

TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRRLIGI

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

A.Myradow, S. Batyrow, O.Garaýewa

**GAZ WE GAZKONDENSAT OJAKLARYNY
ÖZLEŞDIRMEK**

(I-NJI BÖLÜM)

Hünär: “Nebit-gaz känlerini özleşdirmek we ulanmak”

Aşgabat-2010

GIRIŞ

Maksatnama laýyklykda gazyň çykarylyşy 2010-njy ýylda 120 mlrd. kub metre, 2020-nji ýylda 175 mlrd. kub metre we 2030-njy ýylda bolsa 250 mlrd. kub metre barabar bolar. 2007-2030-njy ýyllar aralygyndaky döwürde 4,1 trln. kub metr gaz çykarylar, şol sanda onuň 3,2 trln. kub metri daşary ýurtlara iberiler. Gazyň içerki sarp edilişi senagat hajatlary hasaba alnanda 2007-njy ýylda 20 mlrd. kub metrden 2030-njy ýylda 50 mlrd. kub metre çenli ýokarlanar. Ýurduň içinde gazyň sarp edilişi esasan, ilat sanynyň artmagynyň hem-de ýurdumyzyň tebigy gazy ulanýan senagat pudaklarynyň ösmeginiň hasabyna ýokarlanar.

Gaz çykarmak boýunça kuwwatlyklary geljekde has-da artdyrmagy täze ýataklary işe girizmegiň we öňküleri gaýtadan enjamlaşdyrmagyň hem-de şu aşakdaky geljegi uly sebitleri özleşdirmegiň hasabyna amala aşyrmak göz önünde tutulýar: Geljegi uly täze ýataklary özleşdirmek bilen bir hatarda tebigy gazy taýýarlamagy, gaýtadan işlemegi we akdyrmagy üpjün etmek üçin degişli binýatlyk ulgamyň kuwwatlyklary hem dörediler.

Gazyň çykarylyşyny artdyrmak üçin maýa goýumlarynyň esasy möçberi ilkinji nobatda guruljak şu aşakdaky desgalaryň gurluşygyna gönükdiriler:

- Garabil-Gurrukbil ýataklar toparyny 2009-njy ýyldan başlap işe goýbermek üçin (kuwwatlygy ýylda 4 mlrd. kub metr tebigy gaz) enjamlaşdyrmaga 1,5 mlrd. amerikan dollary;

- Günorta Ýolöten ýataklar toparyny 2010-njy ýyldan işe goýbermek üçin enjamlaşdyrmaga birinji tapgyrda goýuljak maýa goýumynyň möçberi 2,5 mlrd. amerikan dollary, onuň ýyllyk kuwwatlygyny 80 mlrd. kub metre ýetirmek üçin bolsa 2024-nji ýyla çenli goýuljak maýa goýumynyň jemi möçberi 10 mlrd. amerikan dollary;

Garajaowlak ýataklar toparyny 2010-njy ýyldan başlap işe goýbermek üçin (kuwwatlygy ýylda 3 mlrd. kub metr

tebigy gaz) enjamlaşdyrmaga 1,5 mlrd. amerikan dollary gönükdiriler; 2020-nji ýylda gazyň ýyllyk çykarylyşyny 6,5 mlrd. kub metre ýetirmek üçin ýataklar toparyny enjamlaşdyrmaga - 2 mlrd. amerikan dollary möçberde maýa goýum goýmak göz önünde tutulýar.

I. TEBIGY GAZLARYŇ DÜZÜMI WE TOPARLARY

Gaz, nebit we gazkondensatly ýataklardan alynýan tebigy gazlar öz düzüminde metanyň gomologik hataryndaky uglewodorodlary (C_nH_{2n+2}), şeýle hem azot (N_2), kömürturşy gazy (CO_2), kükürtli wodorod (H_2S), inert gazlary (geliý, argon, krypton, ksenon), simap ýaly elementleri saklaýar. Uglewodorodlaryň malekulasyndaky uglerod atomlarynyň sany $n=17$ we ondan-da ýokary sanlara ýetip biler.

Metan (CH_4), etan (C_2H_6), we etilen (C_2H_4) normal şertlerde ($P = 0,1013$ MPa we $T = 273$ K) gaz halynda bolýarlar.

Propan (C_3H_8), propilen (C_3H_6), izobutan (i- C_4H_{10}), butan (C_4H_{10}), butilen (C_4H_8) atmosfera şertlerinde gaz halynda, ýokarlandyrylan basyşda bolsa, suwuklyk halynda bolýarlar. Olar suwuk uglewodorod gazlaryna degişlidirler.

Izopentan (i- C_5H_{12}) we ondan hem agyr uglewodorodlar ($17 > n > 5$) atmosfera şertlerinde suwuk halda bolýarlar olar benzin fraksiýasynyň düzümine girýärler. Malekulalarynda 17 ($C_{17}H_{36}$) we ondanam köp uglerod atomlary bolan uglewodorodlar atmosfera şertlerinde gaty halda bolýarlar.

Aşakda gury gazyň, gysylan gazyň we gaz benzininiň düzümleri getirilen:

1.1-nji tablisa

Düzümi	Garyndysy
Metan, etilen, etan	gury gaz
Propan, propilen, izobutan, adaty butan, butilen	gysylan gaz
Izopentan, adaty pentan, amilenler, geksan	benzin

Tebigy gazlar 3 topara bölünýär:

1. Arassa gaz kánlerinden alynýan gazlar. Olar düzümi agyr uglewodorodlardan arassa gury gazlardyr.

2. Nebit bilen alynýan gazlar. Bu gazlar gaz benzini, propan-butan fraksiýaly (gysylan gaz) we arassa gury gazyň garyndylarydyr.

3. Kondensatly gaz kánlerinden alynýan gazlar. Olaryň düzümi gury gazdan we suwuk uglewodorod kondensatlaryndan ybarat. Uglewodorod kondensatlarynda köp mukdarda agyr uglewodorodlar bolup, ondan benzin, kerosin, ligroin we ýaglaýjy fraksiýalary bölünip alynýar.

Gazgeneratorlarda we dürli peçlerde uly temperaturanyň we basyşyň täsiri astynda, gaty ýangyçlardan emeli gazlar hem alynýar.

Arassa gaz kániň deň alynýan tebigy gazda komponentleriň mukdary (göw. %)

1.2-nji tablisa

Känler	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ + H ₁₂	N ₂ + R ^{**}	CO ₂	Otnositel dykzlygy
Şatlyk	95,58	1,99	0,35	0,10	0,05	0,78	1,15	0,58

** - inert gazlary (geliý, argon, krinton, ksenon)

Aşakda gury gazyň, suwuklandyrylan gazyň we gaz benzininiň düzümi görkezilen:

Metan, etilen, etan.....Gury gaz

Propan, propilen, izobutan, butan, butilen...Gysylan gaz

Izopentan, pentan, amilenler, geksan.....Gaz benzini

Uglewodorod kondensatynyň düzüminde köp sanly agyr uglewodorodlar: benzin, ligron, kerosin kä halatlarda bolsa has hem agyr uglewodorodlar duş gelýärler.

1.1. Uglewodorod gazlarynyň fiziki we himiki häsiýetleri

Alkanlaryň esasy fiziki we himiki häsiýetleri 1 tablisada görkezilen, alkenleriň (olifenleriň) häsiýetleri 2 tablisada, şeýle hem tebigy gazyň düzümine girýän käbir gazlaryň häsiýetleri 3 tablisada görkezilen.

Таблица 1.3

Компо нент	<i>c_{ij}</i> bahasy							
	N ₂	CO 2	H ₂ S	CH 4	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	n- C ₄ H ₁₀	n- C ₅ H ₁₂
N ₂	0,0 00	0,0 00	0,1 30	0,0 25	0,0 10	0,0 90	0,09 5	0,100
CO ₂		0,0 00	0,1 35	0,1 05	0,1 30	0,1 25	0,11 5	0,115
H ₂ S			0,0 00	0,0 70	0,0 85	0,0 80	0,07 5	0,070
CH ₄				0,0 00	0,0 05	0,0 10	0,02 5	0,030
C ₂ H ₆					0,0 00	0,0 05	0,01 0	0,010
C ₃ H ₈						0,0 00	0,00 0	0,020
n-C ₄ H ₁₀							0,00 0	0,005
n-C ₅ H ₁₂								0,000
n-C ₆ H ₁₄								
n-C ₇ H ₁₆								
n-C ₈ H ₁₈								
n-C ₉ H ₂₀								
n- C ₁₀ H ₂₂								

Tablisa 1.4

Компоне нт	c_{ij} bahasy				
	n-C ₆ H ₁₄	n-C ₇ H ₁₆	n-C ₈ H ₁₈	n-C ₉ H ₂₀	n-C ₁₀ H ₂₂
N ₂	0,110	0,115	0,120	0,120	0,125
CO ₂	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115
H ₂ S	0,070	0,060	0,060	0,060	0,055
CH ₄	0,030	0,035	0,040	0,040	0,045
C ₂ H ₆	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
C ₃ H ₈	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
n-C ₄ H ₁₀	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
n-C ₅ H ₁₂	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
n-C ₆ H ₁₄	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
n-C ₇ H ₁₆		0,000	0,000	0,000	0,000
n-C ₈ H ₁₈			0,000	0,000	0,000
n-C ₉ H ₂₀				0,000	0,000
n-C ₁₀ H ₂₂					0,000

Gaz garymlary

Jisimiň dykyzlygy, ýa-da göwrüm massasy diýip, onuň dynçlyk ýagdaýyndaky massasynyň göwrümine bolan gatnaşygyna aýdylýar.

Gazyň dykyzlygy ρ normal fiziki şertlerde (0,1013 MPa we $T=273$ K) aşakdaky formula bilen tapylýar:

$$\rho = M / 22,41, \quad (1)$$

M - malekulýar massa.

Eger gazyň dykyzlygy 0,1013 MPa basyşda berlen bolsa, onda beýleki basyşlarda (şol bir temperaturada) onuň bahasyny ideal gaz üçin:

$$\rho = \rho_0 P / 0,1013, \quad (2)$$

formula bilen hasaplap bolar.

Köplenç halatlarda gazyň normal şertlede (0,1013 MPa we 273 K) howa görä otnositel dykzyzlygy hasaplanýar:

$$\Delta_0 = \rho_0 / 1,293, \quad (3)$$

Gaz senagatyndaky hasaplamalaryň köpüsi standart fiziki şertlerde (0,1013 MPa we 293 K) hem alynyp barylýar.

Suwuklyk garymlary

Suwuk garymlaryň düzümi oňa girýän komponentleriň massa we molýar konsentrasiýalary bilen häsiýetlendirilýär.

Suwuk garymlaryň ortaça molekulýar massasyny (4) we (5) formulalar bilen, ortaça dykzyzlygyny bolsa aşakdaky formula bilen tapyp bolar:

$$\rho_{rap} = \frac{100}{\frac{g_1}{\rho_1} + \frac{g_2}{\rho_2} + \dots + \frac{g_n}{\rho_n}} = \frac{100M_{rap}}{\frac{x_1M_1}{\rho_1} + \frac{x_2M_2}{\rho_2} + \dots + \frac{x_nM_n}{\rho_n}}, \quad (4)$$

bu ýerde g_1, g_2, g_n – suwuk garymyň komponentleriniň massa konsentrasiýasy, %; M_1, M_2, M_n – komponentleriň molekulýar massasy; M_{rap} – suwuk garymyň molekulýar massasy; $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$ – suwuk garymyň komponentleriň dykzyzlygy, kg/m^3 .

Suwuk uglewodorodlar bugarandan (normal fiziki şertlerde) soňky emele gelen buguň göwrümini aşakdaky formula boýunça hasaplamak bolar:

$$V_H = G / \rho_H = 22,4IG / M, \quad (5)$$

bu ýerde G – suwuk uglewodorodyň massasy, kg; M – uglewodorodyň molekulýar massasy; ρ_H – uglewodorod buglarynyň 0,1013 MPa we 273 K şertlerdäki dykzyzlygy, kg/m^3 .

Eger-de suwuk uglewodorodyň garymynyň buglarynyň göwrümini tapmak talap edilse, onda (5) formulada M – gerek uglewodorod garymynyň ortaça molekulýar massasyny M_{rap} goýup, tapmak bolar.

1.2. Tebigy gazyň we gazkondensatynyň häsiýetlerini hasaplamagyň analitik usullary

Gaz garymlary (suwuklyk garymlary ýaly) düzümine girýän komponentleriň massa ýa-da molýar konsentrasiýalary bilen häsiýetlendirilýär.

Gaz garymlarynyň göwrüm düzümi takmynan molýar düzümi bilen gabat gelýär. Awogadronyň kanunyna görä, 1 kmol ideal gazlaryň göwrümi bir meňzeş fiziki şertlerde şol bir san baha eýedir. Meselem, 273 K temperaturada we 0,1013 MPa basyşda (normal şertlerde) 22,41 m³ deňdir.

Gaz garymlarynyň ortaça molekulýar massasyny, ortaça dykzylygyny (kg/m³) ýa-da howa görä oňnositel dykzylygyny bilmek zerurdyr.

Eger-de gaz garymynyň molýar düzümi prosentlerde belli bolsa, onda ortaça molekulýar massasy:

$$M_{rap} = \frac{Y_1 M_1 + Y_2 M_2 + \dots + Y_n M_n}{100}, \quad (5)$$

formula bilen hasaplanýar. Bu ýerde y_1, y_2, \dots, y_n – komponentleriň molýar (göwrüm) mukdary, % ; M_1, M_2, \dots, M_n – komponentleriň molekulýar massasy.

Eger-de garymyň massa düzümi belli bolsa, onda onuň ortaça molekulýar massasy:

$$M_{rap} = \frac{100}{\frac{g_1}{M_1} + \frac{g_2}{M_2} + \dots + \frac{g_n}{M_n}}, \quad (6)$$

formula bilen hasaplanylýar. Bu ýerde g_1, g_2, \dots, g_n – komponentleriň massa mukdary %.

