

† *Andrei Ioachimescu*

† ANDREI IOACHIMESCU

de Prof. D. Germani

« Putința de a trăi noi înșine în
sufletul altuia e singura adevărată
valoare omenească ».

V. PĂRVAN.

În zorii zilei de 13 Martie 1943, s'au stins ultimele pâlپări ale unei vieți din cele mai rodnice: nobila viață a lui *Andrei Ioachimescu*, care a lăsat urme neșterse în mișcarea noastră culturală și economică din ultimii 50 de ani.

Un neobișnuit de lung și greu chin a sfârșit prin a răpi din mijlocul nostru la vârsta de 75 de ani, pe acest venerat profesor și om de mare acțiune. Deși toată lumea știa că *Andrei Ioachimescu* suferea de o boală ce-l reținea de ani de zile în casă, era cunoscut însă că aceasta nu-l împiedeca să continue de a dărui din inepuizabilele resurse ale viei sale inteligențe și din neasemuita sa putere de muncă. El lucra încă cu pasiune la publicarea tratatului său de Mecanică, ajutat de fostul său asistent credincios *Ing. Stoenescu*; de asemenea lucra la expedierea afacerilor « Soc. Cartea Românească », unde n'a încetat un moment să activeze ca administrator delegat dela chiar întemeierea Societății. De aceea moartea sa a fost totuși o surprindere dureroasă pentru toți prietenii și admiratorii săi, cari la *idele* lui Marte s'au adunat în număr foarte mare ca să-i aducă, în mult neîncăpătoarea biserică din str. Buzești, ultimul lor omagiu.

Origina și studii. Mlădiță a trunchiului românesc din Ardeal — cobora dintr'o distinsă familie transilvăneană cu numeroși cărturari și multe fețe bisericesti — *Andrei Ioachimescu* vedea lumina zilei la *Ploești* la 31 Octombrie 1868. Străbunicul său este preotul *Ioachim*, cel care în 1784 fuge din Transilvania, fiind condamnat la moarte prin spânzurătoare în timpul lui *Horia* și se stabilește mai întâi la Câmpulung-Muscel, unde păstorește la biserica Sf. Ilie, iar apoi în satul Nedelea unde îl află și ceasul din urmă la 1830. Bunicul său, tot *Ioachim*, e tot preot și păstorește la biserica Maica Precista din Ploești, trecând apoi în același oraș la biserica Sf. Vasile, pe care o zidește din temelie în 1834, iar după mistuirea ei prin incendiu, o reclădește la 1857. Iar tatăl lui, *Gheorghe-Popescu-Ioachimescu*, a fost agricultor și podgo-

rean și totodată efor al bisericii Sf. Vasile, la reconstrucția căreia a luat și el parte.

Andrei Ioachimescu a urmat școala primară la Ploești, primul an în școala particulară a unchiului său, preotul *Nicolae Ioachimescu*, iar următorii la școala primară Nr. 2 a orașului. În clasa I-a a avut ca învățător pe diaconul *Georgescu*, devenit mai târziu Mitropolitul *Pimen* al Moldovei.

În 1880—86 urmează școala comercială din Ploești iar în 1886—87 pe cea din București, după care intră în anul preparator iar în 1888 în anul I al Șc. Naționale de Poduri și Șosele, clasificat primul. Printre cei 18 elevi ai promoției era și *Vasile Cristescu*, un alt stâlp, ca și *Andrei Ioachimescu*, al «Gazetei Matematice», fondată mai târziu de ei, împreună cu profesorii: *Gh. Țițeica* și *Ion Ionescu*.

În Iunie 1892 își ia diploma (Nr. 36) și este numit inginer la Serviciul Studiilor și Construcțiilor din Minist. Lucrărilor Publice, repartizat la construcția liniei Tg.-Ocna—Moinești, după care la puțin timp trece la Serviciul Monopolurilor Statului. În toamna 1892, este trimis de acest Serviciu la Paris, spre a urma cursurile Școlii Centrale de Artă și Manufactură, cu scopul de a se specializa în fabricarea tutunului și chibriturilor. Paralel, se înscrie (Oct. 1892) la Facultatea de Științe din Paris, obținând licența în Matematică la 9 Aprilie 1894. În același an, terminându-și studiile la Școala Centrală de Arte și Manufactură, se reîntoarce la București unde își reia activitatea la R.M.S.

Profesorat. Doi ani după aceasta este numit profesor de Matematică la Școala de Telegraf și Poștă, precum și conferențiar la cursul de algebră superioară dela Facultatea de Științe din București.

În 1897 suplinește pe *Spiru Haret* la catedra de Geometrie Analitică dela Școala Națională de Poduri și Șosele, la care în 1908 este numit profesor de Mecanică rațională — după moartea profesorului *Chirilov*.

Timp de trei decenii *Andrei Ioachimescu* și-a ilustrat catedra, slujind statornic cu devotament și pasiune această instituție de cultură tehnică superioară.

Numele său va rămâne legat de dezvoltarea vechei Școli Naționale de Poduri și Șosele și actuală Politehnică, unde învățământul fundamental al Mecanicii, profesat de acest necontestat maestru, a format structura spiritului ingineresc a atâtor generații.

Expunerea sa clară și însuflețită, raționamentul strâns și convingător, metoda lui excelentă și o artă fără de pereche de pedagog, alcătuiau fondul acestui învățământ al Mecanicii Raționale, pe care *Andrei Ioachimescu*, distins inginer și totodată emerit matematician, îl împărtășea elevilor, captivați de farmecul prelegerilor sale.

În 1937, *Andrei Ioachimescu* simțind, după propria sa mărturisire, că slăbirea sănătății începuse să-i micșoreze puterile necesare unei impecabile slujiri a catedrei, se retrage, dându-și demisia la 1 Noembrie.

În lungul său profesorat *Andrei Ioachimescu* a avut o grijă și o dragoste părintească pentru elevii lui, căroră știa să le câștige inima. El nota și știa situația fiecărui elev, putând-o identifica multă vreme

după absolvire, de câte ori în ședințele consiliului profesoral era nevoie de o informație.

Spiritul său obiectiv de dreptate și dragoste pentru tineretul studios au făcut din el un profesor preferat, a cărui amintire, plină de simpatie, stăruie îndelung și dincolo de băncile școlii. Elevii lui, pentru care cursul său de Mecanică era o desfătare spirituală, apreciau deopotrivă și însușirile sufletești ale acestui dascăl de factură clasică.

La rândul lor și profesorii dela Politehnică stimau și prețuiau cu deosebire pe *Andrei Ioachimescu*, care nu numai că împrumuta Școlii prestigiul complexei sale personalități, dar era și un bun coleg și un neprețuit prieten.

La Gazeta Matematică. În cadrul « Soc. Gazeta Matematică » *Andrei Ioachimescu* a lucrat neîntrerupt dela înființarea ei în 1895, când primul articol apărut (15 Sept.) purta semnătura lui, și până la ultima lui clipă de gândire, publicând articol după articol, precum și probleme de algebră și mecanică. Este duios să reamintim, cu acest prilej, cum, în mansarda tipografiei, *Andrei Ioachimescu* făcea schimbul cu *V. Cristescu* pentru a învăța pe lucrătorul *Mache* să culeagă și să corecteze expresiile matematice.

Lucrări științifice. Din lucrările științifice ale lui *Andrei Ioachimescu* menționăm:

- 1901. Culegere de probleme de aritmetică, geometrie, algebră și trigonometrie în colaborare cu *Gh. Țițeica*, *V. Cristescu* și d-l *Ion Ionescu*.
- 1904. Culegere de probleme de algebră.
- 1922. Culegere de probleme de mecanică și geometrie analitică în colaborare cu *Gh. Țițeica*.
- 1923. Vocabularul matematic — în colaborare cu: *Gh. Țițeica*, *Traian Lalescu*, *Gh. Em. Filipescu* și d-l *Ion Ionescu*.

Mai menționăm cursul litografiat, pe care *Andrei Ioachimescu* avea grijă să-l perfecționeze în fiecare an cu o rară minuțiozitate, precum și 2 volume de probleme propuse de el și rezolvate de elevii școlii.

Sintetizând opera științifică, desfășurată atât în jurul « Gazetei Matematice » cât și în publicarea de lucrări didactice, putem spune, cu teama de a ne repeta, că preocupările sale izvorau din marea lui dragoste pentru tineretul dornic de cunoștințe, căruia i-a închinat activitatea sa științifică, în vederea pregătirii temeinice a acestuia în domeniul științelor pozitive, care formează de altfel și bazele pregătirii ingineresti.

Activitatea în afară de școală. Dar *Andrei Ioachimescu*, cu înclinarea sa pentru științele exacte, cu pregătirea primită în școlile comerciale și cu un simț profund al realităților, câștigat într-o experiență îndelungată, acumulată zi de zi grație unui spirit pătrunzător de observație, a putut fi util țării și în afară de cariera sa profesorală în vastele domenii *technic, economic, industrial* și *social*. Ascendența sa oșebit religioasă și educația primită în cultul adevărului și iubirii de țară, explică fără îndoială simțul adânc de împlinire a datoriei și al muncii conștiințioase, care au făcut din *Andrei Ioachimescu* un realizator pe atât de variate tărâmurii.

La Stat. R.M.S. În primul rând trebuie relevată activitatea lui *Andrei Ioachimescu* în serviciul Statului și în special al R.M.S., unde a funcționat dela 1892 până la 1910, fiind înaintat la 1 Noemvrie 1895 la gradul de subdirector, iar la 29 Martie 1902, de director al manufacturii de tutun « Belvedere ».

La 29 Ianuarie 1903 este numit subdirector general la R.M.S., în care calitate rămâne până la 1905, pentru a se reîntoarce la postul de director al « Manufacturii Belvedere », unde a activat până la 1910. În acest răstimp a adus multe perfecționări la instalații și la metodele de lucru, ocupându-se, din dragoste pentru personal, și cu opere de asistență socială a funcționarilor R.M.S. și a lucrătorilor, care numărau nu mai puțin de 3000 de suflete.

