

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Energiatehnoloogia instituut

Laboratoorne töö õppeaines
KAT0125 Rakenduslik vedelike ja gaaside voolamine
keskkonnakaitse tehnoloogiates

FILTERPRESS

Tallinn
2019

1. SISSEJUHATUS

Filtrite arvutamiseks on vaja eelnevalt teada nn filtrimise konstante, mis iseloomustavad filterkoogi ja filterriide takistusi.

Arvestades tegureid, mis mõjutavad filtrimise protsessi, võib filtrimise seaduse kõige üldisemal kujul esitada järgmiselt:

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta p}{R}, \quad (1)$$

kus dV on aja $d\tau$ jooksul 1 m² filtriva pinna kohta saadud filtraadi hulk, m³/m², $dV/d\tau$ – filtrimise kiirus, m³/(m²·s), Δp – protsessi liikumapanev jõud, Pa, R – filtrimise takistus, N·s/m³.

Filtrimise takistus koosneb filterkoogi takistusest R_k ja filterriide takistusest R_r ,

$$R = R_k + R_r.$$

Kuna filterkoogi takistus on proportsionaalne tekkinud filterkoogi paksusega ja seega ka saadud filtraadi hulgaga, siis:

$$R_k = K' \cdot V,$$

kus K' on proportsionaalsuse tegur.

Filterriide takistuse väljendamiseks võib kasutada 1 m² filtriva pinna kohta saadavat filtraadi hulka, mis on vajalik sellise paksusega filterkoogi tekkimiseks, mille takistus on võrdne filterriide takistusega, s.t. $R_r = K' \cdot C$. Sel juhul kogutakistus:

$$R = K'(C + V). \quad (2)$$

Kui $\Delta p = \text{const}$, siis saab seostest (1) ja (2) pärast integreerimist filtrimise põhivõrrandi järgmisel kujul:

$$V^2 + 2CV = K\tau, \quad (3)$$

kus τ – filtrimise kestvus, s; C – filtrimise konstant, mis iseloomustab filterriide hüdraulilist takistust, m³/m²; K – filtrimise konstant, mis iseloomustab filtrimise režiimi, filterkoogi ja vedelfaasi füüsiko-keemilisi omadusi, m²/s.

Filtrimise põhivõrrand annab seose aja τ jooksul läbi 1 m² filtriva pinna voolanud filtraadi hulga V ja filtreerimise kestvuse vahel.

Filtrimise konstant K

$$K = \frac{2\Delta p}{K'} = \frac{2\Delta p}{\mu \cdot r_0 \cdot x_0}; \quad (4)$$

μ – filtraadi dünaamiline viskoossus, Pa·s; r_0 – filterkoogi eritakistus, m/kg; x_0 – 1 m³ filtraadi saamisel filterriidele eraldunud filterkoogi mass, arvestatuna absoluutselt kuivale ainele, kg/m³.

Konstandid K ja C määratakse katseliselt.

Filtrimise kiirus antud ajahetkel arvutatakse seosest:

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{K}{2(V + C)}. \quad (5)$$

Konstantide K ja C leidmiseks katseandmete põhjal teisendatakse võrrand (5) kujule (6):

$$\frac{\Delta\tau}{\Delta V} = \frac{2}{K}V + \frac{2C}{K}. \quad (6)$$

Seos (6) on sirge võrrand koordinaatides $\Delta\tau/\Delta V - V$, (Joonis 1), kus $\Delta\tau$ ja ΔV tähistavad ajaintervalli ja sellel vastavat filtraadi koguse juurdekasvu.

Joonisel 1 toodud sirge tõusunurga tangens avaldub: $\text{tg } \alpha = 2/K$, mille kaudu leitakse filtreerimise konstant K . Joone lõikepunkt abstsissiteljega määrab filtrimise konstandi C väärtuse ja lõikepunkt ordinaatteljega ($V=0$) lõigu pikkuse $2C/K$.