Gaz garymynyň dykzylygy ρ_{rap} hasaplanan ortaça molekulýar massasynyň M_{rap} üsti bilen tapylýar:

$$\rho_{rap} = M_{rap} / 22,41, \quad (7)$$

Gaz garymynyň howa görä otnositel dykzylygy aşakdaky formula bilen hasaplanýar:

$$\Delta_{rap} = \rho_{rap} / \rho_b = \rho_{rap} / 1,293, \quad (8)$$

bu ýerde ρ_{rap} we ρ_b – deňişililikde garymyň we howanyň dykzylyklary (0,1013 MPa we 273 K-şertlerde).

Tebigy gazyň düzüminde agyr uglewodorodlaryň saklanmagy we olaryň mukdarlary gaz senagatyndaky hasaplama üçin zerur ululyklardyr.

Eger-de gazyň massa we molýar düzümleri belli bolsa, onda agyr uglewodorodlaryň mukdaryny hasaplamak bolar:

$$A = 10g\rho_{rap} = 10y\rho, \quad (9)$$

bu ýerde g - berlen agyr uglewodorodyň massa mukdary, %; ρ_{rap} - tebigy gazyň ortaça dykzylygy, kg/m^3 ; y - berlen agyr uglewodorodlaryň molýar mukdary, %; ρ - berlen agyr uglewodorodlaryň dykzylygy; kg/m^3 .

Gazyň düzümindäki komponentler konsentrasiýasy anyklanandan soň ondaky butanyň we gaz benzininiň mukdarlary hasaplanylýar. Hasaplamada pentan we ondan ýokardakylaryň (C_{5+}) hem-de butanyň pentan we ondan ýokardakylaryň ýarsyna deň bolan mukdary tutuşlygyna gaz benzininiň düzümi girizilýär.

Ideal gaz garymlary parsiýal basyşyň we parsiýal göwrümiň additiwligi bilen häsiýetlenýärler. Bu bolsa, her gazyň (komponentiň) özüne berlen göwrümde ýeke-täk mahalyndaky ýaly alyp barmagyny aňladýar. Gazyň parsial basyşy-bu başlangyç temperaturada we göwrümde gaz garymyna girýän gazyň göwrümi berlen gaz garymynyň göwrümiçe bolan mahalynda görkezýän basyşydyr.

Gazyň parsial göwrümi - bu gaz garymyna girýän gazyň, (komponentiň) gaz garymynyň temperaturasynda we basyşynda dolduryp biljek göwrümidir. Parsial basyşyň additiwlik häsiýeti Daltonyň kanuny bilen aňladylýar:

$$P = \sum p_i, \quad (10)$$

bu ýerde P - gaz garymynyň umumy basyşy; P_i - gaz garymynyň düzümine girýän i -nji komponentiň parsial basyşy

$$P_i / P = n_i / N = y_i, \quad (11)$$

ýa-da

$$P_i = y_i P, \quad (12)$$

bu ýerde n_i - gaz garymynyň i -nji komponentiň mol sany; N - gaz garymynyň umumy mol sany $y_i = n_i / N$ - i -nji komponentiň molýar mukdary.

Ideal gaz garymynyň komponentiniň P_i parsial basyşy onuň garymdaky molýar mukdarynyň y_i gaz garymynyň umumy basyşyna P köpeldilmegine deňdir. Gaz garymynyň komponentleriniň parsial göwrümleriniň additiw häsiýeti Amaganyň kanuny boýunça aňladylýar:

$$V = \sum V_i, \quad (13)$$

bu ýerde V -gaz garymynyň umumy göwrümi; V_i -gaz garymynyň i -nji komponentiniň parsial göwrümi.

$$V_i / V = n_i / N = y_i, \quad (14)$$

ýa-da

$$V_i = y_i V, \quad (15)$$

Ideal gaz garymynyň komponentiniň parsial göwrümi V_i onuň garymdaky molýar mukdarynyň y_i gaz garymynyň umumy göwrümüne köpeldilmegine deňdir.

Gaz halyndaky tebigy gazyň dykzlygyny aşakdaky formula bilen hasaplamak bolar:

$$\rho_{p,t} = \rho_{p0t_0} \frac{P_{z0} T_0}{P_t z T}, \quad (16)$$

Doýgun uglewodorod kondensatynyň dykzlygyny aşakdaky usullar bilen tapyp bolar:

1. Katsyň we Stendingiň grafonalitik metody.
2. ρ_{ret} bilen z_{ok} arasyndaky korrelýasion baglansyk bilen.

Katsyň we Stendingiň metody boýunça standart şertlerde suwuklygyň dykzlygyny aşakdaky formula bilen tapylýar:

$$\rho_{p_{st}T_{st}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i M_i}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i M_i}{\rho_i}}, \quad (17)$$

bu ýerde x_i , M_i we ρ_i – degişilikde i -nji komponentiň molýar mukdary, molekulýar massasy we dykzlygy.

Soňra standart şertlerde hasaplanan dykzlygy berlen basyşa ($\Delta\rho_p$) we temperatura ($\Delta\rho_T$) görä düzediş girizilýär:

$$\rho_{p,t} = \rho_{p_{st}T_{st}} + \Delta\rho_p - \Delta\rho_T, \quad (18)$$

Getirilen dykzlyk ρ_{ret} bilen gazyň ortaça kritik gysylyş koeffisiýentiniň z_{ok} arasyndaky korrelýasion baglanşygyň kömegi bilen doýgun uglewodorod kondensatynyň dykzlygy aşakdaky ýaly hasaplanýar:

$$\rho_{p_{st}T_{st}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i M_i \right) \rho_{ret}}{\sum_{i=1}^n x_i V_{kp.i}}, \quad (19)$$

$$\rho_{p,T} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i M_i \right) \rho_{ret}}{\sum_{i=1}^n x_i V_{kp.i}}, \quad (20)$$

bu ýerde $V_{kp.i}$ – i -nji komponentiň kritiki molýar göwrümi. Getirilen dykzlyk Wiksiň formulasy bilen tapylýar:

$$\rho_{ret} = 1,20 + (5,563 - 11,03Z_{ok})(1 + T_{ret})0,8Z_{ok}^{0,31}, \quad (21)$$

Ortaça kritik gysylyş koeffisiýenti:

$$Z_{ok} = \sum_{i=1}^n x_i z_{kp.i}, \quad (22)$$

bu ýerde $z_{kp.i}$ – i -nji komponentiň kritik gysylyş koeffisiýenti. (1 tablisa seret). Doýgun suwuklygyň getirilen temperaturasy bolsa:

$$T_{ret} = T / \sum_{i=1}^n x_i T_{kp.i} , \quad (23)$$

i -nji komponentiň kritik göwrümi:

$$V_{kp.i} = \frac{Z_{kp.i} R T_{kp.i}}{P_{kp.i}} , \quad (24)$$

Tebigy gazlar üçin getirilen ululyklar – hakyky basyşyň, temperaturanyň, göwrümiň, dykzyzlygyň we gysylyş koeffisiýentiniň psewdokritiki (ortaça kritiki) ululyklara bolan gatnaşygy bilen aňladylýar:

$$\begin{aligned} P_{ret.rap} &= P / P_{kp.rap} , \\ T_{ret.rap} &= T / T_{kp.rap} , \\ V_{ret.rap} &= V / V_{kp.rap} , \\ \rho_{ret.rap} &= \rho / \rho_{kp.rap} , \\ Z_{ret.rap} &= Z / Z_{kp.rap} , \end{aligned} \quad (25)$$

bu ýerde garymyň psewdokritiki (ortaça kritiki) ululyklary $P_{ret.rap}$, $T_{ret.rap}$, $V_{ret.rap}$, $\rho_{ret.rap}$, $Z_{ret.rap}$ Keýanyň additiwlik düzgüni bilen hasaplanýar:

$$\begin{aligned} P_{kp.rap} &= \sum_{i=1}^n y_i P_{kp.i} , \\ T_{kp.rap} &= \sum_{i=1}^n y_i T_{kp.i} , \\ V_{kp.rap} &= \sum_{i=1}^n y_i V_{kp.i} , \\ \rho_{kp.rap} &= \sum_{i=1}^n y_i \rho_{kp.i} , \end{aligned} \quad (26)$$

$$Z_{kp.rap} = \sum_{i=1}^n y_i Z_{kp.i} ,$$

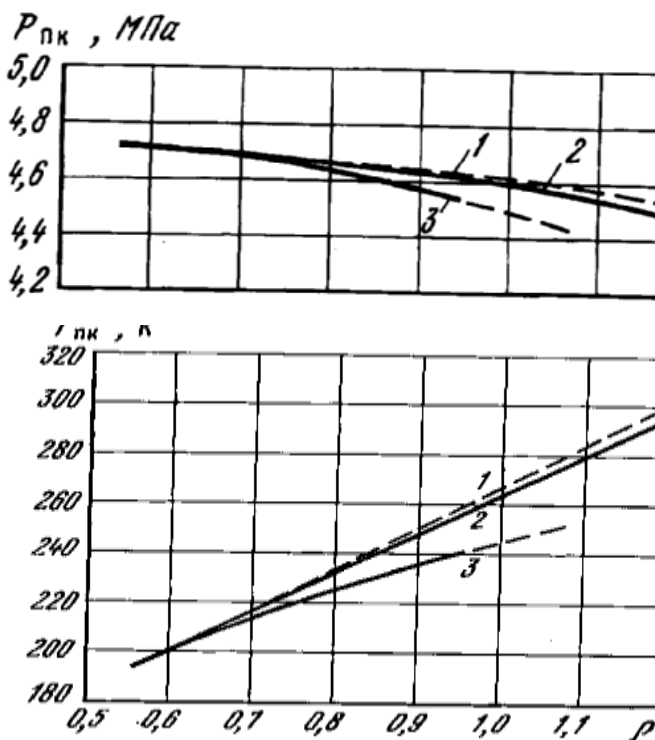
bu ýerde y_i – gaz garymynyň i -nji komponentiniň molýar mukdary; $P_{kp.i}$, $T_{kp.i}$, $V_{kp.i}$, $\rho_{kp.i}$, $Z_{kp.i}$ – deňişlikde kritiki basyş, absolýut temperatura, molýar göwrüm, dykzlyk we gysylma koeffisiýenti; n – komponentleriň sany.

Kritiki basyş, absolýut temperatura, molýar göwrüm, dykzlyk we gysylma koeffisiýenti we beýleki ululyklar 1, 2 tablisada görkezilen.

1.3. Gazlaryň çäk we getirme ululyklary

Maddanyň gaz we suwuk fazalarynyň arasyndaky serhediniň ýeten hem-de bu fazalaryň häsiýetiniň birek-birege deň bolan ýagdaýyna çäk ululygy diýilýär. Uglewodorod we uglewodorod däl komponentleriň garypdysyndan ybarat bolan tebigy gaz üçin çäk ululyklary – basyş, temperatura, dykzlyk, göwrüm we ş.m. bolup, ol gazyň düzümine görä psewdo çäk görnüşinde kesgitlenýär. Gazyň düzümine we bu ululyklary kesgitlemegiň takyklygyna baglylykda psewdo çäk ululyklary kesgitlemegiň birnäçe usullary hödürlenen.

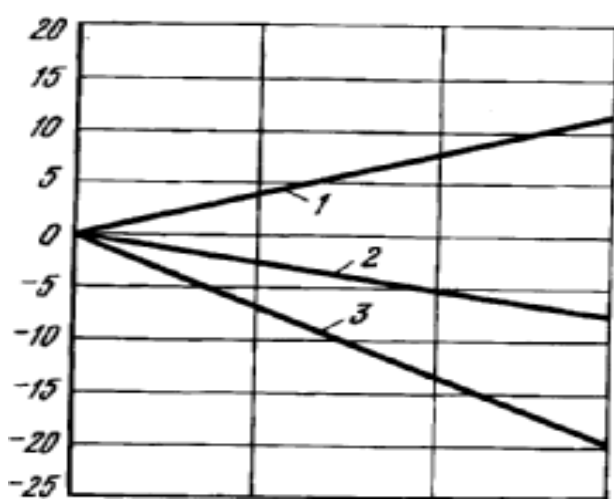
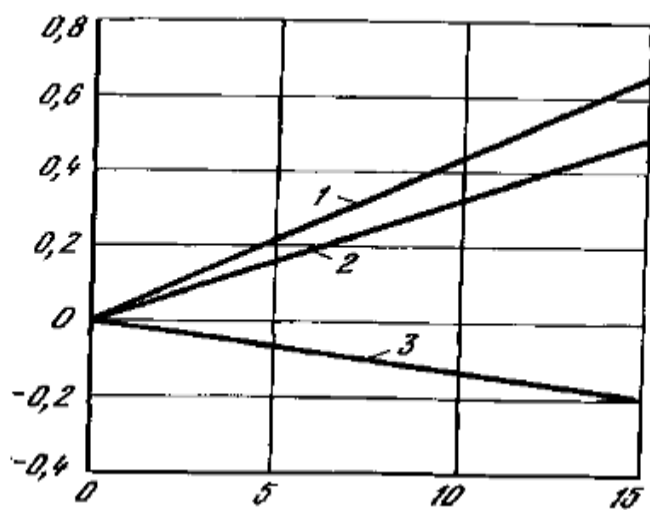
Gazyň düzümi näbelli bolanda psewdo çäk basyşy we temperaturany kesgitlemegiň has ýönekeý usuly grafiki usuly bolup durýar. Psewdo çäk basyşyň $Pp.ç$ we psewdo çäk temperaturanyň $Tp.ç$ gazyň howa görä otnositel dykzlygyna bolan baglanşygy 1-nji suratda görkezilen. Gazda azot, kükürtliwodorod we kömür – turşy gazlary bar bolanda 1-nji surat boýunça kesgitlenen psewdo çäk ululyklara bu komponentleriň düzümine bagly bolan ululyklaryň laýyklykdaky alamaty bilen düzedişleri girizilýär. Bu düzüdişler 2-nji suratda görkezilýär.



Surat 1. Tebigy gazlaryň psewdo çäk basyşyň $P_{пк}$ we temperaturanyň $T_{пк}$ gazyň howa görä otnositel dykzylygyna bolan baglanşygy: 1-uglewodorod gazlar; 2-gazlaryň garyndysy; 3-gaz kondensat garyndysy.

a

б



Surat 2. H_2S (1), CO_2 (2), N_2 (3) garyndylary düzýän gazlar üçin 1-nji surat boýunça kesgitlenýän psewdo çäk basyşa (a) we temperatura (b) düzedişleri.