Opera lui *Andrei Ioachimescu* la această instituție de Stat este remarcabilă și a lăsat dăre adânci ale spiritului său de organizator și de om de bine.

În întreprinderile românești. Marele patriot *Vintilă Brătianu* a prețuit cu deosebire cunoștințele și aptitudinile lui *Andrei Ioachimescu*, însușinduși colaborarea lui în acțiunea sa susținută de stimulare a inițiativei românești și de naționalizare a marilor întreprinderi, cari erau aproape exclusiv în mâinile străinilor.

Experiența lui *Andrei Ioachimescu* și rarele lui calități de organizator și administrator, verificate atât în comitetul de direcție al Politehnicei cât și la direcția Regiei Monopolurilor, au fost larg folosite în acea epocă de creație.

N'a fost întreprindere românească, de ex.: « Soc. de Locuințe Ef-tine », « Soc. Govora-Călimănești », « Cartea Românească », « Edilitatea » etc., în care *Andrei Ioachimescu* să nu fi fost unul din principalii fondatori sau însuflețitori, și căreia să nu-i fi imprimat pecetea spiritului său ager și impulsul neobositei sale hărnicii.

De aceea, când se va scrie cândva istoria acelei epoci de renaștere a spiritului românesc de întreprindere, în care munca și priceperea inginerului s'au arătat fecunde, meritul de inițiator și promotor al acestei mișcări va cinsti și numele lui *Andrei Ioachimescu*, alături de aureola lui de profesor.

În mișcarea cooperatistă. Timp de 10 ani a luat parte la îndrumarea mișcării cooperatiste din epoca ce a urmat războiului nostru de întregire. Când anume, *I. Gh. Duca* a transformat structura Cassei Centrale a Cooperatției, pentru a da puțința mișcării cooperatiste să treacă mai adânc dela operațiunile simple de bancă și de exploatare agricole la activități mai dezvoltate industriale și comerciale prin înființarea Centralei Cooperatiste, *Andrei Ioachimescu*, numit membru în Consiliul de administrație al acestei instituții din partea Ministerului de Industrie și Comerț, i-a pus la dispoziție competența sa tehnică și financiară pe tot acest răstimp. Cooperativele de exploatare forestieră și fabricație de cherestea, cooperativele miniere, cele de industrializarea fructelor, de exploatarea bălților și comercializarea peștelui, cooperativele de meseriași, ca și cele de librărie și tipografie, s'au folosit în deosebi de îndrumările sale. Problemele sociale multiple, puse după război,

nu se puteau rezolvi numai prin împrumut și aveau să cuprindă nu numai populația dela câmp, ci din întregul teritoriu atât de variat al țării. Toate aceste probleme au format obiectul preocupărilor lui *Andrei Ioachimescu*.

La sfaturile Statului. El a fost numit de asemenea în Consiliul de administrație al Casei Autonome a Mon. Statului, unde ajunge Președinte de Consiliu, precum și în Consiliul de administrație C.F.R. Aproape nu este mare instituție de stat sau întreprindere particulară în care sfatul lui *Andrei Ioachimescu* să nu fie căutat și folosit.

Ostaș. Biografia lui *Andrei Ioachimescu* n'ar fi completă, dacă nu s'ar spune câteva cuvinte și despre activitatea lui de ostaș.

La 15 Martie 1897 a obținut gradul de sublocotenent în regimentul 1 Geniu; dela 1916—18 *Andrei Ioachimescu* este mobilizat ca ofițer de geniu și ia parte la înaintarea în Transilvania într'un regiment de C.F. în cadrele Armatei de Nord sub comanda Generalului *Presan*. După retragerea din Transilvania, în timpul căreia reușește să evacueze depozitele armatei sub focul inamic, el trece la Marele C. G. În timpul retragerii din Muntenia rămâne printre ultimii la Buzău pentru a executa distrugerii și a împiedeca înaintarea trupelor inamice. În Aprilie 1917 este trimis la Odesa pentru aprovizionări de materiale pentru armată, iar în Iunie 1917 la Petrograd, unde activează ca șef al Serviciului de Aprovizionări și Transporturi, pendinte de Ministerul Munițiilor din țară. În această calitate am avut prilejul să-l întâlnesc în Decembrie 1917, în trecerea mea prin Petrograd spre Londra și Paris unde eram trimis în misiune.

Optimismul și încrederea lui *Andrei Ioachimescu* în victoria noastră finală m'au impresionat în acele vremuri atât de tulburi și întunecate.

Acest optimism și această încredere se întrezăresc și în notele lui scrise, chiar în vremurile triste de exil ce au urmat, la aflarea condițiilor păcii dela Buftea.

Iată un extras din acele note, datat Stockholm 12.III.919 și pe care îl datorăm bunăvoinței fiului său, care ni le-a pus la îndemână.

« Eri am cetit condițiile preliminare de pace. Deși le știam, cetitul lor m'a turburat adânc. Situația noastră este extrem de grea. Este un război cu desăvârșire nenorocit, pe care dușmanii noștri îl exploatează fără cruțare. Toată noaptea nu am dormit și îmi vine să plâng de situația ce ni s'a creat. Spre a nu mă mai gândi caut să lucrez cu toată ardoarea la refacerea culegerii de probleme de algebră, dar lucrarea se resimte de starea mea sufletească; fac greșeli multe din distracție...

« Consecințele sunt grele și nedrepte, dar așa a fost să fie...

« *Eu cred în justiția imanentă a lucrurilor și nedreptatea ce ni se face acum, nu va fi de lungă durată* ».

Credința lui *Andrei Ioachimescu* s'a realizat și optimismul său sănătos nu a fost desmințit de cele ce au urmat.

Sfârșit de viață. Să sperăm că vor fi tot atât de profetice și rândurile, cu care termină următoarea scrisoare din 13 Sept. 1942, adresată fiului său la Odesa:

«Eri am primit două cărți poștale dela tine. Aceea, în care spui că ai intrat în a șasea lună de când ești la Odesa, dar că moralul și sănătatea sunt bune, mi-a deșteptat multe amintiri dela celălalt război. Mă gândeam la cei de atunci: *Diamandi, Drăgănescu, Popa Burcă, Simu, Georgescu, Lălu, Liteanu, Ion* ordonanța, etc.

«Unii nu mai sunt, de alții nu mai știu nimic. Și atunci au fost greu-tăți, dar s'a terminat cu bine. *Sunt convins că și acum va fi tot așa din toate punctele de vedere.* Sănătate și voie bună să fie...».

Cât optimism nu se desprinde din aceste linii duioase, scrise din odaia sa de suferință, în care, viața lui activă și rodnică, scursă în continuă frământare între catedră și posturile lui de comandă, a trebuit să fie confinată, dar unde activitatea sa cerebrală n'a încetat o clipă, până în momentul când puterile lui pământești l-au părăsit.

În această perioadă tragică, în care facultățile lui intelectuale păreau a supraviețui triumfătoare corpului trudit de chinuri, *Andrei Ioachimescu* își vedea lucid sfârșitul, după cum rezultă din ultima scrisoare adresată tot fiului său la 2.II.943:

«Acum te aștept să vii și tu, după cum mi-ai promis. Pe aci a început să miroasă a primăvară. Eu cel puțin o simt, căci toate reacțiunile din corp au început să iasă la suprafață. Ce va mai fi, vom vedea. Deocamdată văd aproape zilnic cum câte unul din contemporanii mei se duc: zilele trecute *N. Teodorescu*, azi *Laurențiu Teodoreanu*; ce să-i faci, «așa e legea naturii».

Acesta parcă a fost cântecul său de lebedă, căci, nu mult după aceea, nobila sa viață a apus.

* * *

Andrei Ioachimescu lasă în inimile tuturor amintirea scumpă a unui om de bine și de o necontestată valoare, cu toată proverbiala lui modestie, fecund prin realizările multiple, cari îi vor perpetua amintirea.

Țara pierde un fiu cu rare însușiri cetățenești, învățământul tehnic superior unul din cei mai autentici reprezentanți ai săi, industria și economia țării un mare animator și sfătuitor.

Societatea Politehnică, din care a făcut parte încă dela înființarea ei, fiind timp de 42 de ani membru în Consiliu — un timp chiar vicepreședinte —, pierde unul din cei mai străluciți membri ei săi, din acei ingineri, a căror universalitate de cunoștințe și fecunditate de concepție și de muncă a însemnat la noi o etapă de dezvoltare și de progres și pe care Corpul Tehnic Român îi va revendica totdeauna cu mândrie.

ELEMENTE PENTRU CALCULUL CONDUCTELOR

de Ing. IULIAN MATEESCU

1. Vom considera trei formule pentru calculul conductelor de oțel și anume:

$$I. Q = C \sqrt{D^5 \mathcal{F}}$$

$$II. Q = \frac{13,316}{(10^6 \nu)^{0,1428}} D^{\frac{4,75}{1,75}} \mathcal{F}^{\frac{1}{1,75}} \quad (\text{Blasius})$$

$$III. Q = \frac{11,3027}{(10^6 \nu)^{0,0789}} D^{\frac{5}{1,875}} \mathcal{F}^{\frac{1}{1,875}} \quad (\text{Biel})$$

în care notațiunile sunt:

Q debitul conductei în litri/minut

D diametrul conductei în cm

\mathcal{F} pierderea de sarcină în metri coloană de lichid pe metru

C din formula I este o constantă cu valoarea ¹⁾

$C = 14,5$ pentru petrol lampant

$C = 11,5$ pentru țitei

ν viscozitatea cinematică a lichidului, în $m^2/sec.$, deci $10^6 \nu$ este viscozitatea exprimată în centistok (cSt).

