

Elektrostatik (1)

Yazan :
F. G. EICHEL

Çeviren :
Oğuz ESMER
Elek. Y. Müh.
Unilever

(Geçen sayıdan devam)

6. BİR CİSMİN KAPASİTESİ

Bir cismin kapasitesi $C = q/V$ dir. r yarıçap-
h bir küre için $V = kQ/r = Q/4\pi\epsilon_0 r$ olduğuna
göre kapasite :

$$C = i\text{-neto} \quad (31)$$

olur. r yi cm cinsinden alarak birimlerin kulla-
nılmasyla:

$$0 = 14^{\wedge} (\epsilon) (8,85 \cdot 10^{-12} \text{ amp. san/volt cm}) (\text{rem})$$

$$\text{amp. san/volt } 10^{\wedge} \text{VM}_{\text{faraş}}$$

$$\frac{1 \text{ farad}}{\text{farad}}$$

$$C = 1,11 \epsilon_r [w P]$$

Yalan cisimlerin etkisi: Bir küre durumunda,
kapasite üzerindeki etki, eğer kürenin merkezine
olan uzaklık r yarıçapının on katından daha kü-
çük değilse, % 111 geçmez. Eğer uzaklık yarı-
çapın beş katı ise kapasite üzerindeki etki % 25 i
geçmez.

Paralel iki yüklü levhann kapasitesi gene
 Q/V dir. $V = \frac{Q}{\epsilon_0 A} L$ olduğundan :

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{L} \quad (33)$$

olur. A cm², L cm cinsinden alınarak birimlerin
kullamlmaaiyle:

$$C = \frac{(A \text{ cm}^2) (\epsilon) (8,85 \cdot 10^{-12} \text{ amp.san./volt.cm})}{L \text{ cm}}$$

$$\frac{1 \text{ farad}}{\text{amp.san/volt}} \cdot \frac{10^{\wedge} \text{ } ^{\wedge} F}{\text{farad}}$$

$$C = 8,85 \cdot 10^{-12} A_{\epsilon} / L [^{\wedge} F] \quad (34)$$

bulunur.

Diğer geometrik şekillerin kapasiteleri ben-
zer şekilde hesaplanabilir, meselâ Kısım 3 de
bahsedilen bir iletkeni çevrellyen bir silindir gi-
bi.

7. DİNLENME (DAĞILMA) ZAMANI VE YARI-DEĞER ZAMANI :

Dinlenme zamanı bir yükün kaçak yoluyla
dağılması için gerekli zamandır. Bu $t = \epsilon_0 / \gamma =$

RC ye eşittir. R ohm, C mikromikrofarad ($\wedge F$)
cinsinden olmak üzere birimlerin kullanılmasyla:

$$t_d = (R \text{ ohm}) (C_{\text{Mikro}} \text{ } ^{\wedge} F) \left(\frac{1 \text{ farad}}{10^{12} \mu\mu F} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ amp.san/volt}}{\text{farad}} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ volt}}{\text{ohm.amp.}} \right)$$

$$t_d = 1 \cdot 10^{-12} RC \text{ saniye} \quad (35)$$

bulunur, y terimi genel olarak mho/cm (veya
1/ohm. cm) cinsinden verilir ki burada $y = 1/RL$
dir. Birimleri kullanarak •

$$t_d = \epsilon_0 / \gamma = \frac{(\epsilon) (8,85 \cdot 10^{-12} \text{ san/ohm.cm})}{(y) (1/\text{ohm.cm})}$$

$$t_d = 8,85 \cdot 10^{-12} (\epsilon/y) \text{ saniye} \quad (36)$$

elde edilir.