Gazyň düzümi belli bolup, ondaky metanyň düzümi 95 % we ondan köp bolsa psewdo çäk ululyklary $P_{pç}$ we $T_{pç}$ additiwlik düzgüni boýunça kesgitlemek hödürlenýär

$$P_{p.c} = \sum_{i=1}^n x_i P_{ci}; \quad T_{p.c} = \sum_{i=1}^n x_i T_{ci} \quad (27)$$

bu ýerde x_i – gazdaky i komponentiň paýy; P_{ci} , T_{ci} – laýyk bahalary 1-nji tablisada getirilen i komponentiň çäk basyşy we temperaturasy

Gazkondensat ojağynyň gaz garyndylarynyň $P_{pç}$ we $T_{pç}$ kesgitlemek çün indiki formulany ulanmak hödürlenýär.

$$P_{pç} = K/J^2; \quad T_{pç} = K/J, \quad (28)$$

$$\text{bu ýerde } K = \left[\sum x_i T_{ci} / P_{ci}^{0,5} \right]^2;$$

$$J = \frac{1}{3} \sum x_i T_{ci} / P_{ci} + \frac{2}{3} \left[\sum x_i (T_{ci} / P_{ci})^{0,5} \right]^2 \quad (29)$$

Eger polýar we polýar däl komponentlerden ybarat bolan gaz garyndysynda polýar komponentleriň düzümi 5 %-den ýokarlansa, onda psewdo çäk ululyklary indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$\begin{aligned} P_{pç} &= T_{pç} \sum_{i=1}^n x_i Z_{ci} / J^2; \quad T_{pç} \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j (T_{ci} T_{cj})^{0,5}, \end{aligned} \quad (30)$$

bu ýerde

$$J^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \left[0,5(Z_{ci} T_{ci} / P_{ci})^{1/3} + 0,5(Z_{cj} T_{cj} / P_{cj})^{1/3} \right]^3 \quad (31)$$

Z_{ci} – bu komponentiň çäk basyşynda $P_{ç}$ we temperaturasynda $T_{ç}$ i komponentiň aşa gysyjylyk koeffisiýenti.

Gazyň ähli uglewodorod komponentleri, azot we kömürturşy gazy polýar däl birleşmä degişlidir. Polýar birleşmelere suw buglary, kükürtli wodorod we gazyň akymyna girizilýän metanol, duz kislotsy we beýlekiler degişlidir.

Eger gaz kondensat garyndysynyň düzümindäki kondensatyň mukdary $300 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$ ýokarlansa, onda psewdo çäk ululyklary hasaplamak üçin indiki formula hödürlenýär

$$P_{pç} = Z_{pç} RT_{pç} / v_{pç}; \quad T_{pç} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j v_{ij} T_{cij}}{v_{pç}} \quad (32)$$

$$\text{bu ýerde} \quad v_{ij} T_{cij} = \left[v_{ci} T_{ci} v_{cj} T_{cj} \right]^{0,5} \quad (33)$$

$$v_{pc} = 0,25 \left[\sum x_i v_{ci} + 3 \left(\sum x_i v_{ci}^{2/3} \right) \left(\sum x_i v_{ci}^{1/3} \right) \right] \quad (34)$$

$$Z_{pç} = 0,291 - 0,08 \omega_{\text{gar}}; \quad \omega_{\text{gar}} = \sum x_i \omega_i \quad (35)$$

bu ýerde v_{ci} – çäk nokadynda i komponentiň mol göwrümi, molekulýar massanyň udel göwrüminiň köpeltmek hasylyna deň; $Z_{pç}$ – $P_{pç}$ we $T_{pç}$ bolanda psewdo çäk aşa gysyjylyk koeffisiýenti; ω_{gar} , ω_i – garyndylar we laýyklykdaky i komponent üçin asentriki ýagdaýy.

Real gazlaryň molekulalarynyň ahyrky ölçegleri we formulary bar, olar özara täsirini görkezýär. Şonuň üçin real gazlaryň häsiýetnamasy üçin molekulýar özara täsiri bilen baglanyşykly ululyklary hasaba almak zerur.

Ýönekeý gazlaryň molekulasy sferiki forma eýedir, olar üçin molekulalaryň merkezlerini birleşdirýän liniýalar boýunça

täsir edýän dartyлма shemalary altynjy dereje aralygyna göni proporsional. Sferiki däl formaly gazlar üçin molekulanyň dartyлма ýa-da itekleşme shemalary diňe molekulanyň merkezleriniň arasyndaky güýçlerden ybarat bolman, eýsem goşmaça merkezden daşlaşýan güýçlerden hem ybaratdyr. Sferiki däl formaly gazyň molekulalarynyň arasyndaky goşmaça merkezden daşlaşýan güýçler hasaba almak üçin asentriki ýagdaý diýip atlandyrylýan goşmaça ululyk girizilen. Ol molekulasy sferiki formaly gazlardan molekulasy çylşyrymly bolan gazlaryň tapawudyna baha berýän ululyklaryň biri bolup durýar. Gazlaryň aýratyn komponentleri üçin asentriki ýagdaýyň bahalary 1-nji tablisada getirilen.

Komponentleriň asentriki ýagdaýyny takmynan indiki formula boýunça kesgitlemek mümkin

$$\omega_i = 0,4286 \frac{\ln P_{ci} / P_{at}}{T_{ci} / T_{gai}} - 1 \quad (36)$$

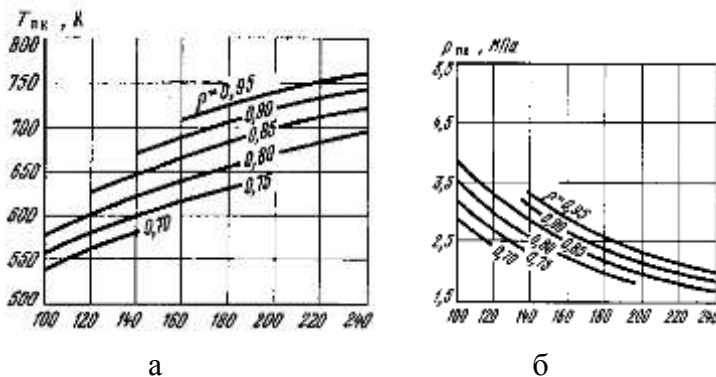
bu ýerde T_{gai} – bahasy 1-nji tablisadan kesgitlenýän i komponentiň gaýnama temperaturasy; P_{at} – atmosfera basyşy, MPa.

Eger gazda gaýnama temperaturasy ýokary bolan uglewodorodlaryň C_{5+} molýar düzümi 1 %-den ýokarlanmaýan bolsa, onda bu toparyň çäk ululyklaryny normal geptanyň çäk ululyklaryna çalyşmak bolar. C_{5+} düzümi 1 %-den ýokarlanlanda uglewodorodlaryň bu toparyny haryt kondensatynyň fraksiýasyna çalşylşa we olara garyndynyň komponentleri hökümünde seredilse gowy bolar. C_{7+} uglewodorodlaryň takmynan hasaplamalarynda bu toparyň fraksiýasyny çalyşmak bolmaýar, C_{7+} hakyky ululyklaryny bolsa ýa 3-nji suratdan dykzlyga we molekulýar massa baglylykda grafik arkaly ýa-da indiki formula boýunça hasaplama arkaly kesgitlemek bolar.

$$P_{cC_{7+}} = \frac{1}{10,2} \left[\sum_{i=0}^3 \sum_{j=1}^3 a_{ij-1} M^i C_7 \rho^{j-1} C_{7+} \right] \quad (37)$$

$$T_{cC_{7+}} = 273,15 + \sum_{i=0}^5 \sum_{j=1}^5 b_{ij} M^i C_{7+} (\ln \rho_{C_{7+}})^{j-i} \quad (38)$$

bu ýerde a_{ij-i} , b_{ij-i} – bahasy 2,3-nji tablisada getirilen hemişelik koeffisiýentleri; $M_{C_{7+}}$ – gazyň düzümindäki C_{7+} uglewodorodlaryň molekulýar massasy; $\rho_{C_{7+}}$ – gazdaky C_{7+} komponentleriň dykzlygy.



Surat 3. Psewdo çäk temperaturanyň (a) we basyşyň (b) C_{7+} molekulýar massasyna baglanşygy

Eger gazyň düzüminde 50 %-e çenli turşy komponentler CO_2 we H_2S düzyän bolsa, bu ýagdaýda olaryň her biriniň konsentrasiýasy 25 %-den ýokarlanmaýar, onda psewdo çäk ululyklary $P_{pç}$ we $T_{pç}$ kesgitlemek üçin ýakynlaşdyrma formulany ulanmak bolar

$$P_{p.c}^* = P_{p.c} T_{p.c}^* / [T_{p.c} + x_{H_2S} (1 - x_{H_2S}) \varepsilon]; \quad T_{p.c}^* = T_{p.c} - \varepsilon \quad (39)$$

$$\varepsilon = 14x_{H_2S}^{-0,36}x_{CO_2}^{0,8} + 0,81x_{H_2S}^{0,7} \quad (40)$$

bu ýerde x_{H_2S} , x_{CO_2} – gazyň düzümindäki kükürtli wodorodyň we kömürturşy gazynyň molýar paýy; $P_{pç}$, $T_{pç}$ – additiwlik düzgüni boýunça formulany ulanmak bilen kesgitlenýän psewdo çäk basyşy we temperaturasy.

Таблица 1.5

$P = 0,1013 \text{ MPa}$ bolanda tebigy gazyň komponentleriň fiziki-himiki häsiýeti

Ululyk	Metan	Etan	Propan	n-Butan	i-Butan	n-Pentan	i-Pentan	n-Geksan	n-Heptan	n-Oktan
Himiki formulasy	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	n- C_4H_{10}	i- C_4H_{10}	n- C_5H_{12}	i- C_5H_{12}	n- C_6H_{14}	n- C_7H_{16}	n- C_8H_{18}
Molekulýar: massa göwrümi, 10^{-3} m^3	16,043 22,36	30,068 22,16	44,094 21,81	58,120 21,75	58,120 21,50	72,151 20,87	72,151 20,87	86,178 22,42	100,198 22,47	114,220 22,71
Dykyzlyk, kg/m^3 : T=273,16K bolanda T=293,16K bolanda Gaýnama temperatura- sýnda	0,717 0,668 416	1,356 1,263 546	2,010 1,872 585	2,668 2,486 582	2,703 2,518 600	3,457 3,221 625	3,457 3,221 637	3,845 3,583 664	4,459 4,155	5,030 4,687

suwuk ýagdaýynda										
Suwuklyk bugarandan soňky gazly fazanyň $T=273,16K, m^3/m^3$	442,1	311,1	272,9	229,4	237,5	204,6	206,6	182	-	-
Gaz hemişeligi, $m^3/^\circ C$	52,95	28,19	19,23	14,95	14,95	11,75	11,75	9,89	8,46	7,42
Çäk ululyklary: dykzlyk, kg/m^3	162,0	210,0	225,5	232,5	225,2	469,65	460,39	507,35	540,15	568,76
temperatura, K	190,55	305,43	369,8	408,1	425,16	3,435	3,448	3,072	2,79	2,535
basyş, MPa	4,69	4,97	4,333	3,871	3,71	-	-	-	0	-
udel göwrümi, m^3/kg	5	6	0,004	0,004	3,71	0,268	0,269	0,264	-	-
molýar göwrümi, $10^{-6} m^3/mol$	0,0062	0	4	3	9	345	345	413	-	320
aşa gysyjylyk koeffisiýenti	99,50	0,285	200,0	263,0	44	5,769	5,769	5,909	282	7,541
	0,290	0,285	0,277	0,283	255,0	0,27			8,880	

					4					
otensiallaryň ululyklary ε/κ , K σ , A	140 3,80 8	236 4,38 4	206 5,420	217 5,819	208 5,86 9	269 6,099	269 6,057	423 5,916	288 7,00	333 7,407

Asentrik ýagdaýy	0,01 04	0,09 86	0,152 4	0,184 9	0,20 10	0,2539	0,222 3	0,300 7	0,34 98	0,40 18
T=273,16 K bolanda dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti,mP a*s	0,01 03	0,00 83	0,007 5	0,006 9	0,00 69	-	-	-	-	-
Temperatura,K Gaýnama Ereme	111, 86 90,6 6	184, 56 100, 66	230,9 0 -	263,0 6 128,1 6	272, 66 138, 16	300,96 113,26	309,2 6 143,4 6	341,8 6 177,8 6	371, 56 182, 56	398, 86 216, 36
T=273,16 K bolanda ýylylyk sygymy, J/kg*grad hemişelik basyşda, C _p hemişelik göwrümde C _v	0,51 72 0,39 36	0,39 34 0,32 73	0,370 1 0,325 2	0,380 2 0,346 6	0,38 02 0,34 66	0,3805 0,3533	0,380 5 0,353 3	0,382 7 0,360 0	0,38 46 0,36 52	0,38 56 0,36 86
T=273,16 K	0,02	0,01	0,013	0,011	0,01	0,0106	0,010	0,009	0,00	0,00

bolanda ýylylyk geçirijiligi, Wt/m*grad	6	6			0		6	66	92	84
T=273,16 K bolanda ýylylygy, kJ/kg bugarma ereme	570 608	490 95,2	427 80,0	352 77,6	394 75,5	- -	- -	- -	- -	- -

Ululyk	Azot	How a	Suw bugy	Kislo rod	Wod orod	Kükü rtli wodo rod	Ugler o- dyň ikili okisi	Ugle ro- dyň okisi	Geli ý	Argo n	Rtut
Himiki formulasy	N ₂	-	H ₂ O	O ₂	H ₂	H ₂ S	CO ₂	CO	He	Ar	Hg
Molekulýar: massa göwrümi, 10 ⁻³ m ³	28,01 6 22,40 4	28,96 22,40	18,01 6 23,45	32,00 -	2,016 22,43	34,08 2 22,14	44,01 1 22,26	28,0 11 22,4 1	4,00 -	39,95 -	200,5 9 18,01 9
Dykyzlyk, kg/m ³ : T=273,16K bolanda T=293,16K bolanda Gaýnama temperaturasy nda suwuk ýagdaýynda	1,250 1,165	1,293 1,205	0,768 0,750 -	1,429 1,331 -	0,089 9 0,083 7 -	1,539 1,434 -	1,977 1,842 -	1,25 0 1,16 5 -	0,17 8 0,16 6 -	1,784 1,662 -	13,59 5 13,54 6 -