În toate cazurile pe care le vom examina mai departe, vom presupune că toate conductele sunt parcurse de un același lichid cu o anumită viscozitate. Structura formulelor I, II și III este deci aceeași și le putem scrie sub formă generală:

$$Q = CD^a \mathcal{F}^b.$$

C fiind o constantă.

¹⁾ Tancred Constantinescu, *Memoriu asupra motorilor și pompelor din Stațiunile de pompare Ploiești, Buzău și Hagiieni*. Tip. • Eminescu, București, 1913.

Valorile exponenților a și b sunt:

	a	b	$\frac{1}{b}$
Formula I .	$\frac{5}{2}$	$\frac{1}{2}$	2
« Blasius » .	$\frac{4,75}{1,75}$	$\frac{1}{1,75}$	1,75
« Biel » . .	$\frac{5}{1,875}$	$\frac{1}{1,875}$	1,875

Vom considera în special, după cum vom vedea mai departe, cazul în care $D = 10$ cm, valoare pentru care formulele devin:

$$I. Q = 316C \sqrt{\mathfrak{f}} \quad (1)$$

$$II. Q = 6892 \frac{\mathfrak{f}^{\frac{1}{1,75}}}{(10^6 \nu)^{0,1428}} \quad (\text{Blasius}) \quad (2)$$

$$III. Q = 5246 \frac{\mathfrak{f}^{\frac{1}{1,875}}}{(10^6 \nu)^{0,0789}} \quad (\text{Biel}) \quad (3)$$

Formula lui *Biel* (III) este aplicabilă conductelor de oțel, oricare ar fi lichidul considerat.

Pentru lichidele cu vâscozitate mare, cum sunt țiteiul și unele din derivatele sale, se aplică formula lui *Blasius* (II) atunci când numărul lui *Reynolds*, pentru cazul considerat, este cuprins între limitele: $2000 < Re < 150.000 d$, în care d este diametrul conductei, în metri.

2. Să considerăm cazul din fig. 1 al conductelor așezate în derivație între punctele A și B.

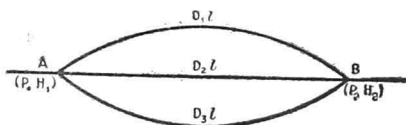


Fig. 1.

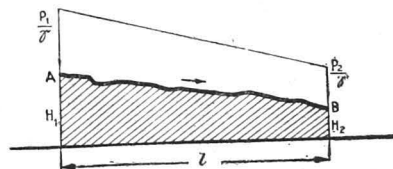


Fig. 2.

În punctul A presiunea este P_1 și altitudinea H_1 , iar în punctul B presiunea este P_2 și altitudinea H_2 .

Scriem relația

$$\mathfrak{f} = \frac{P_1 - P_2}{\gamma l} + \frac{H_1 - H_2}{l} \quad (4)$$

$$\mathfrak{f} l = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + H_1 - H_2$$

TABLEUL I

Diametrul nominal	Grosimea peretilor	Diametrul interior	«Blasius»			Valoarea R_e limită	«Biel»			Formula I			
			$2000 < R_e < 150000 d$				$R_e > 150000 d$						
			m	$\frac{1}{m} \frac{1}{b}$	$\frac{2}{m} \frac{1}{a}$		m	$\frac{1}{m} \frac{1}{b}$	$\frac{2}{m} \frac{1}{a}$	m	$\frac{1}{m} \frac{1}{b}$	$\frac{2}{m} \frac{1}{a}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Inch.	mm	mm											
5"	6,58	128,14	1,960	3,247	1,642	19.200	1,936	3,455	1,642	1,859	3,455	1,642	
9"	8,74	227,00	9,252	49,10	5,153	34.000	8,895	60,28	5,153	7,764	60,28	5,153	
10"	9,30	254,46	12,61	84,46	6,476	38.100	12,06	106,7	6,476	10,33	106,7	6,476	
$6 \frac{3}{8}$ "	10,973	146,329	2,810	6,10	2,141	21.900	2,759	6,709	2,141	2,591	6,709	2,141	
9"	6,5	215,00	7,984	37,94	4,623	32.200	7,696	45,94	4,623	6,778	45,94	4,623	
10"	7,0	240,00	10,76	63,97	5,760	36.000	10,31	79,63	5,76	8,923	79,63	5,76	
$5 \frac{1}{2}$ "	6,553	128,194	1,962	3,253	1,642	19.200	1,936	3,455	1,642	1,859	3,455	1,642	
$5 \frac{1}{2}$ "	9,525	122,250	1,725	2,596	1,494	18.300	1,708	2,731	1,494	1,652	2,731	1,494	
$8 \frac{3}{8}$ "	12,700	193,675	6,013	23,10	3,751	28.900	5,825	27,25	3,751	5,220	27,25	3,751	
$10 \frac{3}{4}$ "	9,271	254,508	12,62	84,54	6,476	38.100	12,06	106,7	6,476	10,33	106,7	6,476	

	«Blasius»	«Biel»	Formula I
	$\left(\frac{D}{10}\right)^{1,75}$	$\left(\frac{D}{10}\right)^{1,85}$	$\left(\frac{D}{10}\right)^2$
$\frac{1}{m} \frac{1}{b}$	$\left(\frac{D}{10}\right)^{4,75}$	$\left(\frac{D}{10}\right)^5$	$\left(\frac{D}{10}\right)^5$
$\frac{2}{m} \frac{1}{a}$	$\left(\frac{D}{10}\right)^2$	$\left(\frac{D}{10}\right)^2$	$\left(\frac{D}{10}\right)^2$
D in cm, $D_2 = 10$ cm			

Notăm cantitatea din membrul al doilea cu Δ_{12}

$$\Delta_{12} = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + H_1 - H_2 \quad (5)$$

deci

$$\mathfrak{J}l = \Delta_{12}. \quad (6)$$

Cele trei conducte din fig. 1, așezate în derivație între punctele A și B , au aceeași lungime l . Diametrele lor respective le notăm cu D_1, D_2, D_3 .

Aplicând formula care ne dă debitul conductelor, scriem pentru fiecare în parte următoarele relații:

$$\begin{aligned} Q_1 &= CD_1^a \mathfrak{J}_1^b & \mathfrak{J}_1 &= \frac{\Delta_{12}}{l} \\ Q_2 &= CD_2^a \mathfrak{J}_2^b & \mathfrak{J}_2 &= \frac{\Delta_{12}}{l} \\ Q_3 &= CD_3^a \mathfrak{J}_3^b & \mathfrak{J}_3 &= \frac{\Delta_{12}}{l}. \end{aligned}$$

Și în consecință: $\mathfrak{J}_1 = \mathfrak{J}_2 = \mathfrak{J}_3 = \mathfrak{J}$

$$Q_1 = CD_1^a \mathfrak{J}^b$$

$$Q_2 = CD_2^a \mathfrak{J}^b$$

$$Q_3 = CD_3^a \mathfrak{J}^b.$$

Să considerăm (fig. 3) că între punctele A și B s'ar mai afla încă o conductă de aceeași lungime l și de diametru D_s , arbitrar ales.

Avem,

$$\mathfrak{J}_s = \frac{\Delta_{12}}{l} = \mathfrak{J} \quad (7)$$

$$Q_s = CD_s^a \mathfrak{J}^b \quad (8)$$

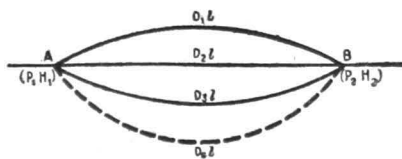


Fig. 3.

Notăm raporturile,

$$\frac{Q_1}{Q_s} = \left(\frac{D_1}{D_s}\right)^a = m_1 \quad (9)$$

$$\frac{Q_2}{Q_s} = \left(\frac{D_2}{D_s}\right)^a = m_2 \quad (9a)$$

$$\frac{Q_3}{Q_s} = \left(\frac{D_3}{D_s}\right)^a = m_3 \quad (9b)$$

urmează că,

$$Q_1 = m_1 Q_s$$

$$Q_2 = m_2 Q_s$$

$$Q_3 = m_3 Q_s$$

TABLOUL II

Dia- metrul nomi- nal	Grosi- mea pereți- lor	Diametrul interior	« B l a s i u s »			Valoarea R_e limită	« B i e l »			F o r m u l a I			
			$2.000 < R_e < 150.000 d$				$R_e > 150.000 d$						
			m	$\frac{1}{m} \frac{1}{b}$	$\frac{2}{m} \frac{1}{a}$		m	$\frac{1}{m} \frac{1}{b}$	$\frac{2}{m} \frac{1}{a}$	m	$\frac{1}{m} \frac{1}{b}$	$\frac{2}{m} \frac{1}{a}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Inch.	mm	mm											
3"	4,75	78,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3"	6,00	76,25	0,4791	0,2758	0,5814	11.400	0,4853	0,2578	0,5814	0,5077	0,2578	0,5814	—
4"	5,00	103,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4"	6,50	100,50	1,013	1,024	1,010	15.700	1,013	1,025	1,010	1,013	1,025	1,010	—
5"	5,00	129,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5"	7,00	125,00	1,832	2,886	1,563	18.700	1,813	3,052	1,563	1,747	3,052	1,563	—
6"	5,50	153,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6"	7,50	149,50	2,978	6,754	2,235	22.500	2,921	7,468	2,235	2,733	7,468	2,235	—
8"	7,00	205,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8"	8,00	203,08	6,841	28,95	4,125	30.900	6,612	34,56	4,125	5,879	34,56	4,125	—
10"	7,75	257,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10"	9,25	254,55	12,62	84,53	6,477	38.100	12,07	106,8	6,477	10,33	106,8	6,477	—
12"	8,25	307,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12"	9,50	304,85	20,59	199,1	9,290	45.600	19,51	263,1	9,290	16,22	263,1	9,290	—
14"	9,50	336,60	26,95	319	11,33	50.400	25,42	432,1	11,33	20,79	432,1	11,33	—
16"	9,50	387,40	39,47	622	15,01	58.000	36,99	872,6	15,01	29,54	872,6	15,01	—
18"	10,50	436,20	54,46	1.093	19,03	65.400	50,75	1.580	19,03	39,74	1.580	19,03	—
20"	11,00	486,00	73,04	1.826	23,62	72.900	67,70	2.711	23,62	52,07	2.711	23,62	—