Bir kondansatörden kaçan akım I dir.

$$I = -dQ/dt = V/R \quad (37)$$

Bir kondansatördeki Q yükü CV ye eşittir.
Bir levha kondansatör için C denklem (33) ten
 $C = \frac{\epsilon_0 A}{L}$ dir. Şu halde $Q = V \epsilon_0 A/L$ ve
 $V = QL/\epsilon_0 A$ dir. Keza $R = L/Ay$ dir. Böylece
 $-dQ/dt = (QL/\epsilon_0 A) (Ay/L) = Q \frac{y}{\epsilon_0} dt$ olur.
 $t_d = \epsilon_0 / y$ (1) ifadesini kullanarak $dQ/Q = (1/t_d)$
dt bulunur. Buradan:

$$\ln Q = -(\gamma/\epsilon_0) t + a \text{ sabiti}$$

$$Q = Q_0 e^{-(\gamma/\epsilon_0) t} = Q_0 e^{-t/t_d} \quad (38)$$

elde edilir ki burada Q_0 kondansatör üzerindeki
ilk yüküdür.

t 1/j ile gösterilen «yan-ömür» veya «yarı-değer
zamanı» Q_0 in $Q_0/2$ ye düşmesi için geçen za-
mandır. (38) denkleminde:

(1) Yükün toprağa akmasında primer yolun sıvı
olduğu durumlarda t_d dağılma zamanının, yal-
nız sıvının dielektrik sabiti ve iletkenliğine
bağlı olduğuna dikkat edilmelidir.

$$Q_0/2 = Q_0 \cdot e \rightarrow t/2td$$

yazılır. Buradan:

$1/2 = e (-t'/a/td)_{ve} e (tM_1/td) = 2'$ bulunur. Bu sebepten $t'/a/t_d = \ln 2 = 0,693$ ve levha şeklindeki, bir kondansatör için:

$$tV_2 = 0,603 t_d \quad (39)$$

elde edilir.

8. YÜKLÜ KONDANSATÖRLERİN - ENERJİSİ,-

Bir kondansatör üzerindeki Q yükünü Q+dQ ya çıkarmak için sarfedilen işin miktarı dJ = V dQ dur ki burada V yükün Q olduğu zamanki potansiyeldir. V = Q/C olduğu için yapılan toplam iş J = fdJ = f(Q/C) dQ = QV/2C olur. V = Q/C yerine konursa J = CV^2/2 veya J = QV/2 biriken enerji miktarını verir. Böylece esas denklemler verilebilir:

$$J = CV^2/2 \quad (40)$$

$$J = QV/2 \quad (41)$$

$$J = Q^2/2C \quad (42)$$

C yi ϵF cinsinden alarak pratik sisteme çevirebiliriz:

$$J = \frac{(Q^2/2) \cdot (V^2 \text{ volt}^2)}{(1 \text{ amp.san./volt})} \cdot \frac{1 \text{ joule}}{(\text{volt.amp.san.})}$$

$$J = \frac{10^{-12} \mu\mu F}{2} \cdot \frac{1 \text{ joule}}{(\text{volt.amp.san.})}$$

$$J = 5.10^{-13} CV^2 \text{ joule veya } J = 5.10^{-12} CV^2 \text{ mJ/joule} \quad (43)$$

bulunur. Benzer şekilde, Q coulomb olarak alınır:

$$J = \frac{(Q \text{ coulomb}) (V \text{ volt})}{2} \cdot \frac{1 \text{ Joule}}{(\text{volt.amp.san.})}$$

$$J = 0,5 QV \text{ joule veya } J = 500 QV \text{ mJ/joule} \quad (44)$$

Q coulomb, C mikromikrofarad (μF) olarak alınır J enerjisi aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir.

$$J = \frac{Q^2/2 \text{ coul. v } 2 \text{ farad}}{2} \cdot \frac{\text{coul./volt}}{\text{farad}}$$

$$J = \frac{\text{joule}}{\text{coul.volt}} \cdot \frac{10^3 \text{ m joule}}{\text{joule}} \quad (45)$$

$$J = 5.10^{-12} Q^2/C \text{ mili joule}$$

8. AKIŞ AKIMI

Akış akımı, meselâ bir boru içinde akan sıvıda olduğu gibi, bir akışkanın akması sırasında elektronların kazancı (veya kaybı) suretiyle hasil olan elektrik akımıdır.

Akışkan ve borunun ortak yüzeyinde bir tarafta pozitif, diğer yüzde negatif olmak üzere çoğu zaman düzgün olmayan bir elektron dağılımı vardır; buna «elektriksel tabaka çifti» denir, iyon ihtiva eden akışkanlar için bu tabaka boru çapına göre çok incedir; bu sebeple akış akımı için denklem kurulurken tabaka çifti, genişliği borunun iç çevresine eşit ince bir tabaka olarak gözönüne alınabilir.