Suwuklyk bugarandan soňky gazly fazanyň $T=273,16K, m^3/m^3$	-	-	47,06	26,97	420,6 3	24,8 9	19,27	30,27	211,8 4	-	-
Gaz hemişeligi, $m/^{\circ}C$	30,26	29,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çäk ululyklary: dykzlyk, kg/m^3 temperatura, K basyş, MPa udel göwrümi, m^3/kg molýar göwrümi, $10^{-6} m^3/mol$ aşa gysyjylyk	126,2 6 3,465 - - 91,5 3,681	132,4 0 13,24 - - - -	- - - - - - -	154,7 8 5,18 - - - 88	33,25 1,325 - - - 33,3 -	373, 6 9,18 5 - - 343	304,2 7,527 - - - 190 -	132, 93 3,56 8 - - -	5,2 0,234 - - - 10,8 -	150,7 2 4,959 - - - 124,9	- - - - - -

koeffisiýenti											
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Potensiallary ň ululyklary $\varepsilon/\kappa, K$ σ, A δ	91,5 3,681 -	78,6 3,711 -	- - -	3,541 - -	2,96 8 - -	3,49 0,21 -	3,996 - -	3,59 - -	2,57 - -	3,42 3 -	
Asentrik ýagdaýy	0,040	-	-	0,019	-	0,10 0	0,231	-	0,24 6	-	-
T=273,16 K bolanda dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti, mPa*s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura, K Gaýnama Ereme	77,36 63,16	78,8 -	100,0 0 0	90,16 54,36 9	20 -	211, 4 -	194,7 -	81,7 -	4,3 -	87,5 -	- -

T=273,16 K bolanda ýylylyk sygymy, J/kg*grad hemişelik basyşda, C_p hemişelik göwrümde C_v	0,24 0,177 0	0,239 7 0,171 2	0,444 1 0,346 9	0,218 5 0,156	3,39 04 2,40 45	0,25 3 0,19 3	0,194 6 0,149 6	0,248 3 0,177 4	1,26 0 0,76 0	1,24 3 -	0,0335 -
T=273,16 K bolanda ýylylyk geçirijiligi, Wt/m*grad	0,020	0,021	0,015	-	0,14 8	0,01 1	0,012	-	0,12 3	-	-

Tablisa 1.6

a_{ij-i} koefiisientiniñ bahasy

i	j			
	0	1	2	3
0	33,388806	- 10,038350	87,406737	0
1	-0,456194	0,320795	-0,773867	-
2	0,666661*1 0 ⁻³	0,240282* 10 ⁻²	-	-
3	- 0,355490*1 0 ⁻⁵	-	-	-

Tablisa 1.7

b_{ij-i} koefiisientiniñ bahasy

i	j					
	0	1	2	3	4	5
0	0,84222 5*10 ⁴	- 0,56034 6*10 ⁵	- 0,18713 3*10 ⁶	- 0,23078 9*10 ⁶	- 0,24420 4*10 ⁶	0
1	0,20727 8*10 ³	0,86530 1*10 ³	0,23296 7*10 ⁴	0,11232 9*10 ⁴	0,11619 7*10 ⁴	-
2	- 0,19863 8*10	- 0,47060 6*10	- 0,11025 9*10 ²	0,82803 1*10 ⁻¹	-	-
3	0,10120 4*10 ⁻¹	0,93678 1*10 ⁻²	0,20173 2*10 ⁻¹	-	-	-
4	- 0,27396 0*10 ⁻⁴	0,22459 2*10 ⁻⁵	-	-	-	-
5	0,31370 7*10 ⁻⁷	-	-	-	-	-

Ýokary takyklygy talap etmeýän amaly mysal çözülmek kabul ederlikli ýalňyşlygy bilen pseudo çäk ululyklary indiki formula boýunça kesgitlemek mümkin

$$P_{p\zeta} = 4,892 - 0,013979 M; T_{p\zeta} = 94,717 + 5,8997M \quad (41)$$

ýa-da

$$P_{p\zeta} = 4,903 - 0,01693 M; T_{p\zeta} = 125 + 4,3163 M, \quad (42)$$

bu ýerde M – gazyň molekulýar massasy

$$M = \sum x_i M_i \quad (43)$$

Getirme ululyklary diýip laýyklykdaky ululyklaryň olaryň çäk bahasyna bolan gatnaşygyna aýdylýar, olary indiki formulalar boýunça kesgitlenýär

$$P_{get} = P/P_{\zeta}; T_{get} = T/T_{\zeta}; v_{get} = v/v_{\zeta}; \rho_{get} = \rho/\rho_{\zeta} \quad (44)$$

Bu ululyklar gazyň fiziki häsiýetini kesgitlemek üçin deňşililikdäki ýagdaýy bagly ululyklaryny ulanmaga ygtyýar berýär. Deňşililikdäki ýagdaýyň esaslarynyň iki we üç ululykly formasy has giň gerim alan. Iki ululykly formasynda deňşdirilýän maddanyň fiziki häsiýetiniň deňligi iki getirme ululyk ulanylanda ýerine ýetýär. Köplenç bu iki ululyk getirme basyş P_{get} we getirme temperatura T_{get} bolup durýar. Üç ululykly formasynda gazyň fiziki häsiýetiniň deňliginde iki getirme ululyklardan P_{get} , T_{get} başgada asentriki ýagdaýy ω_i hasaba alynýar..

Tablisa 1.8

Gazyň çäk basyşyny we temperaturasyny kesgitlemek

Gazyň düzümi	Düşýän komponentleriň mukdary, göw., %	Çäk ululyklary		Pseudochäk ululyklary	
		P_{ζ} , MPa	T_{ζ} , K	$P_{p,\zeta}$, MPa	$T_{p,\zeta}$, K
CH ₄	74,1	4,695	190,55	3,479	141,22
C ₂ H ₆	7,48	4,976	306,43	0,372	22,85
C ₃ H ₈	3,37	4,333	369,82	0,146	12,46

i- C ₄ H ₁₀	0,76	3,719	408,13	0,028	3,10
n- C ₄ H ₁₀	1,68	3,871	425,16	0,065	7,14
i- C ₅ H ₁₂	0,57	3,448	460,39	0,019	2,62
n- C ₅ H ₁₂	0,32	3,435	469,65	0,011	1,50
C ₆ H ₁₄	0,63	3,072	507,35	0,019	3,19
N ₂	6,09	3,465	126,26	0,211	7,69
H ₂ S	2,00	9,185	373,60	0,184	7,47
CO ₂	3,00	7,527	304,20	0,226	0,13
Σ	100	-	-	4,760	218,37

Mysal 1. 4-nji tablisada getirilen düzüme we dykzlygy görä gazyň pseudo çäk ululyklaryny hasaplamak.

$P_{\text{ç}}$ we $T_{\text{ç}}$ (1) formula boýunça hasaplanan we 4-nji tablisada getirilen $P_{\text{ç}} = 4,76$ MPa; $T_{\text{ç}} = 218,37$ K alynan..

Şol gazyň çäk ululyklaryny onuň otnositel dykzlygy boýunça kesgitläris.

$\bar{\rho} = 0,763$ otnositel dykzlykly gazkondensat ojagy üçin 1-nji we 2-nji surat boýunça egrini ulanyp çäk ululyklar alarys.

Esasy grafiki boýunça çäk basyşy kesgitläris; $P_{\text{ç}} = 4,56$ MPa. Düzedişleri taparys: garyndydaky H₂S düzümi (2 göw. %) - +0,078 MPa; CO₂ (3 göw. %) - +0,098 MPa; N₂ (6,09 göw. %) - 0,069 MPa. Şeýlelikde, $P_{\text{ç}} = 4,56 + 0,078 + +0,098 - 0,069 = 4,67$ MPa.

Çäk temperaturasy hem şol tertipde kesgitlenen,

$$T_{\text{ç}} = 220 + 2 - 1,8 - 1,5 = 218,7 \text{ K.}$$

Mysal 2. $P = 14,71$ MPa we $T=303$ K bolanda öňki mysaldaky gaz üçin getirme ululyklaryny hasaplamak.

(44) formula boýunça taparys.

$$P_{\text{get}} = 14,71/4,67 = 3,15; \quad T_{\text{get}} = 303/218,37 = 1,388 \text{ K.}$$

1.4. Gazyň dykzlygy

Dykzlyk - gazyň massasynyň onuň birlik göwrümine bolan gatnaşygydyr, kg/m^3 . Normal şertde ýagny başyş 760 mm.sin. süt. we temperatura 273 K bolanda gazyň bir molunyň göwrümi $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, şoňa görä bu şertde gazyň dykzlygyny indiki formulada hasaplamak bolar,

$$\rho = M/22,4 \quad (45)$$

bu ýerde M - gazyň molekulýar massasy. Gaz garyndysynyň we aýratyn komponentleriň dykzlygyny has takyk kesgitlemek üçin indiki deňligi ulanmak bolar.

$$M_{st} = \sum_{i=1}^n x_i M_i; \quad v_{st} = \sum_{i=1}^n x_i v_i; \quad \rho_{st} = M_{st}/v_{st} \quad (46)$$

bu ýerde x_i - komponentiň mol paýy; M_i - i komponentiň molekulýar massasy; V_i - komponentiň bir molunyň göwrümi.

M_i we V_i bahalary 1-nji tablisada getirilen.

Tebigy gazlaryň düzümine girýän dürli komponentleriň bir molunyň göwrümi tablisadan görnüşi ýaly pentan üçin $20,87 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ -dan okdan üçin $22,71 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ çenli üýtgeýär.

Gazyň dykzlygy onuň düzümine, basyşana we temperaturasyna bagly. Berlen basyşdaa we temperaturada gazyň dykzlygy normal ýa-da standart şertlerdäki belli dykzlygy boýunça indiki formulada kesgitlenýär

$$\rho = \rho_{st} \frac{P T_{st}}{P_{at} Z T} \quad (47)$$

bu ýerde ρ_{st} - bahalary her komponentler üçin 1-nji tablisadan alynýan standart şertdäki gazyň dykzlygy.

Gazyň düzümi belli bolanda ρ_{st} indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$\rho_{st} = \sum_{i=1}^n \rho_{sti} x_i ; \quad \rho_{sti} = M_i / 24,04, \quad (48)$$

T_{gt} – standart temperatura, K; P_{at} – atmosfera basyşy, MPa; Z – berlen P we T -da gazyň aşa gysyjlyk koeffisiýenti.

Gaz senagatynda standart şert diýip $P_{st} = 0,098$ MPa we $T_{st} = 293$ K bolmagyna düşünilýär.

Gazda suw buglarynyň - çyglygygyň bar bolmagynda onuň dykzlygy indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$\rho_{s,b} = \rho_{st} \left[1 + \frac{P_{at} Z T W}{P T_{st}} (\rho_{s,b} / \rho_{st} - P_{s,b} / P) \right] \quad (49)$$

bu ýerde W - P we T şertlerinde gazyň çyglylygy; $\rho_{s,b}$ - doýgun suw bugynyň dykzlygy; $P_{s,b}$ – doýgun suw bugynyň basyşy.

Tablisa 1.9

Doýgun suw bugynyň dykzlygynyň we basyşynyň
temperatura baglylygy

T, K	$P_{пл}, M$ Pa	$P_{вп}, k$ g/m^3	T, K	$P_{пл}, M$ Pa	$P_{вп}, k$ g/m^3	T, K	$P_{пл}, M$ Pa	$P_{вп},$ kg/m^3
27 3	0,000 611	0,004 85	30 0	0,003 564	0,02 576	32 7	0,015 002	0,09 98
27 4	0,000 656	0,005 19	30 1	0,003 778	0,02 722	32 8	0,015 740	0,10 44
27 5	0,000 706	0,005 56	30 2	0,004 004	0,02 875	32 9	0,016 509	0,10 92
27 6	0,000 757	0,005 94	30 3	0,004 241	0,03 036	33 0	0,017 311	0,11 42
27 7	0,000 804	0,006 36	30 4	0,004 491	0,03 220	33 1	0,018 146	0,11 93
27	0,000	0,006	30	0,004	0,03	33	0,019	0,12

8	882	79	5	753	381	2	015	57
27	0,000	0,007	30	0,005	0,03	33	0,019	0,13
9	934	26	6	029	565	3	917	07
28	0,001	0,007	30	0,005	0,03	33	0,020	0,13
0	001	75	7	318	758	4	859	60
28	0,001	0,008	30	0,005	0,03	33	0,021	0,14
1	072	26	8	622	960	5	839	20
28	0,001	0,008	30	0,005	0,04	33	0,022	0,14
2	147	82	9	940	172	6	849	82
28	0,001	0,009	31	0,006	0,04	33	0,023	0,15
3	227	40	0	274	393	7	909	46
28	0,001	0,010	31	0,006	0,04	33	0,025	0,16
4	312	01	1	624	623	8	007	30
28	0,001	0,010	31	0,006	0,04	33	0,026	0,16
5	401	66	2	991	864	9	144	82
28	0,001	0,011	31	0,007	0,05	34	0,027	0,17
6	496	34	3	375	115	0	243	53
28	0,001	0,012	31	0,007	0,05	34	0,028	0,18
7	597	06	4	777	376	1	557	27
28	0,001	0,012	31	0,008	0,05	34	0,029	0,19
8	704	82	5	198	659	2	832	03
28	0,001	0,013	31	0,008	0,05	34	0,031	0,19
9	817	63	6	639	935	3	156	82
29	0,001	0,014	31	0,009	0,06	34	0,032	0,20
0	936	47	7	099	234	4	529	64
29	0,002	0,015	31	0,009	0,06	34	0,033	0,21
1	062	36	8	582	545	5	960	48
29	0,002	0,016	31	0,010	0,06	34	0,035	0,22
2	196	30	9	085	868	6	431	36
29	0,002	0,017	32	0,010	0,07	34	0,036	0,23
3	337	29	0	612	205	7	961	26
29	0,002	0,018	32	0,011	0,07	34	0,038	0,24
4	485	33	1	169	557	8	550	20
29	0,002	0,019	32	0,011	0,07	34	0,040	0,25
5	642	42	2	735	923	9	187	16

