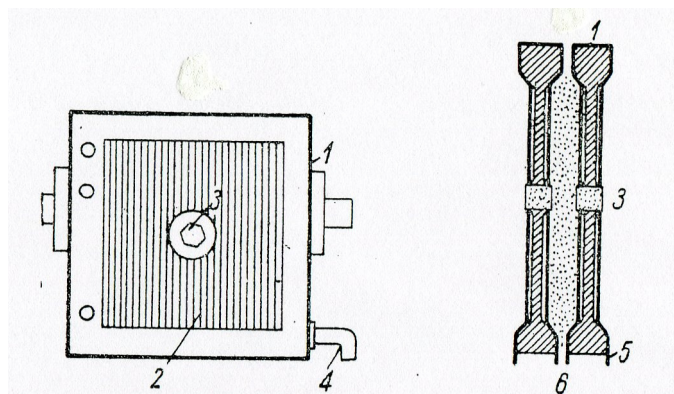
### ***Ciśnieniowe filtry workowe***

Ciecz z osadem wprowadzana jest do nich pod zwiększonym ciśnieniem, a osad gromadzi się wewnątrz worka.

### **PRASY FILTRACYJNE**

Do filtrowania cieczy z dużą zawartością ciał stałych oraz przy oddzielaniu osadów koloidalnych (ściśliwych) stosowane są prasy. Posiadają one dużą powierzchnię sączenia i pracują przy ciśnieniu dochodzącym do 20 atm.. Rozróżnia się prasy filtracyjne typu komorowego i ramowego.

**Prasy komorowe** składają się z szeregu płyt o wyżłobionej powierzchni, wykonanych z żeliwa, drewna, szkła. W środku płyt znajduje się otwór, przez który po zestawieniu płyt przepływa roztwór z zawiesiną. Płyty pokrywa się z obu stron materiałem filtracyjnym i ustawia pionowo obok siebie na dźwigarach dociskając tzw. płytą czołową (ruchomą) do płyty tylnej (nieruchomej) uzyskując w ten sposób szczelność prasy. Ciecz doprowadza się przez kanał centralny. Wpływa ona do tzw. komór powstających między płytami. Następnie ciecz przechodzi z komór przez materiał filtracyjny i spływa rowkami do kanalików odpływowych i kurków spustowych. Osad zbiera się w komorach i usuwa okresowo po ręcznym odkręceniu pras.



1- płyta; 2- wyżłobienie; 3- przewód centralny; 4- kurek spustowy; 5- materiał filtracyjny; 6- komora

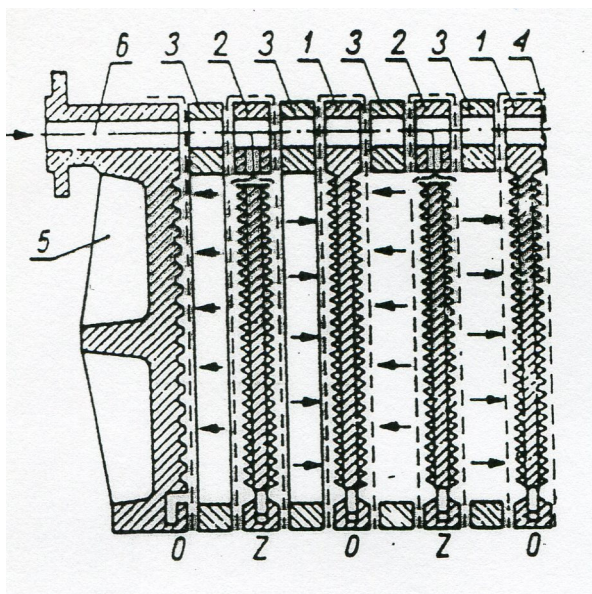
Prasy te znajdują obecnie małe zastosowanie.

**Prasy ramowe** posiadają dwa rodzaje płyt o jednakowej wielkości: płyty puste (ramy) i płyty pełne o rowkowanej powierzchni.

Płyty i ramy ułożone są na przemian w pozycji pionowej. Ramy pokrywa się materiałem filtracyjnym. Ciecz wprowadzana jest do ram pustych przewodem zasilającym, skąd po przejściu przez materiał filtracyjny spływa rowkami do kanalików odpływowych ram pełnych. Osad pozostaje w ramach pustych, skąd jest wyjmowany po zakończeniu filtracji.



Osad można przemywać przez doprowadzenie cieczy do pełnych płyt nieparzystych, która odpływa płytami parzystymi. Zaletą tych pras jest możliwość prowadzenia sączenia na gorąco poprzez doprowadzenie czynników grzejnych (np. gorąca woda) do odpowiednich przewodów w płytach, wadą zużywanie się pras przy ich skręcaniu i rozkręcaniu.



1- płyty z otwartym kurkiem odpływowym; 2- płyty z zamkniętym kurkiem odpływowym; 3- ramy; 4- płótno filtracyjne; 5- płyta czołowa; 6- dopływ cieczy przemywającej