Akış akımı, hasil olan s yük yoğunluğu ve tabaka çiftinin x kalınlığı boyunca hareket eden akışkanın v hızının integrali ile elde edilir. Boru çapı d olduğuna göre tabaka çiftinin genişliği $7T/d$ ve akış akımı $I_s = w d \int I \text{ sv dx}$ olur.

LAMİNER AKIŞ. — Laminer akış durumunda, kayma τ ve viskozite η , hız gradyanı $\frac{dv}{dx}$ e bağlıdır. Boru cidarında $T^* = \tau_0$ du" ve ince tabakadaki hız $v = \frac{\tau_0}{\eta} x$ olacaktır.

Kısım 5 deki bağıntılarda $dE_1 = (s/\epsilon\epsilon_0) dx$ ifadesini çıkarmıştık- $E = -dV/dx$ olduğundan $dE/dx = -d^2V/dx^2$ olur. Bu sebepten $s = \epsilon\epsilon_0 (dE/dx) = -\epsilon\epsilon_0 (d^2V/dx^2)$ yazılabilir.

$$I_s = v d \int s v dx = 7T d \int \frac{\tau^*}{\mu} dx = \frac{\pi d^3 \tau \epsilon \epsilon_0}{\mu}$$

$$x \frac{dx^2}{d^2V} dx$$

Kısmî entegrasyonla :

$$x \frac{dx^2}{d^2V} dx = \frac{\pi d^3 \tau \epsilon \epsilon_0}{\mu} \left[x \frac{dV}{dx} - \int \frac{dV}{dx} dx \right]_{x=0} = 0$$

bulunur ki bu entegrasyonun $x=0$ olduğu cıdardan, sıvı içinde dV/dx in sıfır olduğu noktaya kadar yapıldığını gösterir. Ük terim $x(dV/dx)$ her iki sınır için sıfırdır. $\int (dV/dx) dx$ integrali sıvı hacmi ile sıvının cidar boyunca harekete başladığı yerdeki düzlem arasındaki (zıt işaretli) potansiyel farkıdır ki buna ekseriya «zeta potansiyeli» denir. Şu halde :

$$I_s = \frac{\pi d^3 \tau \epsilon \epsilon_0 \xi}{\mu} \quad (46)$$

Eksi işaret, cidar pozitif yüklendiği zaman yükün negatif olduğunu gösterir. Bu bağıntı elektrik akımının, akış türbülanslı da olsa, laminer tabakada sınırlandırıldığını gösterir.

(46) denklemini τ ya göre daha çok bilinen terimlerle ifade etmek için, $f = \tau / (0,5p v^2)$ ve $\tau = 0,5 fp v^2$ olduğuna dikkat edilirse :

$$I_s = -0,5f v \text{Hurd}^{\wedge/\wedge} \quad (47a)$$

yazılabilir. (47a) denklemi Reynold sayısı terimleriyle yazılarak $N_{Rc} = dv p / \wedge$ (aşağıdaki nota bakınız) ve $p = N_{Rc} u / dv$ olduğuna dikkat edilerek :

$$I_s = -0,5f N_{Rc} v_{rfe\epsilon_0} \quad (47b)$$

bulunur. (46) denklemi basınç düşümü cinsinden ifade edilirse, A_p 'nin kayma gerilmesi τ ile f ve N_{Rc} ye bağlı olduğu gözönünde tutularak :

$$I_s = - (A_{\epsilon\epsilon_0} \epsilon / L_{\mu}) \Delta p \quad (49)$$

elde edilir.