TABLOUL III

Debitul unei conducte de diametru $D_s = 100$ mm, după formula I

f	$Q = C \sqrt{D_s^5 f}$			f ¹⁾
	Debitele sunt date în litri/minut			
	C = 11,5	C = 12,5	C = 14,5	
1	2	3	4	5
0,00010	36,37	39,53	45,85	0,010
12	39,84	43,30	50,23	12
15	44,54	48,41	56,16	15
20	51,43	55,90	64,85	20
22	53,94	58,63	68,01	22
25	57,50	62,50	72,50	25
30	62,99	68,46	79,42	30
32	65,05	70,71	82,02	32
35	68,03	73,95	85,78	35
40	72,73	79,06	91,71	40
42	74,53	81,01	93,97	42
45	77,14	83,85	97,27	45
50	81,32	88,39	102,5	50
55	85,29	92,70	107,5	55
60	89,08	96,82	112,3	60
65	92,71	100,8	116,9	65
70	96,22	104,6	121,3	70
80	102,8	111,8	129,7	80
90	109,1	118,6	137,5	90
0,0010	115,0	125,0	145,0	0,10
12	126,0	136,9	158,8	12
15	140,8	153,1	177,6	15
20	162,6	176,8	205,1	20
22	170,6	185,4	215,1	22
25	181,8	197,6	229,3	25
30	199,2	216,5	251,2	30
32	205,7	223,6	259,4	32
35	215,1	233,8	271,3	35
40	230,0	250,0	290,0	40
42	235,7	256,2	297,2	42
45	244,0	265,2	307,6	45
50	257,1	279,5	324,2	50
55	269,7	293,1	340,0	55
60	281,7	306,2	355,2	60
65	293,2	318,7	369,7	65
70	304,3	330,7	383,6	70
80	325,3	353,6	410,1	80
90	345,0	375,0	435,0	90
0,010	363,7	395,3	458,5	1,00

¹⁾ Pentru valorile lui f cuprinse între 0,0001 și 0,01 (coloana 1) se vor lua valorile corespunzătoare ale debitului din coloanele 2, 3 sau 4.

Pentru valorile lui f cuprinse între 0,01 și 1 (coloana 5), pentru a obține valorile corespunzătoare ale debitului vom multiplica cu 10 cifrele din coloanele 2, 3 sau 4.

Debitul total al celor trei conducte este,

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = (m_1 + m_2 + m_3) Q_s \quad (10)$$

rezultă de asemenea,

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1}{m_2} \quad \frac{Q_1}{Q_3} = \frac{m_1}{m_3} \quad (11)$$

$$\frac{Q_1}{Q_1 + Q_2 + Q_3} = \frac{m_1}{m_1 + m_2 + m_3}, \text{ etc.} \quad (12)$$

Putem deci calcula debitul total Q al celor 3 conducte cu relația (10), cunoscând pe Q_s care se calculează cu formula (8)

$$Q_s = CD_s^a \check{f}^b \quad \text{în care } \check{f} = \frac{\Delta_{12}}{l}$$

Diametrul D_s poate fi arbitrar ales. Pentru a înlesni calculele am luat $D_s = 100$ mm. Indicii m_1, m_2, m_3 sunt astfel determinați și valoarea lor se poate calcula pentru fiecare diametru propus.

Tabloul I cuprinde valorile indicilor m , calculate pentru câteva din diametrele uzuale la conductele de petrol.

Tabloul II cuprinde valorile lui m , calculate pentru conducte dela 3"Ø până la 20"Ø. Diametrele și grosimea pereților corespund noilor condițiuni tehnice germane pentru țevi de oțel, pentru conducte de petrol.

Pentru aflarea directă a debitului Q_s corespunzător conductei de referință cu diametrul $D_s = 100$ mm, am calculat tabloul III care ne dă valorile debitului Q_s pentru diferite valori ale lui \check{f} cuprinse între $\check{f} = 0,0001$ și $\check{f} = 1$, pentru valorile utile ale coeficientului C din formula I.

Calculul se urmează astfel:

Din elementele date aflăm pe \check{f}

$$\check{f} = \frac{\Delta_{12}}{l}$$

În tabloul III găsim apoi valoarea Q_s corespunzătoare, pentru lichidul respectiv (petrol sau țiței).

Debitul real total este dat atunci de relația (10)

$$Q_{total} = (m_1 + m_2 + m_3) Q_s$$

apoi avem,

$$Q_1 = \frac{m_1 Q_s}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$Q_2 = \frac{m_2 Q_s}{m_1 + m_2 + m_3}, \text{ etc.}$$

Valorile m_1, m_2, m_3 , le luăm din tabloul I sau II, sau le calculăm conform relației (9).

3. Să considerăm iarăși fig. 1.

Ne propunem să găsim lungimea l_e a unei conducte de diametru D_s care supusă sarcinii Δ_{12} (5), adică tocmai diferenței de presiune și de altitudine care există între punctele A și B , să ne dea debitul total Q al celor trei conducte aflate în derivație și aceeași pierdere totală de sarcină.

Vom scrie deci,

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = C\mathfrak{f}^b (D_1^a + D_2^a + D_3^a) = C\mathfrak{f}_s^b D_s^a$$

$$\left(\frac{\mathfrak{f}_s}{\mathfrak{f}}\right)^b = \left(\frac{D_1}{D_s}\right)^a + \left(\frac{D_2}{D_s}\right)^a + \left(\frac{D_3}{D_s}\right)^a = m_1 + m_2 + m_3$$

$$\frac{\mathfrak{f}_s}{\mathfrak{f}} = (m_1 + m_2 + m_3)^{\frac{1}{b}}$$

$$\mathfrak{f}_s = \frac{\Delta_{12}}{l_e} \quad \mathfrak{f} = \frac{\Delta_{12}}{l} \quad \text{iar} \quad \frac{\mathfrak{f}_s}{\mathfrak{f}} = \frac{l}{l_e}$$

deci,

$$\frac{l}{l_e} = (m_1 + m_2 + m_3)^{\frac{1}{b}}$$

$$l_e = \frac{l}{(m_1 + m_2 + m_3)^{\frac{1}{b}}} \quad (13)$$

l_e este deci lungimea unei conducte de diametru D_s , echivalentă cu cele trei conducte aflate în derivație între punctele A și B .

Să presupunem acum că între A și B se găsește o singură conductă de diametru D_1 . Rămâne din relația (13),

$$l_e = \frac{l}{m_1^{\frac{1}{b}}} \quad (14)$$

Putem deci înlocui pe porțiunea AB conducta de diametru D_1 și lungime l printr-o conductă de diametru D_s și de lungime l_e , debitul și pierderea totală de sarcină vor rămâne aceleași.

Observație. Dacă în relația (13) notăm,

$$m = m_1 + m_2 + m_3 \quad (15)$$

avem,

$$l_e = \frac{l}{m^{\frac{1}{b}}}$$

iar prin definiție

$$m = \left(\frac{D}{D_s}\right)^a$$

Indicele m corespunde deci unei conducte de diametru D și de lungime l care este echivalentă cu conducta D_s de lungime l_e și deci este echivalentă cu cele trei conducte paralele D_1, D_2, D_3 , de lungime l .

Pentru calculul diametrului D avem relația,

$$D = D_s m^{\frac{1}{a}}$$

D poate fi însă aflat și cu ajutorul tabloului I sau II, căutând diametrul care corespunde indicelui $m = m_1 + m_2 + m_3$.

4. Să considerăm cazul din fig. 4.

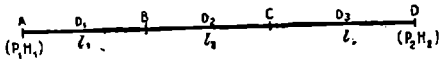


Fig. 4.

Conducta AD este alcătuită din tronsonul AB de diametru D_1 și lungime l_1 , BC de diametrul D_2 și lungime l_2 și CD de diametru D_3 și lungime l_3 .

Putem înlocui conducta AB printr'o conductă de diametru D_s și lungime

$$l_e = \frac{l_1}{m_1^{\frac{1}{b}}}$$

de asemenea pentru BC și CD

$$l'_e = \frac{l_2}{m_2^{\frac{1}{b}}} \quad l''_e = \frac{l_3}{m_3^{\frac{1}{b}}}$$

Fiindcă am substituit acum celor trei conducte D_1, D_2 , și D_3 câte o conductă de diametru D_s , lungimea ei totală va fi

$$L_e = \frac{l_1}{m_1^{\frac{1}{b}}} + \frac{l_2}{m_2^{\frac{1}{b}}} + \frac{l_3}{m_3^{\frac{1}{b}}} \quad (16)$$

Relația (16) ne dă lungimea unei conducte de diametru D_s , echivalentă din punctul de vedere al debitului și al pierderii totale de sarcină cu conducta dată.

Insemnând cu $\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2$ și \mathcal{F}_3 pierderea reală de sarcină pe metru, avem pentru conductele în serie D_1, D_2 și D_3 ,

$$\begin{aligned} \mathcal{F}_1 l_1 &= \mathcal{F}_s l_e & \mathcal{F}_2 l_2 &= \mathcal{F}_s l'_e & \mathcal{F}_3 l_3 &= \mathcal{F}_s l''_e \\ \frac{\mathcal{F}_1}{\mathcal{F}_s} &= \frac{l_e}{l_1} = \frac{1}{m_1^{\frac{1}{b}}} & \frac{\mathcal{F}_2}{\mathcal{F}_s} &= \frac{l'_e}{l_2} = \frac{1}{m_2^{\frac{1}{b}}} & \frac{\mathcal{F}_3}{\mathcal{F}_s} &= \frac{l''_e}{l_3} = \frac{1}{m_3^{\frac{1}{b}}} \end{aligned}$$

și cunoaștem astfel raportul dintre pierderea reală de sarcină și cea fictivă.