29 6	0,002 807	0,020 57	32 3	0,012 335	0,08 302	35 0	0,041 894	0,26 05
29 7	0,002 982	0,021 77	32 4	0,012 960	0,08 696	35 1	0,043 649	0,27 18
29 8	0,003 166	0,023 04	32 5	0,013 612	0,09 107	35 2	0,045 473	0,28 24
29 9	0,003 360	0,024 37	32 6	0,014 293	0,09 535	35 3	0,047 356	0,29 23

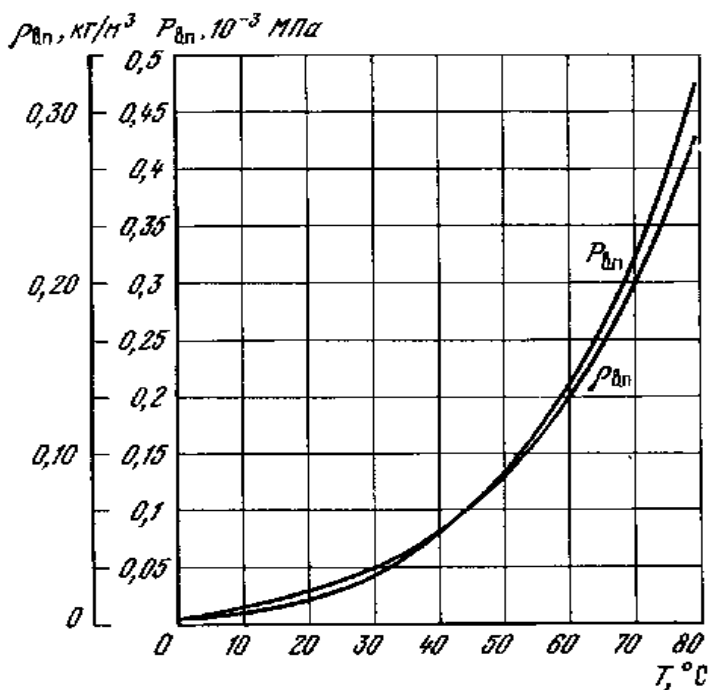
ρ_{s-b} we P_{s-b} bahalary 1.9-njy tablisada getirilen we 4-nji suratda görkezilen. (49) formula ulanylanda Z bahasyny gazda suw bagynyň bolmagyny hasaba almazdan kesgitlemeli.

Dürli temperaturada gury gazlaryň dykyzlygynyň düzediş ululyklary 6-njy tablisada getirilen. Çyglylyga bolan bu düzedişler 1.10-nji tablisada görkezilen düzedişiniň alamatyna baglylykda gury gazyň dykyzlygyna goşulýar ýa-da ondan aýrylýar.

Kopponentiň düzümi näbelli bolsa gaz kondensat garyndylaryň dykyzlygy indiki formula boýunça kesgitlenýar.

$$\rho_{gar} = \frac{\rho_g Q_g + \rho_k Q_k}{Q_g + \alpha Q_k} \quad (50)$$

bu ýerde ρ_g , ρ_k – separirlenen gazyň we kondensatyň dykyzlygy; Q_g , Q_k - gazyň we kondensatyň debitleri; α – ρ_{gar} , ρ_g we ρ_k dykyzlyklary kesgitlenýän şertinde kondensatyň hyýaly göwrüm koeffisiýenti.



Surat 4. Doýgun suw bugunyň dykzlygynyň $\rho_{s,b}$ we basyşyň $P_{s,b}$ temperatura bagly grafigi.

Tablisa 1.10

Gury gazyň dykzlygyna onuň çyglylygyna bolan düzedişleri

Gury gazyň dykzlygy, kg/m^3	Dürli temperaturadaky düzedişler (%)								
	283	288	293	298	303	308	313	318	323 K
0,4	+1,2	+1,5	+2,0	+2,7	+3,4	+5,5	+6,4	+7,0	+8,5
0,5	+0,	+0,	+1,	+1,	+1,	+2,	+2,	+3,	+4,3

	7	9	2	5	9	4	9	5	
0,6	+0, 4	+0, 5	+0, 6	+0, 7	+0, 9	+1, 0	+1, 2	+1, 4	+1,6
0,7	+0, 1	+0, 1	+0, 2	+0, 2	+0, 2	+0, 4	0	- 0,1	-0,3
0,8	0	- 0,1	- 0,1	- 0,2	-0,4	- 0,6	- 0,9	- 1,3	-1,7
0,9	- 0,2	- 0,3	- 0,4	- 0,6	-0,8	- 1,2	- 1,6	- 2,2	-3,0
1,0	- 0,3	- 0,4	- 0,6	- 0,8	-1,1	- 1,6	- 2,1	- 2,9	-3,9

α bahasy indiki formuladan kesgitlenýär

$$\alpha = 24,04 \rho_k / M_k \quad (51)$$

bu ýerde M_k – kondensatyň molekulýar massasy, kg.

Amaly hasaplamalarda köplenç gazyň otnositel dykzlygy ulanylýär ρ . Otnositel dykzlygy $P = 0,1$ MPa we $T = 293$ K bolanda gazyň dykzlygynyň şol bir şertdäki howanyň dykzlygyna ρ_{howa} bolan gatnaşygyna deňdir

$$\bar{\rho} = \rho / \rho_{\text{howa}} \quad (52)$$

$P = 760$ mm sim.süt we $T = 273$ K bolanda $\rho_{\text{howa}} = 1,293 \text{ kg/m}^3$, $T=293$ bolanda bolsa $\rho_{\text{howa}} = 1,205 \text{ kg/m}^3$. Standart şertde gazyň we howanyň göwrümleriniň meňzeşligini hasaba alyp otnositel dykzlygy indiki formula boýunça hasaplamak mümkin.

$$\bar{\rho} = M/28,96. \quad (53)$$

Mysal 1. $P = 14,71$ MPa we $T = 303$ K bolanda düzümi belli gazyň dykzlygyny hasaplamak. Standart şertde gazyň düzümi boýunça onuň dykzlygynyň hasaplamagy 7-nji tablisada getirilen.

(47) formula boýunça $Z = 1$ kabul edip, dykzlygy alarys

$$\rho = 0,9192 \frac{14,71 \cdot 293}{0,1013 \cdot 303} = 129,0 \text{ kg/m}^3.$$

Mysal 2. Indiki başlangyç maglumatlarda gaz kondensat garyndysynyň dykzylygyny kesgitlemek: atmosfera şertinde separatordan soňky gazyň dykzylygy $\rho_g = 0,723 \text{ kg/m}^3$ ($\bar{\rho} = 0,6$), kondensatyň dykzylygy $\rho_k = 740 \text{ kg/m}^3$, kondensatyň gazdaky düzümi $300 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^3$, gazyň debiti $200 \text{ m}^3/\text{sut}$, kondensatyň molekulýar massasy $M = 149 \text{ kg/kmol}$.

Kondensatyň debitini kesgitläris

$$Q_k = 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^3 = 60 \text{ m}^3/\text{sut}.$$

(51) formula boýunça α_k kesgitläris

$$\alpha_k = 24 \cdot \frac{740}{149} = 119,2.$$

(50) formula boýunça gaz garyndysynyň dykzylygyny taparys

$$\rho_{gar} = \frac{0,723 \cdot 200 \cdot 10^3 + 740 \cdot 60}{200 \cdot 10^3 + 119,2 \cdot 60} = 0,912 \text{ kg/m}^3.$$

1.5. Gazlaryň aş gysylylyk koeffisiýenti

Gazlaryň aş gysylylyk koeffisiýenti - bu P we T -niň berlen bahalaryndaky döwürüniň V P we T -niň meňzeş bahalarynda ideal gazyň kanuny boýunça kesgitlenen gazyň göwrümine V_{id} bolan gatnaşygyna aýdylýar. Aş gysylylyk koeffisiýenti real gazyň göwrüminiň 'ideal' gazyň göwrüminde tapawutlanmagyny häsiýetlendirýär. Gazyň esasy ululyklary-döwürüm, basyş we temperatura bilen baglanyşykly deňlemä gazyň ýagdaý deňlemesi diýilýar. Idideal gazyň ýagdaý deňlemesi molekulanyň öz göwrümini hasaba almazdan, molekularyň arasyndaky özara täsiriň bolmazlygy şertinden alynan

$$V_{id} = v_{id} = nRT/P, \quad (54)$$

bu ýerde n - gazyň molunyň sany; R - uniwersal gaz hemişeligi; T - gazyň temperaturasy ; P -gazyň basyşy.

Gazyň aşa gysyjylyk koeffisiýenti kesgitlenende onuň göwrümleriň gatnaşygyna deň bolýandygyny nazara alsak,

$$Z = Z = v/ v_{id} \quad (55)$$

onda

$$v = nZRT/P. \quad (56)$$

Unewersal gaz hemişilegi temperatura bir gradus ýokarlanabda gazyň bir molunyň işine aňladýar hem-de SI sistemasynda $J/kmol^{\circ}C$ ölçeg birligine eýedir.

Gazyň aşa gysyjylyk koeffisiýenti Z gazyň düzümini, basyşyna we temperaturasyna bagly. Koeffisiýentiň bahasy grafiki we analitiki usullar bilen kesgitlenen bolup biler. Kesgitlenegiň usuly onuň bahasynyň talap edilýar takyklygyndan ugur alyp saýlanýar kesgitlemegiň has ýönekeý usuly bulup durýar. Yokary temperaturada gaýnaýan komponentleriň C_{5+} molýar paýy 2 %-den ýakymly ysly uglewodorodlary 2 %-den köp bolmadyk we Polýar hem-de turşy komponentleriň 5 % düzen tebigy gazlaryň Z kesgitlemek üçin aşa gysyjylyk koeffisiýentiniň Z getirme basyşa P_{get} we getirme temperatura T_{get} bolan grafik baglanşygyny ulanmak mümkin.

Ýokary temperaturada gaýnaýan uglewodorodlaryň C_{5+} polýar komponentleriň gazdaky düzümi has köp bolsa aşa gysyjylyk koeffisiýenti Z asentriki ýagdaýy hasaba almak arkaly indiki formula boýunça kesgitlenýar

$$Z = Z^{(0)} + \omega_{gar}Z^{(1)} \quad (57)$$

bu ýerde $Z^{(0)}$, $Z^{(1)} - Z^{(0)}$ we $Z^{(1)}$ getirme ululyklar T_{get} we P_{get} bolan grafiki baglanşygyny kesgitlenýän koeffisiýentler,; ω_{gar} - gazyň düzümi belli bolanda indiki formula boýunça kesgitlenýän asentriki ýagdaýy.

$$\omega_{gar} = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i \quad (58)$$

bu ýerde ω_i - 2-nji tablisadan ýa-da (36) formula boýunça kesgitlenýän i komponentiň asentriki ýagdaýy.

P_{get} we T_{get} kesgitlemek üçin zerur bolan psewdoçak ululyklary gazyň düzümine baglylykda kesgitlemek bolar. Eger gazda ýokary temperaturada gaýnaýan uglewodorodlaryň we polýar maddomyň mukdary 5 % köp bolsa, onda psewdoçak ululyklary formulalar bilen kesgitlemek bolar. Gazyda polýar komponentler köplenç kükürtli wodorod, suw bolanda $P_{\text{pç}}$ we $T_{\text{pç}}$ ululyklary indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$P_{pc} = T_{pc} \sum_{i=1}^n x_i Z_{ci} / J^2 ;$$

$$T_{pc} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j (T_{ci} T_{cj})^{0,5} (1 - \xi_{ij})^2 , \quad (59)$$

$$J^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \left[0,5(Z_{ci} T_{ci} / P_{ci})^{1/3} + 0,5(Z_{ci} T_{ci} / P_{ci})^{1/3} (1 - \xi_{ij}) \right]^3 \quad (60)$$

$$\xi_{ij} = 0,25 \alpha_i^* (\beta_j^*)^2 (T_{cj} / T_{ci})^{0,5} \quad (61)$$

bu ýerde α_i^* - polýar däl molekulanyň polýarizirleşimegi; indiki formula boýunça kesgitlenýär.

$$\alpha_i^* = 2,277 \cdot 10^{-19} (\alpha_i P_{ci} / Z_{ci} T_{ci}) \text{ m}^3 ; \quad (61)$$

α_i – polýar däl i komponentiň polýarizirleşmegi; β_j^* - polýar molekulanyň dipolynyň getirme elektrik pursady, indiki fgformula boýunça kesgitlenýär

$$\beta_j^* = 28,342 \cdot 10^{29} (\beta_j / T_{ci}) (P_{cj} / Z_{ci})^{0,5} , \quad (62)$$

bu ýerde β_j – i polýar molekulanyň dipolynyň getirme elektrik pursady.

$$Z^{(0)} = \sum_{i=0}^5 \sum_{j=1}^5 a_{ij-1} P_{\text{get}}^i (\ln T_{\text{get}})^{j-i} \quad (63)$$

$$Z^{(1)} = \sum_{i=0}^5 \sum_{j=1}^5 b_{ij-1} T_{get}^i (\ln P_{get})^{j-i} \quad (64)$$

Tablisa 1.11

(63) formuladaky a_{ij-1} koeffitsiyentiň bahasy

i	j					
	0	1	2	3	4	5
0	0,98602 8	0,16461 1	0,29191 1	- 1,14499 9	0,60944 2	0
1	- 0,36299 2	0,58222 4	0,22258 4	- 0,22666 5	- 0,36137 8*10 ⁻¹	0
2	0,11998 9*10 ⁻¹	0,21072 1	0,38929 0*10 ⁻¹	0,30451 3*10 ⁻¹	-	0
3	0,34234 1*10 ⁻¹	0,18302 6*10 ⁻¹	- 0,68552 2*10 ⁻²	-	-	0
4	- 0,68466 2*10 ⁻²	- 0,24660 5*10 ⁻³	-	-	-	0
5	0,38738 0*10 ⁻³	-	-	-	-	0

(64) formuladaky b_{ij-1} koeffisiýentiň bahasy

Tablisa 1.12

i	j					
	0	1	2	3	4	5
0	- 0,32837 3	0,66671 0	0,60182 $6 \cdot 10^{-2}$	- 0,866196 $\cdot 10^{-2}$	0,56025 $3 \cdot 10^{-2}$	0
1	0,35050 8	- 0,18877 $1 \cdot 10^{-1}$	- 0,14976 5	- 0,151139 $\cdot 10^{-1}$	0,7571 $25 \cdot 10^{-3}$	0
2	- 0,17191 7	0,17725 $1 \cdot 10^{-1}$	0,10735 0	0,442447 $\cdot 10^{-2}$	-	0
3	0,24831 6	- 0,61861 0	- 0,17527 $7 \cdot 10^{-1}$	-	-	0
4	- 0,13360 5	0,71086 $7 \cdot 10^{-1}$	-	-	-	0
5	0,19608 $7 \cdot 10^{-1}$	-	-	-	-	0

Eger gazyň düzümindäki CO_2 5 %-den köp bolsa, onda Z bahasyny indi ýaly kesgitlemeli:

- (27) formula boýunça psewdo çäk basyşa $P_{pç}$ we temperaturasy $T_{pç}$ hasaplanýar;

- garyndydan CO_2 aýryp indiki formula boýunça asentriki ýagdayý hasaplamaly

$$\omega_{ugl} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} x_i \omega_i}{\sum_{i=1}^{n-1} x_i} \quad (65)$$

Psewdo çäk temperatura hasaplananda ulanýar temperatura düzdişi bolup durýar ε bahasy wugl gazdaky CO_2 konsentrasiýasynyň belli ululygy boýunça kesgitlenýär. Gazda GO_2 we H_2S bolanda ε bahasyny indiki formula boýunça hasaplanýar

$$\varepsilon = 528 \omega_{\text{ugl}}(A - A^2) + 5(B^{0.5} - B^2), \quad (66)$$

bu ýerde A – gazdaky CO_2 we H_2S jemi molýar paýy; $B = \text{H}_2\text{S}$ molýar paýy.

