

# Látková bilance filtrace a stanovení filtračních konstant

## Úvod:

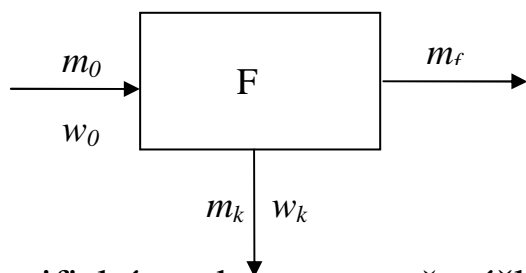
Filtrace je kombinovaná operace tuhé a tekuté fáze (kapaliny nebo plynu), při které se tuhé částice oddělují od tekuté fáze filtrační přepážkou. Filtrace má široké uplatnění v denní (vzduch pro spalovací motory) i průmyslové praxi (vzduch pro katalytické oxidační procesy, filtrace šťáv v cukrovarech atd.). Experimentálně snazší je filtrace v systému tuhých částic v kapalině, nejlépe vodě, a proto se jí budeme zabývat.

## Úkol:

- 1) Vypočítat látkovou bilanci filtrace vodní suspenze nerozpustné látky
- 2) Zjistit vliv tlaku na odpor filtrační přepážky
- 3) Zjistit vliv tlaku na odpor filtračního koláče
- 4) Zjistit konstanty kvadratické filtrační rovnice při filtraci neustále homogenizované suspenze za konstantní tlakové difference

## Teoretický úvod:

1) Látkovou bilanci filtrace vypočteme podle schématu shodného se schématem obr.28 v učebnici teorie. Hmotnost suspenze  $m_0$  s koncentrací filtrátu vyjádřenou hmotnostním zlomkem filtrátu  $w_0$  se filtrací rozdělí na hmotnost filtrátu  $m_f$  a hmotnost koláče  $m_k$  obsahující zadržený filtrát s koncentrací  $w_k$ . Součin  $m_k w_k$  je hmotnost vlhkosti zadržené v koláči, stručně **zadrž** filtrátu. Hmotnost filtrátu zadrženého filtrační přepážkou zahrnujeme do hmotnosti filtrátu.



2) Vliv tlakové difference  $\Delta p$  (na filtru a pod ním) na rychlost filtrace  $v_f$  filtrem o ploše  $S$ , kterým se za dobu  $d\tau$  zfiltruje objem  $dV_f$  filtrátu o dynamické viskozitě  $\eta$  při okamžité tloušťce koláče  $l$  se

specifickým odporem  $\alpha$  přepážkou o specifickém odporu  $R$

$$v_f = \frac{dV_f}{S d\tau} = \frac{\Delta p}{\eta (R + \alpha l)} \quad (2)$$

Jednotka rychlosti filtrace  $[m s^{-1}]$  představuje rychlost proudu filtrátu protékajícího filtrem.

Specifické odpory  $R$  přepážky zjišťujeme při nulové tloušťce koláče ( $l=0$ ) filtrací při konstantních tlakových differencech  $\Delta p$ . Pak má rov.2 tvar

$$v_f = \frac{dV_f}{S d\tau} = \frac{\Delta p}{\eta R} = \frac{V_f}{\tau S}$$

odkud

$$R = \frac{\Delta p \tau S}{\eta V_f} \quad (3)$$

3) Známe-li specifický odpor  $R$  přepážky, můžeme vypočítat specifický odpor  $\alpha$  koláče o povrchu  $S$  a tloušťce  $l$  z objemu filtrátu  $V_f$  o dynamické viskozitě  $\eta$ , který získáme promýváním koláče za dobu  $\tau$  při stálé tlakové diferencii  $\Delta p$ :

$$\alpha = \frac{\Delta p \tau S}{\eta l V_f} - \frac{R}{l} \quad (4)$$

4) Konstanty  $A$  [ $m^3$ ] a  $B$  [ $m^6 s^{-1}$ ] kvadratické rovnice pro filtraci suspenze s konstantní koncentrací tuhé fáze při konstantní tlakové diferencii a narůstáním tloušťky filtračního koláče lineárně s objemem filtrátu

$$V_f^2 + 2 A V = B \tau \quad (5)$$

zjistíme z několika měření objemů filtrátu a dob jejich jímání při dodržení konstantní koncentrace suspenze a tlakové difference. Ze změřených objemů filtrátu a dob filtrace sestavíme všemi kombinacemi dvojice rovnic, ze kterých vypočteme hodnoty konstant  $A$  a  $B$  a jejich aritmetické průměry. Podle učebnice teorie str.55 rov. (R 5-22) a (R 5-23) by měly být konstanty rovny

$$A = \frac{\rho_k S R}{\alpha \rho_f W_k}, \quad B = \frac{\Delta p \rho_k S^2}{\alpha \eta \rho_f W_k} \quad (6)$$