Să calculăm viteza cu care circulă lichidul prin aceste conducte. Viteza în conducta D_s este,

$$v_s = \frac{Q_s}{\pi D_s^2} \quad \text{idem, } v_1 = \frac{Q_1}{\pi D_1^2}$$

$$\frac{v_1}{v_s} = \frac{Q_1}{Q_s} \left(\frac{D_s}{D_1} \right)^2$$

însă

$$Q_1 = Q_s$$

deci,

$$\frac{v_1}{v_s} = \left(\frac{D_s}{D_1} \right)^2 = \frac{1}{\left(\frac{D_1}{D_s} \right)^2}$$

Prin definiție avem,

$$\left(\frac{D_1}{D_s} \right)^a = m_1 \quad \frac{D_1}{D_s} = m_1^{\frac{1}{a}} \quad \left(\frac{D_1}{D_s} \right)^2 = m_1^{\frac{2}{a}} \quad (17)$$

$$v_1 = \frac{v_s}{m_1^{\frac{2}{a}}}, \quad v_2 = \frac{v_s}{m_2^{\frac{2}{a}}}, \quad v_3 = \frac{v_s}{m_3^{\frac{2}{a}}}$$

Pentru calculul lui v_s avem,

$$v_s = \frac{Q_s}{\pi D_s^2}$$

Q_s este dat în litri/minut

$D_s = 100 \text{ mm} = 1 \text{ dm}$

$$v_s = \frac{4}{\pi} Q_s \text{ (dm pe minut)}$$

$$v_s \text{ m/sec} = \frac{4}{\pi \cdot 10.60} Q_s \text{ litri/minut}$$

Q_s fiind luat din tabloul III, aflăm viteza v_s în m/sec din relația:

$$v_s \text{ (m/sec)} = 0,00212 Q_s \text{ (litri/minut)} \quad (18)$$

5. Să cercetăm cazul din fig. 5.

Între punctele A și B există sarcina Δ_{12}

$$\Delta_{12} = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + H_1' - H_2.$$

Două conducte sunt așezate în derivație între A și B , una de diametru D_1 și lungime l_1 , cealaltă de diametru D_2 și lungime l_2 .

Ne propunem să găsim expresiunile pentru calculul debitelor pe aceste conducte.

$$\text{Avem,} \quad \mathfrak{J}_1 = \frac{\Delta_{12}}{l_1} \quad \mathfrak{J}_2 = \frac{\Delta_{12}}{l_2}$$

$$\text{deci,} \quad \mathfrak{J}_1 l_1 = \mathfrak{J}_2 l_2$$

Să înlocuim conducta de diametru D_1 și lungime l_1 printr'o conductă de diametru D_x și de lungime l_2 (fig. 6), care să ne dea însă același debit.

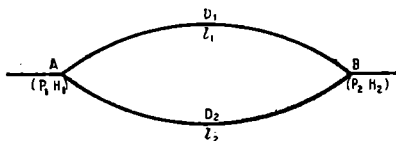


Fig. 5.

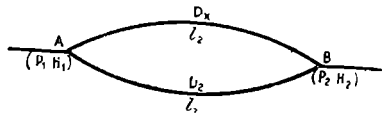


Fig. 6.

Ne aflăm acum în cazul tratat la § 3.

Lungimea echivalentă este conform relației (13),

$$l_e = \frac{l_2}{(m_x + m_2)^{\frac{1}{b}}}$$

$$\text{în care prin definiție} \quad m_x = \left(\frac{D_x}{D_s}\right)^a$$

Conducta de diametru D_x trebuie să ne dea însă același debit ca și conducta de diametru D_1 , deci,

$$Q_x = CD_x^a \mathfrak{J}_x^b = CD_1^a \mathfrak{J}_1^b$$

$$Q_2 = CD_2^a \mathfrak{J}_2^b$$

$$\mathfrak{J}_x = \frac{\Delta_{12}}{l_2} = \mathfrak{J}_2 \quad D_x^a = D_1^a \left(\frac{\mathfrak{J}_1}{\mathfrak{J}_x}\right)^b = D_1^a \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^b$$

$$m_x = \left(\frac{D_1}{D_s}\right)^a \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^b = m_1 \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^b \quad (19)$$

$$l_e = \frac{l_2}{\left(m_1 \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^b + m_2\right)^{\frac{1}{b}}} = \frac{l_2}{\left(\frac{m_1}{l_1^b} + \frac{m_2}{l_2^b}\right)^{\frac{1}{b}}} \quad (20)$$

Pentru trei conducte în derivație formula (20) devine,

$$l_e = \frac{l_2}{\left(\frac{m_1}{l_1^b} + \frac{m_2}{l_2^b} + \frac{m_3}{l_3^b}\right)^{\frac{1}{b}}}$$

Calculul debitelor

Cunoscând lungimea echivalentă l_e avem

$$\gamma_s = \frac{A_{12}}{l_e}$$

și cu această valoare a lui γ_s găsim în tabloul III, sau prin calcul din formulele (2) sau (3), valoarea debitului total corespunzător,

$$Q_{total} = CD_s^a \gamma_s^b.$$

Pentru calculul debitului pe fiecare conductă derivată, plecăm dela cazul din fig. 6.

$$Q_x = \frac{m_x Q}{m_x + m_2} = Q_1$$

Am găsit la § 2.

$$Q_2 = \frac{m_2 Q}{m_x + m_2}$$

Folosind relația (19) și substituind avem,

$$Q_1 = \frac{\frac{m_1}{l_1^b} Q}{\frac{m_1}{l_1^b} + \frac{m_2}{l_2^b}} \quad Q_2 = \frac{\frac{m_2}{l_2^b} Q}{\frac{m_1}{l_1^b} + \frac{m_2}{l_2^b}} \quad (21)$$

$$\text{împărțind obținem,} \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\frac{m_1}{l_1^b}}{\frac{m_2}{l_2^b}} \quad (22)$$

Formulele sunt generale și se aplică oricare ar fi numărul conduc-telor așezate în derivație.

Pentru calculul viteșelor avem,

$$v_s = \frac{Q_{total}}{\pi D_s^2} \quad v_1 = \frac{Q_1}{\pi D_1^2} \quad v_2 = \frac{Q_2}{\pi D_2^2}$$

$$\frac{v_1}{v_s} = \frac{Q_1}{Q_s} \cdot \left(\frac{D_s}{D_1}\right)^2 \quad \frac{v_2}{v_s} = \frac{Q_2}{Q_s} \cdot \left(\frac{D_s}{D_2}\right)^2$$

$$v_1 = v_s \cdot \frac{\frac{m_1}{l_1^b}}{\frac{m_1}{l_1^b} + \frac{m_2}{l_2^b}} \cdot \frac{1}{m_1^{\frac{2}{a}}} \quad v_2 = v_s \cdot \frac{\frac{m_2}{l_2^b}}{\frac{m_1}{l_1^b} + \frac{m_2}{l_2^b}} \cdot \frac{1}{m_2^{\frac{2}{a}}} \quad (23)$$

$$v_2 = \frac{v_s}{m_2^{\frac{2}{a}}} \cdot \frac{\frac{m_2}{l_2^b}}{\frac{m_1}{l_1^b} + \frac{m_2}{l_2^b}} \quad (24)$$

v_s este aici viteza în conducta D_s prin care ar trece debitul total Q_t .

6. Să considerăm cazul din fig. 7.

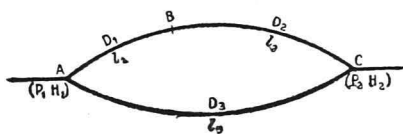


Fig. 7.

Ramura ABC este alcătuită din două părți de diametre diferite; AB de diametru D_1 și lungime l_1 și BC de diametru D_2 și lungime l_2 .

Să înlocuim ramura ABC printr'o conductă de diametru unic D_s și lungime l_e

avem,

$$l_e = \frac{l_1}{m_1 \frac{1}{b}} + \frac{l_2}{m_2 \frac{1}{b}} = \frac{1}{\left(\frac{m_1}{b}\right) \frac{1}{b}} + \frac{1}{\left(\frac{m_2}{b}\right) \frac{1}{b}}$$

și suntem acum în cazul tratat la § 5 (fig. 8) aplicând formulele (20) și (21) găsim

$$L_e = \frac{1}{\left(\frac{m_s}{b} + \frac{m_3}{l_3}\right) \frac{1}{b}}$$

$$\mathcal{J} = \frac{\Delta_{12}}{L_e}$$

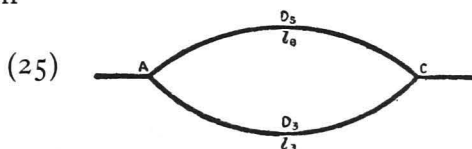


Fig. 8.

$$Q_{total} = CD_s^a \mathcal{J}^b$$

$$Q_{1,2} = \frac{\frac{m_s}{b} Q_t}{\frac{m_s}{b} + \frac{m_3}{l_3}} = \frac{\frac{1}{b} Q_t}{\frac{1}{b} + \frac{m_3}{l_3}} \quad (26)$$

$$Q_3 = \frac{\frac{m_3}{l_3} Q_t}{\frac{m_s}{b} + \frac{m_3}{l_3}} = \frac{\frac{m_3}{l_3} Q_t}{\frac{1}{b} + \frac{m_3}{l_3}} \quad (27)$$

căci prin definiție $m_s = 1$.