$P_{\text{pç}}$, $T_{\text{pç}}$ we ω bilip, täze psewdoçak ululyklary hasaplarýs:

$$P^*_{\text{pç}} = P_{\text{pç}} T^*_{\text{pç}} / T_{\text{pç}}; \quad T^*_{\text{pç}} = T_{\text{pç}} - \varepsilon \quad (67)$$

Berlen P -yň we T -nyň belli ulylygy boýunça we $P^*_{\text{pç}}$, $T_{\text{pç}}^*$ hasaplanan ulylygy boýunça getirme ululyklary hasaplarýs

$$P_{\text{get}} = P / P^*_{\text{pç}}; \quad T_{\text{get}} = T / T^*_{\text{pç}}. \quad (68)$$

Gazda CO_2 we H_2S barbolmagynda aşa gysyjylyk koeffisiýenti gazyň düzüminden (65) formula boýunça asentriki ýagdaýy ω_{ugl} hasaplananda diňe CO_2 aýrylman, eýsem H_2S aýyrmak bilen meňzeşlikde kesgitlenýär.

Eger gazy düzýän turşy komponentleriň ýagny CO_2 we H_2S kesgitlemek üçün 1-nji suratda görkezilen grafikleri ulanylýan bolsa, onda hasaplamanyň ýzygiderligi indiki ýagdaýda ýerine ýetirilýär:

- (27) formula boýunça $P_{\text{pç}}$ we $T_{\text{pç}}$ bahasy hasaplanýar;

- indiki formula boýunça täze psewdoçak ululyklary hasaplanýar

$$P^*_{\text{pc}} = P_{\text{pc}} T^*_{\text{pc}} / \left[T_{\text{pc}} + x_{\text{H}_2\text{S}} (1 - x_{\text{H}_2\text{S}}) \varepsilon \right] \quad (69)$$

bu ýerde $x_{\text{H}_2\text{S}}$ - garyndydaky kükürli wodorodyň molýar paýy:

$$T^*_{\text{pç}} = T_{\text{pç}} - \varepsilon. \quad (70)$$

(68) formula formulany ulanyp P_{get} we T_{get} ululyklary hasaplanýar, soňra bu getirme ululyklar bilen 12 suratdan aşa gysyjylyk koeffisiýentleri $Z^{(0)}$ we $Z^{(1)}$ tapylýar. Belli $Z^{(0)}$ we $Z^{(1)}$ boýunça Z hasaplanýar. Tebigy gazlaryň aşa gysyjylyk koeffisiýentini Z has takyk hasaplamak üçün Soawe, Redlih-Kwonga, Penga-Robinsonyň alan deňlemeleriniň içinde has giň-den ýaýran gazlaryň kubly ýagdaý deňlemesi boýunça kesgitlemek bolar. Kubly ýagdaý deňlemesinden başgada

Benedikta-Rubina, starlinganyň we beýlekileriň deňlemesine degişli bolan köp hemişilikli wirial ýagdaý deňlemesi hödürlenen. Hasaplamanyň bu usullarynda Z kesgitlenende ýalňyşlygyň ululygyna gazda turşy komponentleriň bolmagy düýbinden täsir etmeýar. Şeýle ýagdaý hasaplamalar olara täsirli koeffisiýentleri hasaba almak bilen alnyp barylýsa ýerine ýetýar.

Aşa gysyjylyk koeffisiýenti Z kesgitlemek üçin kubly ýagdaý deňlemesi Z bagly çözülýär. Z kesgitlemek üçin Redlih-Kwonganyň ýokary takyklykly deňlemesi indiki görnüşde ýazylýar

$$Z^3 - Z^2 + Z[a_{\text{gar}} + b_{\text{gar}}^2 P - b_{\text{gar}}]P - a_{\text{gar}} b_{\text{gar}} P^2 = 0 \quad (71)$$

$$\text{bu ýerde } a_{\text{gar}} = \sum x_i a_i ; b_{\text{gar}} = \sum x_i b_i \quad (72)$$

$$a_i = 0,4275 R^2 T_{ci}^{2,5} / T^{2,5} P_{ci} ; b_i = 0,0867 R T_{ci} / P_{ci} \quad (73)$$

(71) deňleme gaz görnüşli komponentler we olaryň garyndylary üçin gözlenýar takyklygy berýär. Garyndyda Suwak ýagdaýdaky komponentler, şeýle-de dürli gurluşly molekula bar bolanda hasaplamalaryň ýalňyşlygy birden ulaiýar.

Bu ýagdaýda düzediş ΔZ girizmek arkaly Z bahasynyň takyklygyny ýokarlandyrmak mümkin.

Aşa gysyjylyk koeffisiýenti Penga-Robinsanyň Z bagly ýagdaý deňlemesinden has takyk kesgitlenýär

$$Z^3 - (1 - A)Z^2 + (A - 3B^2 - 2B)Z - (AB - B^2 - B^3) = 0,$$

bu ýerde

$$A = aP/R^2T; B = bP/RT; \quad (75)$$

$$a = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j (1 - C_{ij})(a_i a_j)^{0,5} ; b = \sum_{i=1}^n x_i b_i , \quad (78)$$

$$a_i = 0,45724R^2T^2_{ci} \alpha_i / P_{ci}; \quad b_i = 0,0778RT_{ci} / P_{ci} \quad (79)$$

$$\alpha_i = \left[1 - m_i (1 - T^{0,5}_{geti}) \right]^2; \quad m_i = 0,37464 + 1,54226\omega_i - 0,26992\omega_i^2. \quad (60)$$

(78) formuladaky C_{ij} koeffisiýentiň bahasy 1.12-nji tablisada getirilen.

Mysal 1. $P = 14,71$ MPa we $T = 303$ K bolanda gazyň aşa gysyjylyk koeffisiýentini hasaplamaly.

Gazyň çäk ululyklaryny kesgitleäris:

$$P_{pç} = 4,67 \text{ MPa}; \quad T_{pç} = 218,4 \text{ K}$$

Getirme ululyklary taparys:

$$P_{get} = 14,76/4,67 = 3,1; \quad T_{get} = 303/218,4 = 1,388.$$

$$Z = 0,7.$$

Mysal 2. $P = 14,71$ MPa we $T = 303/C$ bolanda gazyň aşa gysyjylyk koeffisiýentini hasaplamaly. Gazyň düzümi 1.13-nji tablisada getirilen.

Tablisa 1.13

Tebigy gazyň asentrik ýagdaýyny kesgitlemek

Gazyň düzümi	Düzüminiň bahasy.	ω_i	$x_i\omega_i$
CH ₄	0,7410	0,0104	0,007710
C ₂ H ₆	0,0748	0,0986	0,007375
C ₃ H ₈	0,0338	0,1524	0,005135
i-C ₄ H ₁₀	0,0076	0,1849	0,001405
n-C ₄ H ₁₀	0,0163	0,1010	0,003376
i-C ₅ H ₁₂	0,0057	0,2223	0,001267
n-C ₅ H ₁₂	0,0032	0,2539	0,000812
C ₆ H ₁₄	0,0063	0,3007	0,001894
N ₂	0,0609	0,0400	0,002436
H ₂ S	0,0200	0,1000	0,002000
CO ₂	0,0300	0,3310	0,006930
Σ	-	-	0,04034

Gazyň çäk ululyklaryny kesgitläň,

$$P_{\text{get}} = 4,67 \text{ MPa}, \quad T_{\text{pç}} = 218,4 \text{ K},$$

getirme ululyklary hasaplarys:

$$P_{\text{get}} = 14,71/4,67 = 31; \quad T_{\text{get}} = 303/218,4 = 1,388$$

$$Z^{(0)} = 0,71; \quad Z^{(1)} = 0,105.$$

(57) formula boýunça gazyň aşa gysyjylyk koeffisiýentini taparys:

$$Z = 0,715 + 0,4034 \cdot 0,195 = 0,723.$$

Mysal 3. Şol berlenlerde Z analitiki usul bilen

kesgitlemek. Gazyň düzümi: CH_4 -0,92; C_2H_6 -0,06; C_3H_8 -0,02

Her komponent üçin (73) formula boýunça a_i we b_i hasaplanýar.

(72) formula boýunça a_{gar} we b_{gar} koeffisiýentleri kesgitläris:

$$a_{\text{gar}} = 0,05715; \quad b_{\text{gar}} = 0,001228.$$

Deňleme düzülýär

$$Z^3 - Z^2 + 0,272Z - 0,0905 = 0$$

Z bagly deňlene çözülýär. Bu ýagdaýda bir hakyky köki alynýar $Z = 0,8006$.

Hasaplamalary altynjy derejesine çenli bahasyny almak zerurdyr.

1.6. Gazyň çyglylygy

Çyglylyk – bu berlen şertdäki tebigy gazyň birlik göwrümünde ergin suw baglarynyň mukdary. Gazdaky suw baglarynyň düzümi absolýut we otnositel çyglylyk bilen häsiýetlendirilýär. Berlen basyşda we temperaturada gazyň absolýut çyglygy diýip, gazyň düzümindäki suw bugunyň massasynyň suw baglary aýrylan standart şerti getirilen gazyň göwrümüne bolan gatnaşygyna aýdylýar. Absolýut çyglylyk $\text{kg}/1000 \text{ m}^3$ ölçeýär. Otnositel çyglylyk – bu berlen basyşda we temperaturada gazyň birlik göwrümündäki suw baglarynyň hakyky düzüminiň onuň çyglylyk sygymyna, ýagny şol bir şertinde şol göwrümde suw baglarynyň mukdaryna bolan

gatnaşygydyr. Otnositel çyglylyk paý birliginde ýa-da göterim hasabynda ölçýär.

Gazlaryň çyglylyk saklaýjylygy basyşa, temperatura we kondensirlenen suwlaryň fiziki-himiki häsiýetine bagly

$$W = W_{0,6} C_d C_p, \quad (61)$$

bu ýerde $W_{0,6}$ – süýli suwly otnositel dykzlylygy $\bar{\rho} = 0,6$ deň bolan gazyň çyglylyk saklaýjylygy; C_d – suwlaryň duzlylygyna düzediş; C_p – şol gazyň dykzlylygynyň $\bar{\rho} = 0,6$ ululygyndakn tapawutlanmagyna düzediş.

0,6 otnositel dykzlylykly gazyň çyglylygy grafikden kesgitlenýär. Promyselde gazy taýýarlamagyň we gazy gaýtadan işleýän zawodyň şertleri bilen baglanyşykly otnositel temperaturada temperatura düzedişini C_t hasaba almak gerek. Dürli basyş üçin C_t temperatura T grafigi baglanşygy düzediş koeffisiýenti kesgitlemekde ulanylýar.

$W_{0,6}$ ululygy 1-nji suratda görkezilen grafik baglanşygy approksimirlemek arkaly alnan formula boýunça hasaplamak bolar:

$$W_{0,6} = A/P + B, \quad (62)$$

bu ýerde A – ideal gazyň çyglylygy; B – gazyň düzümine bagly koeffisiýenti; P – basyş.