Jiratlk mühendislik birimlerinin kuUanımla-
sıyla, pg/cm^2 , hız cm/san , boru çapı d cm , zeta potansiyeli ϵ volt, vizkozite η santipuzaz ($0,01 g-kulic / om. san$) ve mutlak dielek-trlk sabiti $\epsilon_0 = K 8,85.10^{-10} amp, san/volt cm$ cinsinden alınarak (47a) denklemi :

$$I_s = 1,39.10^{-11} f \sqrt{2(d_{\epsilon\epsilon} / \mu)} \quad (50)$$

halini alır (47b) ise :

$$I_s = 1,39.10^{-11} f N_{Rc} v_{\epsilon} \quad (51)$$

olur. Boru veya kanal kesiti A için cm^2 ve ip için g/cm^3 kullanılarak (49) denklemi :

$$I_s = 8,7.10^{-11} (A^{\wedge/\wedge}) (AP/D) \quad (52)$$

olur. Türfüla,nşlı aqış için, çıkarılan denklem.:

$$I_s = \frac{W v_{ort}}{8} \quad (53)$$

olur ki burada δ tabaka- çiftinin kalınlığını ve v_{ort} ortalama hızı göstermektedir. Bu denklem türbülanslı akışlı hidrokarbonlar için kullanılmadır; çünkü burada tabaka çifti kalınlığı laminar tabakadakinden daha büyük olabilir ve muhtemelen olacaktır.

Reynold Sayısı için Düzeltme Faktörü

Boyutsuzluk elde etmek için Reynold sayısı gram-cm-san. sistemi cinsinden ito.de edil-
melidir. Mama/ih terimler genel olarak gram/emi cinsinden ifade edilen ρ cm/san cin-
sinden v , cm cinsinden d , ve santipuzaz cinsinden η 'yu ihtiva eder Bu değerler boyutsuz
bir Reynold sayısı vermezler, bu sebepten bir düzeltme faktörüne ihtiyaç gösterirler. Eğer
bu boyutları yerlerine koyarsak $IV_{ic} = (Jt_{\rho} / \mu)$ formülü $W_{Rc} = (cm) (cm/san) g/cm^3 / cp$
bir faktör olur $1 cp (santipuzaz) = 0,01 g/(san) (cm)$ olduğuna göre faktör

$$\frac{(g) (cm) (cm)}{(emi) (san) (cp)} \cdot \frac{(1 cp) / (san) (cm)}{(0,01 g)} = 100$$

olur. Böylece

$$N = 100 \quad dv_{D/\rho} \quad (48)$$

elde edilir.

(53) denkleminde faydalanılarak ve önceki aynı birimler kullanılarak, 5 tabaka çiftinin kalınlığı olduğuna göre :

$$I_s = 1,92.10^{-11} (d_{el} | v_{ort} / 5) \quad (54)$$

elde edilir ki burada :

$$\delta = \sqrt{v D_m t_d} \quad (55)$$

dir. Son denklemlerde eksi işaret ihmâl edilmiştir.

Tabaka çifti kalınlığı, tabaka çiftininkine eşit bir kapasiteyi havi bir k^{on} dansatörün plâkaları arasındaki uzaklığa eşittir. Çeşitli ifadeler kullanılabilir, şöyle ki :

$$\delta \equiv v b_m t_d = \sqrt{\frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot BT}{2nZ^2 e^2}} \quad (56)$$

(53) ve (55) denklemleri kombine edilirse :

$$I_s = \pi d_{\epsilon}^2 v_{ort} \sqrt{\frac{\gamma \epsilon \epsilon_0}{D_m}} \quad (57)$$

Laminer akışta (47b) denklemi $I_s = -0,5 f N_{Rc} v_{\pi \epsilon \epsilon_0}$ türbülanslı akışta (53) denklemi $I_s = -7rd_{\epsilon} v_{ort} / 3$ yi ifade eder. Laminer akışta $f = 16 / N_{Rc}$ olduğuna göre türbülanslı akıştaki akış akımının laminar akıştakine oranı :

$$\frac{I_s (\text{türb})}{I_s (\text{lam})} = \frac{\pi d_{\epsilon}^2 v_{ort} N}{0,5 \delta 16 N_{Rc} v_{\pi \epsilon \epsilon_0}} = \frac{d}{88} \quad (58)$$

Bu denklemlerin boru içinde akan akışkanların akış veya yük akımının hesabında kullanıldığına dikkat edilmelidir. Hattaki bir filtre yük akımı ve potansiyelim arttırır.