7. Să considerăm și cazul din fig. 9.

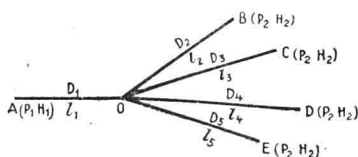


Fig. 9.

Conducta AO se ramifică în punctul O prin conductele OB , OC , OD și OE . Punctele B , C , D și E sunt presupuse la aceeași altitudine H_2 , iar presiunea în aceste puncte este aceeași, P_2 .

În aceste ipoteze cazul nu diferă de acela tratat la § 5.

Putem imagina cele 4 puncte terminale B , C , D și E confundate într'un singur punct și cele patru conducte așezate în derivație între O și punctul comun.

Lungimea echivalentă a celor 4 conducte așezate în derivație va fi

$$l_e = \frac{I}{\left(\frac{m_2}{l_2^b} + \frac{m_3}{l_3^b} + \frac{m_4}{l_4^b} + \frac{m_5}{l_5^b}\right)^{\frac{1}{b}}}$$

iar pentru conducta AO vom avea,

$$l'_e = \frac{I}{\left(\frac{m_1}{l_1^b}\right)^{\frac{1}{b}}}$$

lungimea totală echivalentă este deci,

$$L_e = \frac{I}{\left(\frac{m_1}{l_1^b}\right)^{\frac{1}{b}}} + \frac{I}{\left(\frac{m_2}{l_2^b} + \frac{m_3}{l_3^b} + \frac{m_4}{l_4^b} + \frac{m_5}{l_5^b}\right)^{\frac{1}{b}}} \quad (28)$$

$$j_s = \frac{\Delta_{12}}{L_e} \quad Q_t = CD_s^a j_s^b$$

debitul fiecărei ramuri va fi potrivit relației (21)

$$Q_2 = \frac{\frac{m_2}{l_2^b} Q_t}{\frac{m_2}{l_2^b} + \frac{m_3}{l_3^b} + \frac{m_4}{l_4^b} + \frac{m_5}{l_5^b}}, \text{ etc.} \quad (29)$$

8. În cazurile examinate până aci am întâlnit cantități de forma $\frac{m}{l^b}$, în care m corespunde definiției (9) iar l este o lungime. Valoarea exponentului b depinde de formula întrebuințată pentru calcul. Vom nota aceste cantități prin litera M

$$M = \frac{m}{l^b} \quad (30)$$

Inversul acestor cantități va fi notat W

$$W = \frac{I}{M} = \frac{l^b}{m} \quad (31)$$

rezultă

$$W^{\frac{1}{b}} = \frac{l}{m^{\frac{1}{b}}} \quad (32)$$

Cantitatea $W^{\frac{1}{b}}$ are dimensiunea unei lungimi.

Vom transcrie rezultatele obținute până acum, folosind notațiunile de mai sus.

Pentru conductele în derivație am găsit (20),

$$l_e = \frac{I}{\left(\frac{m_1}{l_1^b} + \frac{m_2}{l_2^b} + \frac{m_3}{l_3^b}\right)^{\frac{1}{b}}}$$

care devine,

$$l_e = \frac{I}{(M_1 + M_2 + M_3)^{\frac{1}{b}}}$$

$$(M_1 + M_2 + M_3)^{\frac{1}{b}} = \frac{I}{l_e}$$

$$M_1 + M_2 + M_3 = \frac{I}{l_e^b} = \frac{m_s}{l_e^b} = M_s \quad (33)$$

pe care o scriem sub forma generală

$$M_s = \sum M \quad (34)$$

Relațiile (21) devin

$$Q_1 = \frac{M_1}{M_1 + M_2 + M_3} Q \quad Q_2 = \frac{M_2}{M_1 + M_2 + M_3} Q, \text{ etc.} \quad (35)$$

Elementele M intervin deci în calculul derivațiilor care poate fi rezumat prin relațiile (34) și (35).

Pentru conductele în serie am găsit (16)

$$L_e = \frac{l_1}{m_1^{\frac{1}{b}}} + \frac{l_2}{m_2^{\frac{1}{b}}} + \frac{l_3}{m_3^{\frac{1}{b}}}$$

substituind elementele W găsim

$$L_e = W_1^{\frac{1}{b}} + W_2^{\frac{1}{b}} + W_3^{\frac{1}{b}} = \frac{L_e}{m_s^{\frac{1}{b}}} = W_s^{\frac{1}{b}} \quad (36)$$

pe care o vom scrie sub forma generală

$$W_s^{\frac{1}{b}} = \sum W^{\frac{1}{b}} = L_e \quad (37)$$

Pentru a calcula deci lungimea echivalentă a conductelor așezate în serie, adică L_e , calculăm elementul $W_s^{\frac{1}{b}}$ care este egal cu suma tuturor elementelor $W^{\frac{1}{b}}$ ale diferitelor conducte așezate în serie.

Pentru calculul debitului avem,

$$Q = CD_s^a \mathcal{J}_s^b \quad \text{iar} \quad \mathcal{J}_s = \frac{A_{12}}{L_e}$$

însă

$$L_e = W_s \frac{1}{b}$$

deci

$$\mathcal{J}_s = \frac{\Delta_{12}}{W_s \frac{1}{b}} \quad (38)$$

Cunoscând deci sarcina Δ_{12} și elementul $W_s \frac{1}{b}$ calculăm din relația (38) pe \mathcal{J}_s și apoi debitul Q al conductei, cu formula adoptată.

9. Să considerăm cazul general din fig. 10.

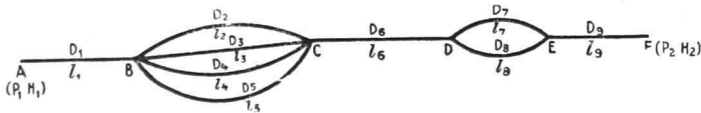


Fig. 10.

Incepem cu calculul derivației BC . Pentru fiecare conductă calculăm elementul M conform relației (30).

Avem apoi pentru derivația dintre B și C

$$M_{BC} = M_2 + M_3 + M_4 + M_5.$$

De asemenea pentru derivația DE

$$M_{DE} = M_7 + M_8.$$

Pentru calculul lungimii echivalente a întregii conducte avem nevoie de elementele $W \frac{1}{b}$

Calculăm deci pentru AB , CD și EF , elementele $W_1 \frac{1}{b}$, $W_6 \frac{1}{b}$ și $W_9 \frac{1}{b}$ conform relației (32).

Pentru derivațiile BC și DE am calculat elementele M_{BC} și M_{DE} . Avem însă prin definiție

$$W_{BC} = \frac{1}{M_{BC}} \quad \text{și} \quad W_{DE} = \frac{1}{M_{DE}}$$

din care putem apoi calcula pe $W_{BC} \frac{1}{b}$ și $W_{DE} \frac{1}{b}$.

Avem apoi

$$W_s \frac{1}{b} = W_1 \frac{1}{b} + W_{BC} \frac{1}{b} + W_6 \frac{1}{b} + W_{DE} \frac{1}{b} + W_9 \frac{1}{b} = L_e$$

și în sfârșit

$$\mathcal{J}_s = \frac{\Delta_{12}}{W_s \frac{1}{b}}$$

$$Q = CD_s^a \mathcal{J}_s^b$$

Q este debitul total al conductei AF .

Debitul pe fiecare din derivațiile D_2, D_3, D_4 și D_5 va fi

$$Q_2 = \frac{M_2}{M_2 + M_3 + M_4 + M_5} Q$$

$$Q_3 = \frac{M_3}{M_2 + M_3 + M_4 + M_5} Q, \text{ etc.}$$

de asemenea pe derivațiile D_7 și D_8 debitul va fi

$$Q_7 = \frac{M_7}{M_7 + M_8} Q$$

$$Q_8 = \frac{M_8}{M_7 + M_8} Q$$

Din relația (38) deducem

$$\Delta_{12} = \mathcal{J}_s W_s \frac{1}{b} = \mathcal{J}_s W_1 \frac{1}{b} + \mathcal{J}_s W_{BC} \frac{1}{b} + \mathcal{J}_s W_6 \frac{1}{b} + \mathcal{J}_s W_{DE} \frac{1}{b} + \mathcal{J}_s W_9 \frac{1}{b} \quad (39)$$

Suma din membrul al 2-lea ne dă deci pierderea totală de sarcină dela A la F , iar fiecare termen în parte ne dă pierderea de sarcină pe tronsonul respectiv:

astfel

$$\Delta_{AB} = \mathcal{J}_s W_1 \frac{1}{b}$$

$$\Delta_{BC} = \mathcal{J}_s W_{BC} \frac{1}{b}$$

$$\Delta_{CD} = \mathcal{J}_s W_6 \frac{1}{b}, \text{ etc.}$$

Intr'adevăr să considerăm tronsonul AB din conducta fig. 10. Scriem relațiile,

$$Q = CD_1^a \mathcal{J}_1^b$$

$$Q = CD_s^a \mathcal{J}_s^b$$

rezultă,

$$D_1^a \mathcal{J}_1^b = D_s^a \mathcal{J}_s^b$$

$$\mathcal{J}_1^b = \frac{\mathcal{J}_s^b}{\left(\frac{D_1}{D_s}\right)^a} = \frac{\mathcal{J}_s^b}{m_1}$$

$$\mathcal{J}_1 = \frac{\mathcal{J}_s}{m_1 \frac{1}{b}}$$

Pierderea totală de sarcină pe lungimea AB este prin urmare

$$\mathcal{J}_1 l_1 = \frac{\mathcal{J}_s l_1}{m_1^{\frac{1}{b}}} = \mathcal{J}_s W_1^{\frac{1}{b}}$$

Să considerăm și derivațiile dintre punctele B și C .