A we B koeffisiýentleri analitiki ýoly bilen kesgitlemek bolar

Tablisa 1.14
(62) formuladaky A we B koeffisiýentleriň bahasy)

T, K	A	B	T, K	A	B	T, K	A	B
23 3	0,14 51	0,003 47	281	8,20	0,06 30	329	120, 0	0,4 87
23 5	0,17 80	0,004 02	283	9,39	0,06 96	331	138, 0	0,5 21

23 7	0,21 89	0,004 65	285	10,7 2	0,07 67	333	152, 0	0,5 62
23 9	0,26 70	0,005 38	287	12,3 9	0,08 55	335	166, 5	0,5 99
24 1	0,32 35	0,006 23	289	13,9 4	0,09 30	337	183, 3	0,6 45
24 3	0,39 30	0,007 10	291	15,7 5	0,10 20	339	200, 5	0,6 91
24 5	0,47 15	0,008 06	293	17,8 7	0,11 20	341	219, 0	0,7 41
24 7	0,56 60	0,009 21	295	20,1 5	0,12 27	343	238, 5	0,7 93
24 9	0,67 75	0,010 43	297	22,8 0	0,13 43	345	260, 0	0,8 41
25 1	0,80 90	0,011 68	299	25,5 0	0,14 53	347	283, 0	0,9 02
25 3	0,96 00	0,013 40	301	28,7 0	0,15 95	349	306, 0	0,9 65
25 5	1,14 40	0,015 10	303	32,3 0	0,17 40	351	335, 0	1,0 23
25 7	1,35 00	0,017 05	305	36,1 0	0,18 95	353	363, 0	1,0 83
25 9	1,59 00	0,019 27	307	40,5 0	0,20 70	355	394, 0	1,1 48
26 1	1,86 80	0,021 15	309	45,2 0	0,22 40	357	427, 0	1,2 05
26 3	2,18 80	0,022 90	311	50,8 0	0,24 20	359	462, 0	1,2 50
26 5	2,55 00	0,027 10	313	56,2 5	0,26 30	361	501, 0	1,2 90
26 7	2,99 00	0,030 35	315	62,7 0	0,28 50	363	537, 5	1,3 27
26 9	3,48 00	0,033 80	317	69,2 5	0,31 00	365	582, 5	1,3 67
27	4,03	0,037	319	76,7	0,33	367	624,	1,4

1	00	70		0	50		0	05
27	4,67	0,041	321	85,2	0,36	369	672,	1,4
3	00	80		9	30		0	45
27	5,40	0,046	323	94,9	0,39	371	725,	1,4
5	00	40		9	10		0	87
27	6,22	0,051	325	103,	0,42	373	776,	1,5
7	50	50		00	20		0	30
27	7,15	0,057	327	114,	0,45	383	109	2,6
9	00	10		00	40		3,0	20

Tablisa 1.15

Temperatura görä P_{d,b} bahasy

T, K	P _{d,b} ,MPa	T, K	P _{d,b} ,MPa	T, K	P _{d,b} ,MPa
233	0,00001 3	283	0,00126	333	0,02057
238	0,00002 3	288	0,00176	338	0,02582
243	0,00003 8	293	0,00241	343	0,03219
248	0,00006 5	298	0,00327	348	0,03982
253	0,00010 6	303	0,00441	353	0,04892
258	0,00017 0	308	0,00580	358	0,05971
263	0,00026 8	313	0,00762	363	0,07242
268	0,00049 6	318	0,00989	368	0,08731
273	0,00062 8	323	0,01274	373	0,10466
278	0,00090 2	328	0,01625	383	0,14799

A ululygy indiki formula boýunça kesgitlemek mümkin

$$A = \frac{P_{d.b}^M H_2 O^{P_{at}}}{RT_{st} Z_{at}} \quad (63)$$

bu ýerde $P_{d.b}$ – tablisa maglumatlary boýunça kesgitlenýän kondensirlenen fazalaryň üstündäki doýgun suw baglarynyň basyşy. Bu dürli temperatura üçin 1.15-nji tablisada görkezilen ýa-da $203 \leq T \leq 373$ K bolanda takmynan indiki formula boýunça hasaplanýar

$$P_{db} = \exp[-0,60212(0,017)^4 + 1,475(0,017)^3 - 2,97304(0,017)^2 + 7,19863(0,017) + 6,41465] \quad (64)$$

$373 \leq T \leq 623$ K bolanda

$$P_{db} = \exp[-0,0366(0,017)^4 + 0,4375(0,017)^3 - 2,2148(0,017)^2 + 6,8574(0,017) + 6,4856]. \quad (65)$$

B koeffisiýentiň bahasyny indiki formula boýunça takmynan kesgitlemek mümkin

$$B = 10^{-3} \exp[0,0685(0,017)^4 - 0,3798(0,017)^3 + 1,06606(0,017)^2 - 2,00075(0,017) + 4,2216], \quad (66)$$

bu ýerde T – temperatura, °C.

$W_{0,6}$ bahasyny 1.14-nji tablisada getirilen A we B boýunça maglumatlary gaýtadan işlemek arkaly alynan formula boýunça hasaplamak bolar:

$$W_{0,6} = 0,4736 \exp(0,0735T - 0,00027T^2) + 0,0418 \exp(0,054T - 0,0002T^2). \quad (67)$$

Uly göwrümlü hasaplamalar EHM-de geçirilende düzedişleriň egrisini approksirlenýär

$$C_d = 1 - 0,225 \cdot 10^{-5} K, \quad (68)$$

$$C_p = 10^{-7} T^2 - 1,1 \cdot 10^{-3} T - 0,079 \bar{\rho}^2 + 0,73 \cdot 10^{-3} T + 0,156 \bar{\rho} + 0,927, \quad (69)$$

bu ýerde K – suwlaryň duzlylygy, kg/m^3 ; T – temperatura, $^{\circ}\text{C}$;
 $\bar{\rho}$ - gazyň otnositel dykzylygy.

Gazyň çyglylygyny kesgitlemegiň ýokarda görkezilen grafiki we sanama usullary tursy komponentleriň bolmagyny hasaba almaýar. Gazda CO_2 we H_2S bolmagy gazyň çyglylygyny ýokarlandyrýar, N_2 bolsa peseltýar.

Gazda 2 %-e çenli kükürtli wodorodyň bolmagynda çyglylygy indiki usul boýunça kesgitlemek mümkin:

suwlaryň ýaýrama koeffisiýenti hasaplanýar

$$K = \frac{P_{db}}{P} \frac{(f_s)_{H_2O} / P_{db}}{(f_s^*)_{H_2O} / P} \left[\frac{P}{P_{db}} \right]^{0.0049} \quad (70)$$

bu ýerde f_s , f_s^* - Pd.b we P basyşda, berlen temperaturada suw baglarynyň açaganlygy.

Bu ululyklar grafiklerden kesgitleýär. Otnositel dykzylygy $\bar{\rho} = 0,6$ bolan gazyň çyglylygy

$$W_{0,6} = K [f / f_s]^2, \quad (71)$$

bu ýerde f - getirme basyşa we temperatura bagly grafikden kesgitlenýän, suw buglary bolmadyk tebigy gazlaryň uçaganlygy; Z – gazdaky turşy komponentleri hasaba almak bilen kesgitlenen aşa gysyjylyk koeffisiýenti

Eger gazda kükürtli wodorodyň düzümi 20.%-den ýokarlansa, onda çyglylygy gazda kükürtli wodorodyň barlygyny hasaba alýan additiwlik düzgüni boýunça kesgitlenýär.

$$W_{0,6} = xW + x_{\text{CO}_2} W_{\text{CO}_2} + x_{\text{H}_2\text{S}} W_{\text{H}_2\text{S}}, \quad (72)$$

bu ýerde x , x_{CO_2} , $x_{\text{H}_2\text{S}}$ - gazdaky uglewodorod komponentleriniň, kömürturşy gazlaryň we kükürtli

wodorodnyň mol paýy; W , W_{CO_2} , W_{H_2S} - gazyň uglewodorodly çyglylygynyň düzümi.

Glikol erginleri bilen indiki formula boýunça kesgitlemek bolar

$$W = 7,752$$

$$P_{db}^{gl} \left[\frac{100}{P_{cak}} + 0,00913 \exp(0,00007 T_{cak}^2 - 0,0195 T_{cak}) \right] \quad (73)$$

bu ýerde P_{db}^{gl} – glikol erginiň üstündäki suw bugunyň maýyşgaklygy, kPa; P_{cak} – gaz-glikol çäginin basyşy, kPa; T_{cak} – çägin temperaturasy, K.

P_{db}^{gl} bahasy şu formuladan kesgitlenýär

$$P_{db}^{gl} = 0,129 P_{db} \gamma_{H_2O} x_{H_2O} \quad (74)$$

bu ýerde P_{db} – 1.15-nji tablisada getirilen maglumat boýunça ýa-da hasaplama arkaly kesgitlenýän berlen temperaturadaky suw bugunyň maýyşgaklygy.

P_{db} ululygy indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$P_{db} = 4,579 \exp(0,735 T_{cak} (T_{cak} - 273) - 0,00027 T_{cak} (T_{cak} - 273)^2). \quad (75)$$

Suwuň işjeňlik koeffisiýenti γ_{H_2O}

$$\gamma_{H_2O} = \exp \left\{ -2,303 \left[\left(m \frac{x}{1-x} + n \right)^2 (T_{cak} - 273) \right] \right\} \quad (76)$$

DEG üçin $m = 0,0245$; $n = 0,173$; ÜEG üçin $m = 0,0187$ we $n = 0,111$. Ergindäki suwuň mol paýy x_{H_2O}

suwlaryň massalaýyn paýy we glikol molekulýar massasy belli bolanda indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$x_{H_2O} = (g/M_{H_2O}) / (g/M_{H_2O} + g/M_{gl}), \quad (77)$$

bu ýerde M_{gl} – glikolyň molekulýar massasy.

DEG üçin $M_{gl} = 106,12$, ÜEG üçin $M_{gl} = 150,18$; g – glikolyň suwly ergininiň massasy, kg.

Mysal. Basyş $P = 9,8$ MPa we temperatura 333 K bolanda 10 %-ni duz düzýän suw bilen galtaşýan 0,7 otnositel dykzlykly gazyň çyglylygyny kesgitlemeli..

$P = 9,8$ MPa we $T = 333$ K bolanda 1-nji surat boýunça $W_{0,6}$ kesgitleäris:

$$W_{0,6} = 2,1 \text{ kg/1000 m}^3.$$

$T = 333$ K bolanda 1-nji tablisa boýunça $A = 15,2$, $B = 0,562$ taparys:

$$W_{0,6} = \frac{15,2}{9,80} \cdot 0,562 = 0,881 \text{ kg/1000 m}^3.$$

$\bar{\rho} = 0,7$ üçin $C_p = 0,98$ duzlylyga düzedişi $C_d = 0,93$ kesgitlenýär. Tapmaly çyglylygy indiki deň bolar.

$$W = 0,881 \cdot 0,98 \cdot 0,93 = 0,805 \text{ kg/1000 m}^3.$$

1.7. Gazyň ýylylyk geçirijiligi

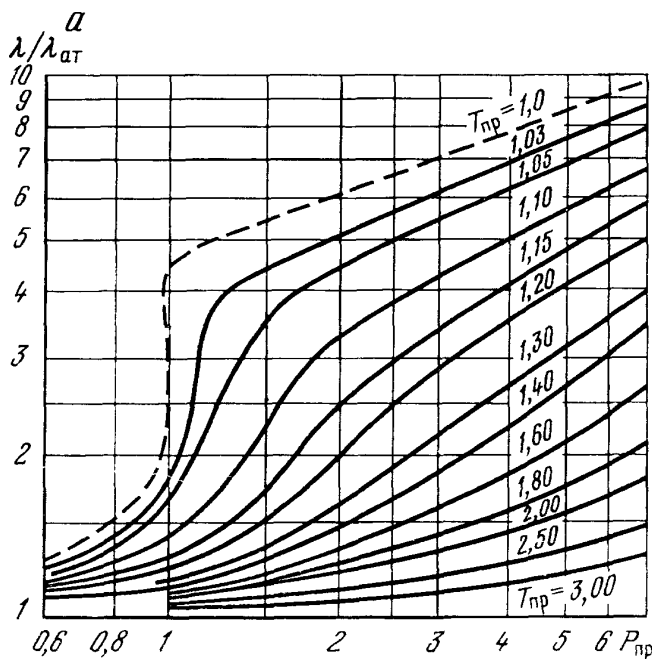
Gazyň ýylylyk geçirijiligi – bu onuň massasyndan ýerini üytgetmezden, konweksiýadan we ýylylyk çalşyrylmadan geçýän ýylylygyň mukdary. Berilýän ýylylygyň mukdary we gaz sredada temperaturanyň gradiýentine proporsional, F berilme meýdany, t ýylylyk berijilik prosesiniň yzygiderliligi formula bilen aňladylýar

$$Q = \lambda F \tau \Delta t / \Delta L, \quad (78)$$

bu ýerde $\Delta t = t_2 - t_1 - \Delta L$ galyňlykly gaz sredanyň iki tarapy boýunça temperatura tapawudy; λ - ýylylyk mukdary we gaz sredanyň parametrleriniň arasyndaky proporsionallyk koeffisiýenti.

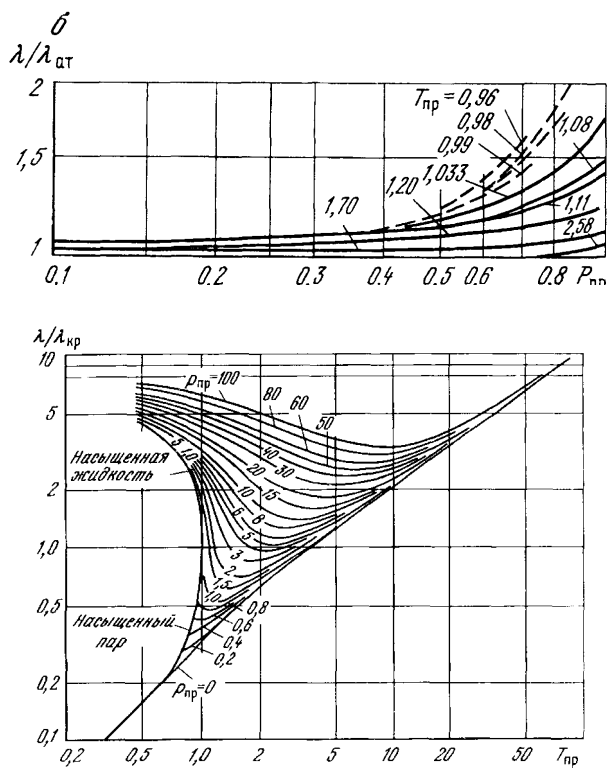
Meýdan birliginden we galyňlyk birliginden 1 grad-a deň temperatura tapawutlarynda geçýän ýylylygyň mukdaryny ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti diýip atlandyrmak kabul edilen. Ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti $J/m \cdot s \cdot \text{grad}$ ýa-da $Wt/m \cdot \text{gradta}$ ölçenýär.

Gazyň ýylylyk geçirijiligi basyşdan, temperaturadan we gazyň düzüminden baglydyr we grafiki ýa-da analitiki ýol bilen kesgitlenýär. Ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini kesgitlemek üçin hemme analitiki aňlatmalary synag egrileriniň approksimasiýa ýoly bilen alnan. Iň ýönekeý usuly λ -ny kesgitlemekdir. λ kesgitlenende 35-nji we 36-njy suratlarda görkezilen basyşdan we temperaturadan getirilen λ/λ_{at} we λ/λ_{kr} grafiki baglanyşyklary ulanylyr ýa-da 7-nji suratda görkezilen ρ_{get} getirilen dykzlykdan $(\lambda - \lambda_{at})$ baglanyşyk ulanylyr. 6-njy suraty ulanmak bilen λ kesgitlemek üçin λ_{kr} ululygy kesgitlemeli, ýagny gazyň P_{kr} we T_{kr} -daky ýylylyk geçirijiligini hasaplamaly.