$V_s = I_s R$ olduğu gözönünde tutularak V_s akış potansiyeli tayin edilir; buradaki R boru veya kanal içindeki akışkan sütununun direncidir. Tarif olarak $R = L / Ay$ dir ki L akışkan sütununun uzunluğu, A kesiti ve y mho/birim uzunluk cinsinden özgül iletkenliktir. Böylece :

$$V_s = \frac{I_s L}{A \gamma} = \frac{\epsilon \epsilon_0 \xi}{\gamma \mu} \cdot AP \quad (59)$$

yazılır. Benzer şekilde I_s için yazılan diğer denklemleri de kullanabiliriz.

9 - ÇÖKELME POTANSİYELİ VE ALAN ŞİDDETİ

Bir başka sıvı içinde çökelen bir karışmaz malzemenin (meselâ bir hidrokarbon tabakasından çökelen su) damlacıkları tarafından hasil edilen çökeltme potansiyeli ve alan şiddeti, akış miktarlarına benzer şekilde tayin edilebilir. Hız için Stoke Kanunu pullanılarak :

$$E = \frac{2 \epsilon \epsilon_0 \gamma g (\Delta \rho) \xi}{3 \gamma \alpha \mu} \quad (60)$$

yazılır.

Birimlerin çevrılmasıyle :

$$E = \frac{2(\epsilon) (8,85.10^{-12} \text{amp.san/volt.cm}) (\gamma)}{3(\gamma.1/\text{ohm.cm}) (\alpha) (\epsilon \cdot \text{cp})}$$

(980 cm/san*) (A_s , g/cm³) (ϵ , volt)

$$E = -5,8.10^{-10} [y(\epsilon \cdot p) \epsilon / y_{ajj}] \text{ volt/cm} \quad (61)$$

Burada y dağılmış fazın toplam hacminin kesri, A iki fazın yoğunluğu arasındaki fark ve α bir faktördür. Bu faktör :

$$\alpha = 1 + \frac{2 \cdot y}{\mu} \left(\frac{\epsilon \epsilon_0 \xi}{y^{a'}} \right)^2 \quad (62)$$

şeklinde ifade edilir. Sadeleştirilirse :

$$\alpha = 1 + \frac{2 \cdot y y}{\mu} \left(\frac{\epsilon \epsilon_0 \xi}{y^{a'}} \right)^2 = 1 + \frac{2 \cdot y}{\nu - y} \left(\frac{\epsilon \epsilon_0 \xi}{a'} \right)^2$$

Birimler çevrilerek :

$$\alpha = 1 + 1,57.10^{-11} \frac{y}{\gamma \mu} \left(\frac{\xi \epsilon}{a'} \right)^2 \quad (63)$$

elde edilir ki burada a' cm cinsinden damlacık veya partikülün yarıçapıdır.

Alan şiddeti E nin yalnız α faktörü vasıtasıyla partikül büyüklüğü a' ye bağlı olduğuna dikkat edilmelidir. α nın 1 e eşit olduğu şartlarda ikinci fazın dağılma derecesi değil, yalnız miktarı önemlidir. Böylece su-hidrokarbon sisteminde çökeltme potansiyeli yayılan fazın (suyun) miktarına bağlıdır.

Daha önce yapıldığı gibi V (18) denkleminde verilen esas bağıntıdan hesaplanabilir.

$$V = J \cdot dx.$$

(Devamı gelecek sayıda)

ODAMIZ ÖZEL YARDIM SANDIĞINA ÜYE OLUNUZ

Sandık Tüzüğü Dergimizin muhtelif sayılarında yayınlanmıştır. Bu tüzüğe göre : sandık üyelerinden birisinin vefatı veya bir kaza geçirmesi halinde kanunî hiçbir formaliteyi beklemeden derhal ve nakit olarak ödeme yapılmaktadır. İhtiyaç anındaki bu yardımın değeri takdirinize kalmıştır.

Sandığın üye sayısı halen 310 dur. Odamıza kayıtlı üye sayısı 2500 ü aşmıştır. 1000 kişi sandığa üye olsa sandık üyelerinin birinin vefatında ödenecek miktar 25.000 TL olacaktır.

Alâkanız menfaatiniz icabıdır. Kendinizi değil ailenizi düşününüz.