Pierderea de sarcină între B și C este aceeași pe oricare din conductele 2, 3, 4 sau 5

$$\Delta_{BC} = \mathcal{J}_2 l_2 = \mathcal{J}_3 l_3 = \mathcal{J}_4 l_4 = \mathcal{J}_5 l_5.$$

Vom calcula deci pierderea de sarcină pe una din aceste conducte, de exemplu pe conducta 2.

$$\Delta_{BC} = \mathcal{J}_2 l_2$$

avem,

$$Q_2 = CD_2^a \mathcal{J}_2^b$$

însă,

$$Q_2 = \frac{M_2}{M_2 + M_3 + M_4 + M_5} Q = \frac{M_2}{M_{BC}} \cdot CD_s^a \mathcal{J}_s^b = CD_2^a \mathcal{J}_2^b$$

$$\mathcal{J}_2^b = \frac{M_2}{M_{BC}} \cdot \frac{\mathcal{J}_s^b}{\left(\frac{D_2}{D_s}\right)^a} = \frac{M_2}{M_{BC}} \cdot \frac{\mathcal{J}_s^b}{m_2}.$$

Prin definiție avem,

$$M_2 = \frac{m_2}{l_2^b}$$

$$\mathcal{J}_2^b = \frac{1}{M_{BC}} \cdot \frac{m_2}{l_2^b} \cdot \frac{\mathcal{J}_s^b}{m_2}$$

$$\mathcal{J}_2^b l_2^b = \frac{\mathcal{J}_s^b}{M_{BC}} = \mathcal{J}_s^b W_{BC}$$

și rezultă,

$$\mathcal{J}_2 l_2 = \mathcal{J}_s W_{BC}^{\frac{1}{b}}$$

Pentru a calcula presiunea în punctele intermediare B , C , D și E este necesar să cunoaștem altitudinea acestor puncte, care se găsește în general, înscrisă pe profilul longitudinal al conductei.

Fie P_x și H_x presiunea și altitudinea corespunzătoare punctului B .
Avem

$$\Delta_{AB} = \frac{P_1 - P_x}{\gamma} + H_1 - H_x$$

sau

$$\frac{P_x}{\gamma} + H_x = \left(\frac{P_1}{\gamma} + H_1 \right) - \Delta_{AB}.$$

Dacă cunoaștem H_x , altitudinea punctului B, aflăm deci presiunea P_x din această relație.

Notăm,

$$\frac{P_1}{\gamma} + H_1 = I_A, \text{ etc.}$$

și scriem

$$I_B = I_A - \Delta_{AB}$$

$$I_C = I_B - \Delta_{BC}$$

$$I_D = I_C - \Delta_{CD}$$

$$I_E = I_D - \Delta_{DE}$$

$$I_F = I_E - \Delta_{EF}$$

$$I_A - I_F = \Delta_{AB} + \Delta_{BC} + \Delta_{CD} + \Delta_{DE} + \Delta_{EF} = \Delta_{12} \quad (40)$$

și cu

$$\frac{P_B}{\gamma} + H_B = I_B$$

rezultă

$$P_B = (I_B - H_B) \gamma, \text{ etc.}$$

Exemplu de calcul

Ne propunem să calculăm toate elementele conductei reprezentată schematic pe fig. 11, folosind formula 1, pentru petrol lampant, cu coeficientul $C = 12,5$ și cifrele extrase din tabloul I.

Datele numerice sunt înscrise pe figură.

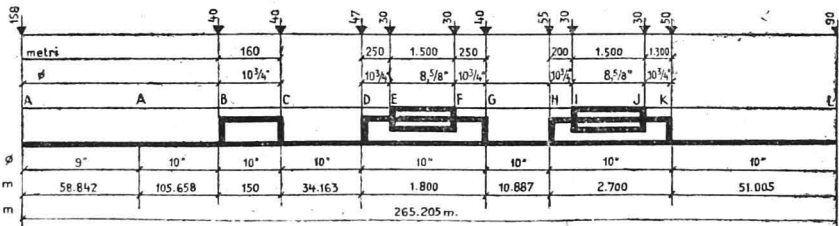


Fig. 11.

Incepem cu derivațiile dintre punctele I și J. Sunt trei conducte de $8,5/8'' \text{ } \varnothing$ și 1.500 m lungime, așezate în derivație.

Potrivit relației (13) avem,

$$l_e = \frac{l}{(3m_8)^2} = \frac{l}{9m_8^2} = \frac{1.500}{9 \times 27,25} = 6,11 \text{ m.}$$

Apoi avem pentru derivația H, I, J, K după relația (16)

$$l'_e = \frac{l_{10}}{m_{10}^2} + l_e + \frac{l_{10}}{m_{10}^2} = \frac{200}{106,7} + 6,11 + \frac{1.300}{106,7} = 20,165 \text{ m.}$$

Pentru cele două conducte așezate în derivație între H și K avem acum, potrivit relației (25),

$$l_e'' = \frac{I}{\left(\frac{m_{10}}{\sqrt{l_{10}}} + \frac{m_s}{\sqrt{l_e'}}\right)^2} = \frac{I}{\left(\frac{10,33}{\sqrt{2.700}} + \frac{I}{\sqrt{20,165}}\right)^2} =$$

$$= \frac{I}{(0,1985 + 0,223)^2} = 5,62 \text{ m.}$$

Pentru DG avem,

$$l_e' = \frac{l_{10}}{m_{10}^2} + l_e + \frac{l_{10}}{m_{10}^2} = \frac{250}{106,7} + 6,11 + \frac{250}{106,7} = 10,79 \text{ m}$$

$$l_e'' = \frac{I}{\left(\frac{m_{10}}{\sqrt{l_{10}}} + \frac{m_s}{\sqrt{l_e'}}\right)^2} = \frac{I}{\left(\frac{10,33}{\sqrt{1.800}} + \frac{I}{\sqrt{10,79}}\right)^2} =$$

$$= \frac{I}{(0,244 + 0,304)^2} = 3,34 \text{ m.}$$

Pentru BC avem,

$$l_e = \frac{I}{\left(\frac{m_{10}}{\sqrt{l_{10}}} + \frac{m_{10}}{\sqrt{l_{10}}}\right)^2} = \frac{I}{\left(\frac{10,33}{\sqrt{160}} + \frac{10,33}{\sqrt{150}}\right)^2} =$$

$$= \frac{I}{(0,818 + 0,845)^2} = 0,363 \text{ m.}$$

De asemenea găsim,

$$\text{Pentru } AA' \quad l_e = \frac{l_9}{m_9^2} = \frac{58.842}{60,28} = 976,14 \text{ m}$$

$$\text{Pentru } A'B \quad l_e = \frac{l_{10}}{m_{10}^2} = \frac{105.658}{106,7} = 990,23 \text{ m}$$

$$\text{Pentru } CD \quad l_e = \frac{l_{10}}{m_{10}^2} = \frac{34.163}{106,7} = 320,17 \text{ m}$$

$$\text{Pentru } GH \quad l_e = \frac{l_{10}}{m_{10}^2} = \frac{10.887}{106,7} = 102,03 \text{ m}$$

$$\text{Pentru } KL \quad l_e = \frac{l_{10}}{m_{10}^2} = \frac{51.005}{106,7} = 478,02 \text{ m}$$

$$L_e = 976,14 + 990,23 + 0,363 + 320,17 + 3,34 + 102,03 + 5,62 + 478,02 = 2.875,91 \text{ m.}$$

Să presupunem că se pompează din A petrol lampant cu greutatea specifică $0,820 \text{ kg/dm}^3$, presiunea în A fiind de 28 atmosfere, iar presiunea în L , $P_2 = 0$.

$$f_s = \frac{P_1 - P_2}{\gamma L_e} + \frac{H_1 - H_2}{L_e}$$

$$f_s = \frac{280.000}{820 \times 2.875,91} + \frac{68}{2.875,91} = 0,14234.$$

Găsim cu formula I , $Q = 1.491,3$ litri/minut adică circa 176 vagoane/zi.

Să calculăm pierderile de sarcină de-a-lungul conductei

$$\Delta_{AA'} = 0,14234 \times 976,14 = 138,95 \text{ m}$$

$$\Delta_{A'B} = 0,14234 \times 990,23 = 140,96 \text{ m}$$

$$\Delta_{BC} = 0,14234 \times 0,363 = 0,05 \text{ m}$$

$$\Delta_{CD} = 0,14234 \times 320,17 = 45,58 \text{ m}$$

$$\Delta_{DG} = 0,14234 \times 3,34 = 0,48 \text{ m}$$

$$\Delta_{GH} = 0,14234 \times 102,03 = 14,53 \text{ m}$$

$$\Delta_{HK} = 0,14234 \times 5,62 = 0,80 \text{ m}$$

$$\Delta_{KL} = 0,14234 \times 478,02 = 68,05 \text{ m}$$

Apoi avem,

$$I_A = \frac{P_1}{\gamma} + H_1 = \frac{280.000}{820} + 158 = 499,46 \text{ m}$$

$$I_{A'} = I_A - \Delta_{AA'} = 499,46 - 138,95 = 360,51 \text{ m}$$

$$I_B = I_{A'} - \Delta_{A'B} = 360,51 - 140,96 = 219,55 \text{ m}$$

$$I_C = I_B - \Delta_{BC} = 219,55 - 0,05 = 219,50 \text{ m}$$

$$I_D = I_C - \Delta_{CD} = 219,50 - 45,58 = 173,92 \text{ m}$$

$$I_G = I_D - \Delta_{DG} = 173,92 - 0,48 = 173,44 \text{ m}$$

$$I_H = I_G - \Delta_{GH} = 173,44 - 14,53 = 158,91 \text{ m}$$

$$I_K = I_H - \Delta_{HK} = 158,91 - 0,80 = 158,11 \text{ m}$$

$$I_L = I_K - \Delta_{KL} = 158,11 - 68,05 = 90,06 \text{ m}$$

Calculăm acum presiunile respective.