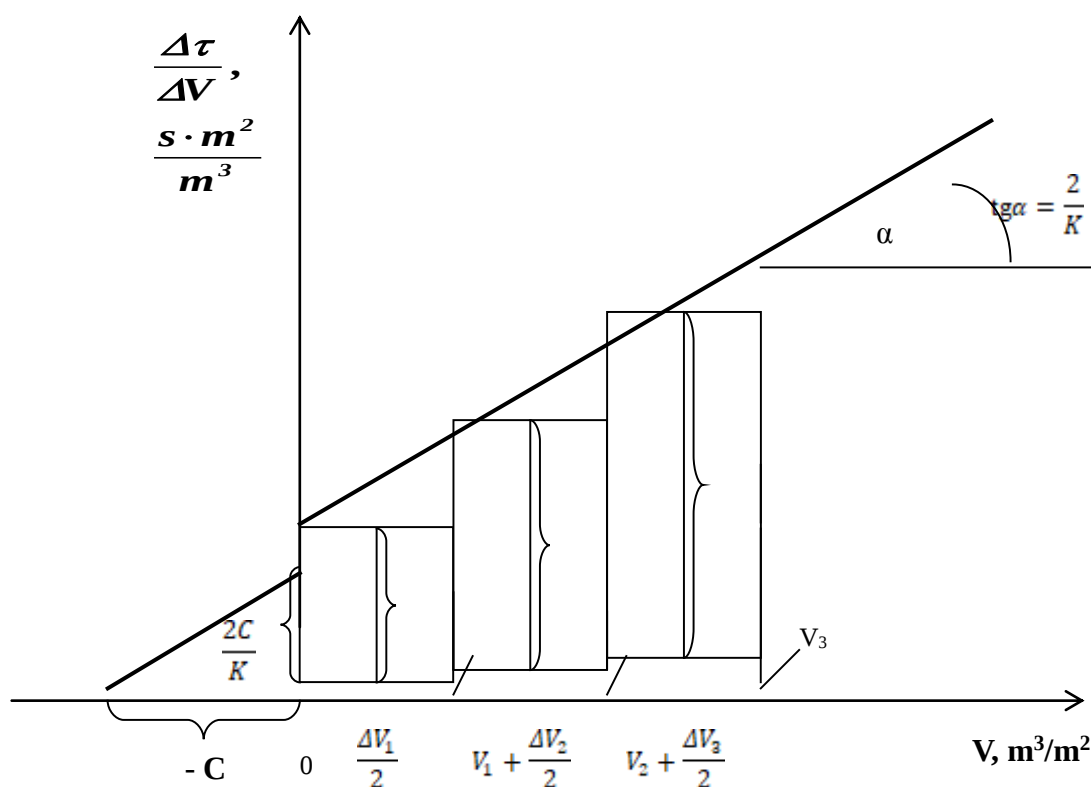
Filterkoogi eritakistus r_0 avaldatakse võrrandist (4) järgmiselt:

$$r_0 = \frac{2 \cdot \Delta p}{K \cdot \mu \cdot x_0} \quad (7)$$

x_0 väärtuse võib eelnevalt arvutada seosest:

$$x_0 = \frac{\rho \cdot x}{1 - mx}, \quad (8)$$

kus ρ – filtraadi tihedus, kg/m³; x – tahke faasi kontsentratsioon suspensioonis, kg/kg; m – 1 kilogrammile filterkoogis sisalduvale kuivainele vastav märja filterkoogi kaal, kg/kg.



Joonis 1. Filtrimise konstantide graafiline määramine

2. TÖÖ EESMÄRK

- 2.1. Tutvuda raamfilterpressi ehituse ja tööga.
- 2.2. Teostada kriidi ja vee suspensiooni filtrimine kahel erineval konstantsel rõhul.
- 2.3. Määrata filtrimise konstandid ja filterkoogi eritakistus mõlema rõhu puhul.

3. TÖÖ KÄIK

Katses kasutatakse raamfilterpressi, mille skeem on toodud Joonisel 2. Filterpress on voolikuga ühendatud agitaatoriga 2, kus asub kriidi ja vee suspensioon. Filterpress koosneb filter-, raam- ja pesuplaatidest, millised on tähistatud vastavalt märkidega o, oo, ooo. Plaadid on varustatud kanalitega 11 ja 12 suspensiooni ja pesuvee sissejuhtimiseks ning kraanidega 9 filtraadi äravooluks. Suspensioon ja pesuvesi juhitakse filterpressi kolbpumba 4 abil. Pumbal on õhuruum ja manomeeter 6 pesuvee või suspensiooni rõhu mõõtmiseks.