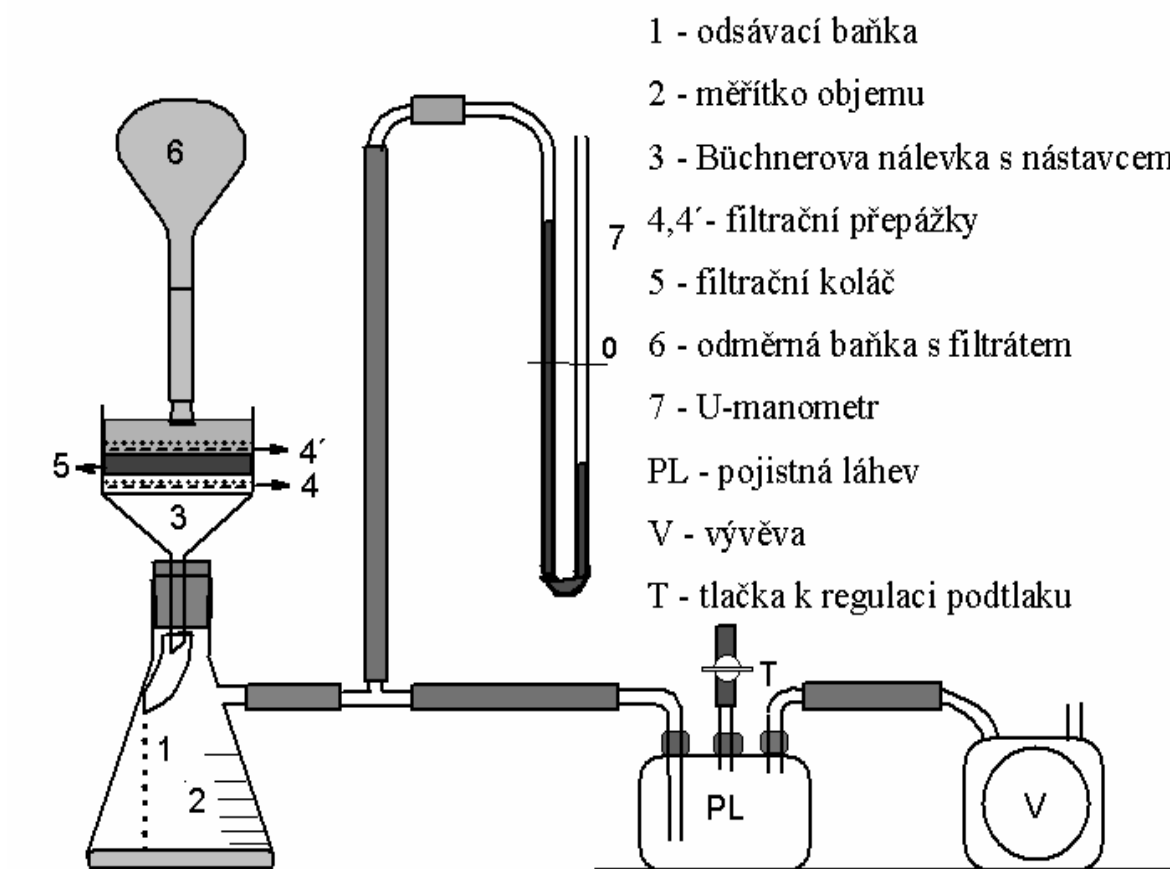
kde  $\rho_k$  je hustota koláče vypočtená podle pokynu na str.55 učebnice teorie ( $\rho_k = \rho_s w_s + \rho_f w_f$ ;  $\rho_s$  je hustota suspendované látky,  $w_s$  její hmotnostní zlomek,  $\rho_f$  hustota filtrátu a  $w_f$  jeho hmotnostní zlomek v koláči) a

$W_k$  hmotnost koláče připadající na jednotkovou hmotnost filtrátu vypočtená podle pokynu na téže stránce ( $W_k = \frac{m_k}{m_f} = \frac{m_k}{V_f \rho_f}$ ).

Konstanty  $A$  a  $B$  vypočtené a) z pokusných filtrací suspenzí, b) z veličin uvedených v rov. (6) mají praktický význam pro výpočet doby filtrace  $\tau$  suspenzí při konstantní tlakové diferencii :

$$\tau = \frac{V_f}{B} (V_f + 2A) = \frac{\eta}{\Delta p S} V_f \left( \frac{\alpha \rho_f W_k}{\rho_k S} V_f + 2R \right)$$

## Sestava aparatury



Uvedená filtrační aparatura je modifikací filtračního zařízení podle Kafarova, ve kterém je jednoúčelová odměrná nádoba nahrazena běžně dodávanou odsávací baňkou s pokusně napsanou stupnicí objemů. Filtrační přepážka 4' má při promývání koláče 5 zabránit jeho erozi nárazem filtrátu vytékajícího z baňky 6.