Am notat

$$\frac{P_B}{\gamma} + H_B = I_B$$

rezultă,

$$P_B = (I_B - H_B) \gamma$$

$$P_B = (219,55 - 40) \times 0,082 = 14,72 \text{ atm}$$

$$P_C = (219,50 - 40) \times 0,082 = 14,72 \text{ atm}$$

$$P_D = (173,92 - 47) \times 0,082 = 10,41 \text{ atm}$$

$$P_H = (158,91 - 55) \times 0,082 = 8,52 \text{ atm}$$

$$P_K = (158,11 - 50) \times 0,082 = 8,85 \text{ atm}$$

$$P_L = 0.$$

Să determinăm debitul pe fiecare derivație,

$$\begin{aligned} \text{Pentru } BC \quad & \left\{ \begin{aligned} Q_{10}'' &= 1.491,3 \frac{0,845}{0,818 + 0,845} = 757,58 \text{ litri/minut} \\ Q_{10.3/4}'' &= 1.491,3 \frac{0,818}{1,663} = 733,72 \text{ » »} \end{aligned} \right. \\ \text{Pentru } DG \quad & \left\{ \begin{aligned} Q_{10}'' &= 1.491,3 \frac{0,244}{0,548} = 663,63 \text{ » »} \\ Q_{10.3/4} &= 1.491,3 \frac{0,304}{0,548} = 827,67 \text{ » »} \end{aligned} \right. \\ \text{Pentru } HK \quad & \left\{ \begin{aligned} Q_{10} &= 1.491,3 \frac{0,1985}{0,4215} = 700,91 \text{ » »} \\ Q_{10.3/4} &= 1.491,3 \frac{0,223}{0,4215} = 790,39 \text{ » »} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

Calculăm viteșele.

$$v_s \text{ m/sec} = 0,00212 \times 1.491,3 = 3,16 \text{ m/sec.}$$

$$v_9'' = \frac{3,16}{m_9^{0,8}} = \frac{3,16}{5,153} = 0,613 \text{ »}$$

$$v_{10}'' = \frac{3,16}{m_{10}^{0,8}} = \frac{3,16}{6,476} = 0,487 \text{ »}$$

Potrivit formulelor (23) și (24) vom avea pentru fiecare derivație,

$$\text{pentru } BC \quad v_{10}'' = \frac{3,16}{6,476} \times \frac{0,845}{1,663} = 0,247 \text{ m/sec.}$$

$$\text{idem} \quad v_{10.3/4}'' = \frac{3,16}{6,476} \times \frac{0,818}{1,663} = 0,239 \text{ »}$$

$$\text{pentru } DG \quad v_{10}'' = \frac{3,16}{6,476} \times \frac{0,244}{0,548} = 0,216 \text{ »}$$

$$\text{idem} \quad v_{10.3/4}'' = \frac{3,16}{6,476} \times \frac{0,304}{0,548} = 0,269 \text{ »}$$

$$\text{idem} \quad v_9'' = \frac{3,16}{3,751} \times \frac{0,304}{0,548} \times \frac{1}{3} = 0,155 \text{ »}$$

$$\text{pentru } HK \quad v_{10}'' = \frac{3,16}{6,476} \times \frac{0,1985}{0,4215} = 0,228 \text{ »}$$

$$\text{idem} \quad v_{10.3/4} = \frac{3,16}{6,476} \times \frac{0,223}{0,4215} = 0,258 \text{ »}$$

$$\text{idem} \quad v_9'' = \frac{3,16}{3,751} \times \frac{0,223}{0,4215} \times \frac{1}{3} = 0,148 \text{ »}$$

Toate datele, precum și rezultatele obținute, sunt concentrate în tabloul anexat.

Amestecul cupoanelor

Dacă pe o conductă alcătuită conform schiței (fig. 11) ar circula unul după altul mai multe cupoane de petrol, de calitate diferită, care ar trebui să fie separate la sosire, circulația între punctele B și C , D și G , H și K , ar trebui să se facă numai pe o singură ramură (directă sau derivată), căci altfel s'ar produce amestecuri de proporții mari, după cum vom arăta.

Să presupunem că se află pe conductă două calități de petrol, una (a) urmată de alta (b).

Să urmărim ce se întâmplă când sosește capul cuponului (b) în punctul D (vezi fig. 11).

Cuponul se va împărți în două, proporțional cu debitul fiecărei ramuri. O parte va circula direct pe DG , iar altă parte va circula pe ramura $DEFG$.

Durata parcursului va fi:

$$\text{pe } DG \quad t = \frac{1.800}{0,216} = 8.333 \text{ sec.}$$

$$\text{pe } DEFG \quad t = \frac{500}{0,269} + \frac{1.500}{0,155} = 11.535 \text{ sec.}$$

Diferența este de 3.202 sec., adică 53,3 minute.

Când capul cuponului (b) va ajunge în G pe ramura directă, pe derivație se va afla petrol de calitatea (a), cu care se va amesteca în punctul de confluență G , timp de 53,3 minute.

Cantitatea totală de amestec rezultată, va fi,

$$G = 53,3 \times 1.491,3 = 79.486 \text{ litri}$$

care va conține produs (a) în proporție,

$$G_a = 79.486 \frac{827,67}{1.491,3} = 79.486 \times 0,555$$

$$\text{deci } (a) \ 55,5\% \quad \text{iar } (b) \ 44,5\%.$$

Pe parcursul GH vom avea deci după cuponul (a) un cupon de amestec (a/b) de 79.486 litri, urmat de cuponul (b).

La sosirea cuponului de amestec (a/b) în H , acesta se va împărți proporțional cu debitele. Va circula deci pe derivația $HIJK$

$$79.486 \frac{790,39}{1.491,3} = 42.127 \text{ litri,}$$

iar pe directă: $79.486 - 42.127 = 37.359$ litri.

TABLOUL DATELOR ȘI REZULTATELOR RELATIVE LA CONDUCTA DIN FIG. 11

Pozitia	Diametrul nominal al conductei		Lungimea conductei		M pentru conducta		Lungimea conductei echivalente, de diametru $D_2 = 100$ mm			Presiunea manometrică	Debitul conductei		Viteza lichidului in conductă		Durata parcursului	
	Directă	Derivată	Directă	Derivată	Directă	Derivată	Directă	Derivată	Impreună		Directă	Derivată	Directă	Derivată	Pe directă	Pe derivată
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16
Inch.	Inch.	m	m			m	m	m	atm	l/minut	l/minut	m sec.	m sec	sec.	sec.	
A	9"		58.842		0,0316		976,14				28,00	1.491,3		0,613		
A	10"		105.658		0,0318		990,23					1.491,3		0,487		
B	10"	10 ³ / ₄ "	150	160	0,845	0,818	1,40		0,363	14,72	757,58	733,72	0,247	0,239		
C	10"		34.163		0,0559		320,17				14,72	1.491,3		0,487		
D	10"	10 ³ / ₄ "		250		0,653		2,34			10,41			0,269		9,9
E	10"	8 ¹ / ₈ "	1.800	1.500	0,244	0,134	16,86	6,11	3,34		663,63	827,67	0,216	0,155	8,333	9,677
F	10"	10 ³ / ₄ "		250		0,653		2,34						0,269		9,29
G	10"		10.887		0,0989		102,03				10,94	1.491,3		0,487		
H	10"	10 ³ / ₄ "		200		0,727		1,875			8,52			0,258		7,75
I	10"	8 ¹ / ₈ "	2.700	1.500	0,1985	0,134	25,30	6,11	5,62		700,91	790,39	0,228	0,148	11,842	10,135
J	10"	10 ³ / ₄ "		1.300		0,286		12,18			8,85			0,258		5,038
K	10"		51.005		0,0457		478,02				0,00	1.491,3		0,487		
L			265.205				2.910,15									2.875,91

Capul cuponului de 37.359 litri amestec (a/b) va ajunge în K , pe directă, după

$$t = \frac{2.700}{0,228} = 11.842 \text{ sec.}$$

Pe derivație timpul necesar va fi

$$t = \frac{1.500}{0,258} + \frac{1.500}{0,148} = 15.948 \text{ sec.}$$

diferența este de 4.106 sec., adică 68,4 minute.

Trecerea cuponului (a/b) de pe linia directă prin punctul K durează:

$$\frac{37.359}{700,91} = 53,3 \text{ minute}$$

deci în acest timp se va forma un amestec din calitățile (a) și (a/b) în cantitate totală de

$$53,3 \times 1.491,3 = 79.486 \text{ litri}$$

care va cuprinde: 37.359 litri amestec (a/b)
și 42.127 litri calitatea (a).

Proporția părților componente ale amestecului este,

$$\begin{array}{ll} (a) & \dots\dots\dots 79\% \\ (b) & \dots\dots\dots 21\% \end{array}$$

După trecerea cuponului de amestec prin punctul K , vine de pe directă petrol calitatea (b) și se amestecă cu cel de calitatea (a) care vine de pe derivație timp de

$$68,4 - 53,3 = 15,1 \text{ minute.}$$

Cantitatea de amestec (a/b) formată astfel este:

$$15,1 \times 1.491,3 = 22.519 \text{ litri, cuprinzând:}$$

$$\begin{array}{ll} (a) & \dots\dots\dots 53\% \\ și & (b) \dots\dots\dots 47\%. \end{array}$$

Va urma un amestec de (a/b) sosit pe derivație cu (b) sosit pe directă.

Timpul necesar pentru trecerea cuponului (a/b) de pe derivație prin punctul K este

$$t = \frac{42.127}{790,39} = 53,3 \text{ minute.}$$

În acest timp se va forma un amestec de

$$53,3 \times 1,491,3 = 79,486 \text{ litri, cuprinzând:}$$

$$(a) \dots\dots\dots 30\%$$

$$(b) \dots\dots\dots 70\%$$

Cantitatea totală de amestec care s'a format este:

$$79,486 + 22,519 + 79,486 = 181,491 \text{ litri,}$$

adică cu densitatea admisă, circa 15 vagoane.