Seada kokku filterpress filtrimiseks ühe raamplaadiga ja ilma pesuta. Seejuures on esimeseks plaadiks kohtkindlalt kinnitatud erifilterplaat (algplaat). Süsteem lõpeb nn. lõpp-plaadiga, mis võib töötada nii filter- kui ka pesuplaadina. Raamplaadi ja filterplaatide vahele asetatakse filterriided. Plaadid asetsevad õigesti filterpressis siis, kui neile märgitud täpid jäävad paremale poole, vaadates filterpressi peapoolsest otsast. Kontrollida tuleb ka, kas plaatide all asetsevad kraanid on avatud. Järgnevalt tihendatakse filterpress hoolikalt jõukruvi abil, kasutades selleks vastavat võtit.

Viiakse nivoo filtraadi kogujas 0-jaotusele, avatakse agitaatori all asetsev kraan ja alustatakse pumpamist. Katse alguseks tuleb lugeda aega, millal filtraat hakkab voolama nivoonõusse, mis on varustatud mõõtklaasiga. Siis käivitatakse ka stopper.

Pumpamisel tuleb püüda kiiresti saavutada nõutav töö rõhk, mis määratakse juhendaja-õppejõu poolt. Fikseeritakse ka töö rõhu saavutamiseks kulunud aeg ja filtraadi hulk. Edasi tuleb hoida töö rõhk konstantsena kogu katse vältel.

Samal ajal tuleb pidevalt mõõta eraldunud filtraadi hulka ja selleks kulunud aega, fikseerides igal nivoo täissentimeeril jooksva aja. Ühele cm-le nivoo muutusele vastab 80 ml filtraati. Kui filtrimise kiirus järsult väheneb (algab koogi kokkusurumine), tuleb katse lõpetada.

Järgnevalt suletakse segaja alla asuv kraan, lastakse pumba juures oleva kraani 5 kaudu rõhk filterpressist välja, eraldatakse plaadid, kaalutakse saadud filterkook ja võetakse proov niiskussisalduse määramiseks. Mõõta tuleb ka filtriva pinna suurus.

Analoogiliselt teostatakse katse teise rõhu juures.

Katseandmete registreerimine:

Katsest saadud andmed esitatakse vastavalt tabelile 1.

Tabel 1. Katseandmed

Filtriva pinna suurus:

Nr	Töörõhk P= lbf/in ² =						Töörõhk P= lbf/in ² =					
	= Pa						= Pa					
	Aeg τ , s	$\Delta\tau$, s	Ni- voo h, cm	Filt- raat V, l	ΔV l	$\frac{\Delta\tau}{\Delta V}$	Aeg τ , s	$\Delta\tau$, s	Ni- voo h, cm	Filt- raat V, l	ΔV l	$\frac{\Delta\tau}{\Delta V}$
1.	0											
2.												
...												

Filterkoogi kaal:

Filterkoogi niiskussisaldus:

Filterkoogi kaal:

Filterkoogi niiskussisaldus:

4. KATSEANDMETE TÖÖTLEMINE

Töö protokoll peab sisaldama järgmisi osi:

4.1. Töö ülesanne.

4.2. Katseseadme skeem (plaatide asetus).

4.3. Katseandmed.

4.5. Arvutused:

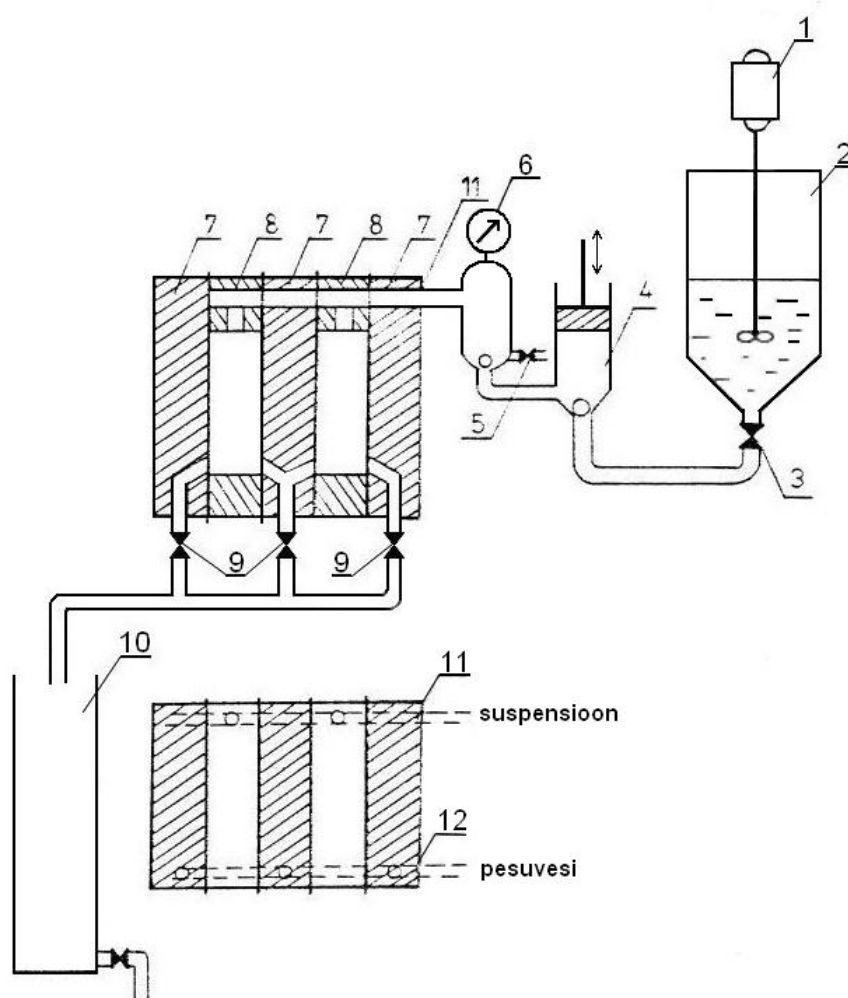
- filtrimise kiiruse pöördväärtuse sõltuvus filtraadi hulgast mõlemal töörõhul. Sõltuvus esitada graafiliselt. Graafiku koostamisel arvestada, et suhe $\Delta\tau/\Delta V$ vastab intervalli ΔV keskmisele väärtusele.
- filtrimise konstantide K ja C väärtused ning fiktiivse koogi tekkimise vajalik filtraadi hulk kasutatud töörõhkudel, võttes aluseks graafiku andmed.
- filterkoogi eritakistused kasutatud rõhkudel.

4.6. Kokkuvõte ja järeldused katse tulemustest:

Esitada töö tulemused. Kas ja kuidas sõltusid filtrimise konstandid ja filterkoogi eritakistus ja fiktiivse koogi tekkimiseks vajaliku filtraadi hulk kasutatud rõhust? Kas graafikul toodud katsepunktid (ka keskmises osas) paiknesid sirgel? Kui mitte, siis miks? Millised järeldused teha koogi iseloomu kohta? Millised ja kui suured võisid olla katsevead töö teostamisel?

KIRJANDUS:

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1971. 784 с.
2. Руководство к практическим занятиям в лаборатории по процессам и аппаратам химической технологии. Л.: Химия, 1969, 1975.
3. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л.: Химия, 1987. 567 с.
4. W.L.McCabe, J.C.Smith, P.Harriot. Unit Operations of Chemical Engineering. 5th ed., 1993



Joon. 2. Filtrimise katseseadme skeem:

- 1- segaja elektrimootor; 2- agitaatori paak; 3- kraan;
 4- kolbpump; 5- rõhu väljalaskmise kraan; 6- manomeeter;
 7- filterplaadid; 8- raamplaadid; 9- filtraadi ärajooksu-
 kraanid; 10- mõõtsilinder filtraadi kogumiseks; 11- sus-
 pensiooni pealeandmise kanal; 12- pesuvee kanal.