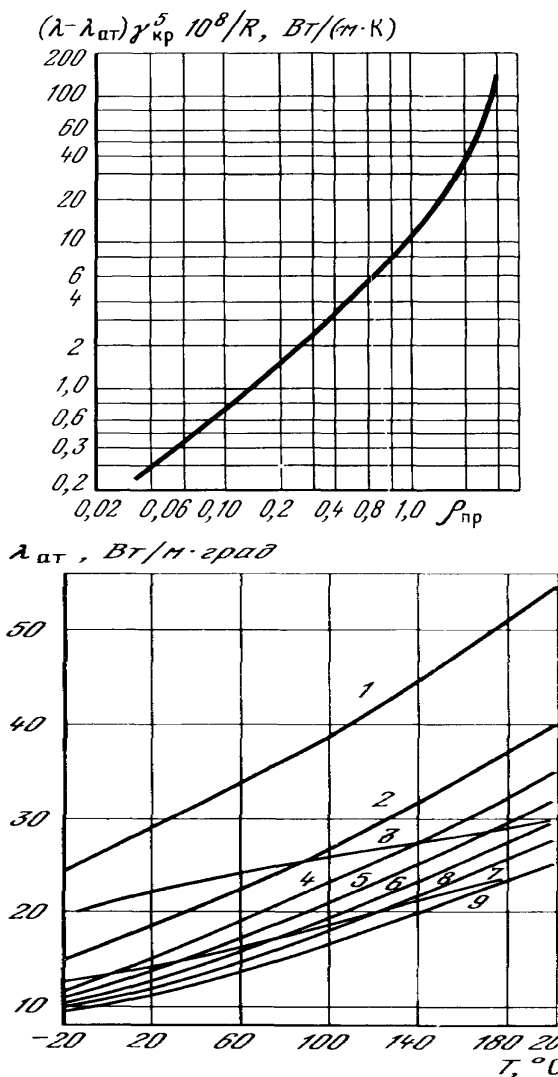


Surat 5. λ/λ_{at} gazyň getirilen ýylylyk geçirijiliginiň getirilen basyşdan we temperaturadan baglylygy.

a- $0,6 \leq P_{get} \leq 6$; б- $0,1 \leq P_{get} \leq 1$



Surat 6. λ/λ_{at} gazlaryň getirilen ýylylyk geçirijiliginin getirilen temperaturadan we basyşdan baglylygy



Surat 7. $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_{at}$ —nyň gazlaryň
Atmosfera basyşyndan
 λ_{kr} tebigy gazlaryň getirilen dykzlyklaryndan
komponentleriniň ýylylyk geçirijiliginiň
temperaturadan baglylygy: 1-9- P_{at} -da gazlaryň ýylylyk
geçirijiligi; Surat 8.

1-metan; 2-etan; 3-azot; 4-propan;
 5-n-butan; 6-n-pentan;
 7-kömürtürşy gaz; 8-n-deksan; 9-n-geptan.

Gaz garyndylary üçin λ_{kr} psewdokritiki ýylylyk geçirijilik ýaly formula boýunça kesgitlemeli

$$\lambda_{pkr} = 12,24 \cdot 10^{-5} M_{sm}^{1/2} P_{pk}^{2/3} / T_{pk}^{1/6}, \text{ Wt/m} \cdot \text{grad} \quad (79)$$

bu ýerde M_{sm} – aşakdaky formula boýunça kesgitlenýän garyndynyň molekulýar massasy

$$M_{sm} = \sum_{i=1}^n x_i M_i; \quad (80)$$

$$P_{pk} - \text{psewdokritiki basyş}, \quad P_{pk} = \sum_{i=1}^n x_i P_{ki}; \quad T_{pk} -$$

psewdokritiki temperatura,

$$T_{pk} = \sum_{i=1}^n x_i T_{ki}.$$

λ -ny kesgitlemek üçin 5-nji we 7-nji suratlar ulanylanda λ_{at} ululygy hasaplamak hökmanydyr, ýagny berlen temperaturada we $P_{at} = 0,1$ MPa atmosfera basyşynda ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini hasaplamak hökmanydyr. $\lambda_{at.sm}$ ululugyny birnäçe hasaplama usullary bilen kesgitlemek mümkin.

1. $\lambda_{at.sm}$ aşakdaky formula boýunça kesgitlemek

$$\lambda_{at.sm} = \sum_{i=1}^n \lambda_{ati} / \left[1 + \sum_{j=1}^n A_{ij} x_i / x_j \right], \quad (81)$$

bu ýerde λ_{atj} - i-nji komponentiň ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti; A_{ij} – biri-birine täsir edijilik parametri, ol şu formula boýunça kesgitlenýär

$$A_{ij} = 0,25 \left\{ 1 + \left[\mu_{ati} / \mu_{atj} \right] (M_i / M_j)^{0,75} \frac{1 + S_i / T}{1 + S_j / T} \right\}^{0,50} \frac{1 + S_{ij} / T}{1 + S_i / T}; \quad (82)$$

μ_{ati} , μ_{atj} - i-nji we j-nji komponentleriň deňişlilikde berlen temperaturasynda we atmosfera basyşynda şepbeşiklik koeffisiýenti

$$S_{ij} = C_s (S_i S_j)^{0,50}; \quad (83)$$

C_s – komponentleriň tebigatyndan bagly koeffisiýent.

Eger garyndy tebigaty boýunça ýakyn bolan komponentlerden, meselem, diňe polýar ýa-da diňe polýar däl komponentlerden düzülen bolsa, onda $C_s = 1$. Eger gaz tebigaty boýunça dürli komponentlerden düzülen bolsa, onda C_s ululygy $C_s = 0,733$ diýip kabul edilip bilner. S_i we S_j koeffisiýentleriň bahasy empiriki formulalar boýunça kesgitlenýär:

$$S_j = 1,5T_{kipj}, \quad (84)$$

bu ýerde T_{kipj} - j-nji komponentiň gaýnama temperaturasy, onuň bahasy 2-nji tablisadan kesgitlenýär.

2. Ýalňyşlygy 5 % çenli bolanda $\lambda_{at.sm}$ bahasy formula boýunça kesgitlenip biler

$$\lambda_{at.cm} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \lambda_{ati} M^{1/3}}{\sum_{i=1}^n x_i M_i^{1/3}}. \quad (85)$$

(85) formuladaky λ_{atj} ululygy 8-nji suratdaky berlen temperatura şertlerinden we gazyň düzüminden baglylykda hasaplama ýollary ýa-da tablisa maglumatlary boýunça kesgitlenýär. Aýratynlykda:

- $T_{get} < 1$ -da metan, naffenler we aromatik uglewodorodlar üçin

$$\lambda_{ati} = 2,047 \cdot 10^{-3} C_{pi}^0 / \xi_i; \quad (86)$$

- dürli temperaturalarda beýleki uglewodorodlar üçin

$$\lambda_{ati} = 0,46 \cdot 10^{-3} C_{pi}^0 (14,52T_{geti} - 5,14)^{2/3} / \xi_i; \quad (87)$$

- $T_{get} < 1$ -de uglewodorod däl komponentler üçin

$$\lambda_{ati} = 0,46 \cdot 10^{-3} C_{pi}^{0,3/4} (20Z_{ki} + 1,08) T_{geti}^{1,81 - 2,604Z_{ki}}; \quad (88)$$

- $1 \leq T_{get} \leq 3$ bolanda uglewodorod komponentler üçin

$$\lambda_{ati} = 0,46 \cdot 10^{-3} C_{pi}^{0^{3/4}} [(195Z_{ki} - 31,94)T_{geti} + 16,83 - 82,50Z_{ki}]^{1,524 - 2,8Z_{ki}}; \quad (89)$$

- $\leq T_{get} \leq 15$ bolanda uglewodorod däl komponentler üçin

$$\lambda_{ati} = 0,46 \cdot 10^{-3} C_{pi}^{0^{3/4}} [(7,18 - 18,25Z_{ki})T_{geti} + 10,21Z_{ki} - 4,91]^{1,079 - 1,97Z_{ki}}; \quad (90)$$

(86) - (90) formulalarda C_p^0 J/mol • grad-da, P MPa-da, T - K-de we λ - Wt/m • grad-da ölçenilýär. Bu ýerde Z_{ki} - P_{kr} we T_{kr} bolanda i-nji komponentiň aşagysyjylyk koeffisiýenti; ξ_i (86) formula boýunça belli M_i we P_{kr} , T_{kr} i-nji komponentiň kritiki parametrlerinde kesgitlenýär; C_{pi}^0 - atmosfera basyşynda we berlen temperaturada gazyň izobar ýylylyk sygymlylygy.

λ -nyň analitiki ululygy $\lambda_{at.sm}$, Z_k aşagysyjylygyň kritiki ululygy, gazyň getirilen dykzlygy we ξ parametri belli bolan formulalar boýunça kesgitlenip bilner. Şu ýagdaýda ξ parametri garyndynyň molekulýar massasyndan we kritiki basyş we temperaturadan baglydyr.

$\rho_{get} < 0,5$ bolanda λ ululygy formula boýunça kesgitlenýär

$$\lambda = \lambda_{at.sm} + \frac{14,0 \cdot 10^{-8} (e^{-0,535\rho_{get}} - 1)}{\xi Z_{pk}^5}; \quad (91)$$

$0,5 \leq \rho_{get} \leq 2$ bolanda

$$\lambda = \lambda_{at.sm} + \frac{13,1 \cdot 10^{-8} (e^{-0,67\rho_{get}} - 1,069)}{\xi Z_{pk}^5}; \quad (92)$$

$\rho > 2$ bolanda

$$\lambda = \lambda_{at.sm} + \frac{2,976 \cdot 10^{-8} (e^{-1,155\rho_{get}} + 2,016)}{\xi Z_{pk}^5}; \quad (93)$$

bu ýerde ρ_{get} – gazyň getirilen dykzlygy, ol şu formula boýunça kesgitlenýär: приведенная плотность газа, определяемая по формуле

$$\rho_{\text{get}} = \rho / \rho_k = Z_{\text{pk}} T_{\text{pk}} P / Z T P_{\text{pk}} \quad (94)$$

Z_{pk} – aşagysyjlygyň psewdokritiki koeffisiýenti, aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär

$$Z_{\text{pk}} = \sum_{i=1}^n X_i Z_{ki}, \quad (95)$$

bu ýerde Z_{ki} - P_{kri} we T_{kri} bolanda i -nji komponentiň aşagysyjlyk koeffisiýenti; x_i – gazyň düzümindäki i -nji komponentiň mol paýy; Z - berlen P basyşda we T temperaturada aşagysyjlyk koeffisiýenti.

ξ parametri formula boýunça kesgitlenýär

$$\xi_{sm} = \sum_{i=1}^n x_i \xi_i; \quad \xi_i = \sum_{i=1}^n M_i^{1/2} T_{ki}^{1/6} / P_{ki}^{2/3} \quad \text{ýa-da}$$

$$\xi_{sm} = T_{pk}^{1/6} M_{sm}^{1/2} / P_{pk}^{2/3}$$

1.8. Gaz drosirlenende Joule-Tomsonyň koeffisiýenti

Drosirlemek – entalpiýa hemişeliginde gazyň giňelmegi, netijesinde droselden soň gazyň sowamak häsiýetidir (sopla, ştuser, wentil, kran, turbalar, diafragmalar bilen kesgitlenýän şerti garşylyklar). Ýagny içki molekulýar güýçleriň öz ara başlaşmagynda energiýa ýitýär hem temperatura üýtgemegine alyp barýar. Görkezilýän şol ýagdaýa, işe, ýagny hemişelik entalpiýa adibatiki hem diýilýär. Izoentalpiýanyň esasynda gazyň (göwrüminiň) giňelmegi netijesinde temperaturanyň üýtgemegine Joule we Tomsonyň drossel-effekt düzgüni diýilýär. Temperaturanyň üýtgemegi basyşyň üýtgemeginiň

gatnaşygyna Joule-Tomsonyň koeffisiýenti diýilýär we aşakdaky formula arkaly kesgitlenýär.

$$D_i = [\partial T / \partial P] \quad (96)$$

Joule-Tomsonyň koeffisiýenti gazyň düzümine, basyşa we temperatura bagly bolýar. Onuň uly predelde üýtgemegi, belki uly ýokary baha ýa-da pes baha görkezýär. Joule-Tomsonyň koeffisiýentiniň pes baha görkezmegi, drossirlenmeden soň gazyň gyzmagyna ýetýändigini görkezýär. Tebigy gazyň temperaturasy we basyşy tejribelikde elmydama drossirlenende gazyň sowa ýandygyna dogry gelýän basyş ulalmagy bilen Joule-Tomsonyň çäk görkeziji koeffisiýenti kiçelip we nula gelýär. Şunlukda şol nokatdan soň eýe bolýar. Bu ýagdaýda gaz drossirlenende gyzyar. Näçe ýokary basyşda gysylsa gazyň gyzyandygy görkezýär. Nokadyň üsti bilen (gyzmaklyga ymtylan) kesgitlemek formulada görkezilýär

$$D = [T(\partial v / \partial T)_p - v] / C_p \quad (97)$$

bu ýerde v - gazyň göwrümi; ∂v - üýtgeýän temperaturada görkezýän ∂T ; C_p – hemişelik basyşda üýtgeýän göwrümi.

Nol koeffisiýent aralygy ε hem temperaturanyň dürli görkezijileri we nokadyň üýtgemesi gazyň düzümine basyşyna we göwrümi şol nokada baglydygyny görkezýär. Alynan maglumatlar erginiň üsti bilen görkezilýär. 23-nji tablisada $\varepsilon = 0$ haçanda temperatura we göwrüm getirilen basyşyň görkezijileri görkezilen. Redlik-Kwonga bul şonuň deňligiň saklanşyny gazanýar

Joule-Tomsonyň koeffisiýentiniň görkezijisini barlaglaryň we hasaplamalaryň üsti bilip bolýar. Ondan başgada termogazogidrodinamiki hasaplamalar hem-de analitiki usullary ulanyp Joule-Tomsonyň koeffisiýentini aşakdaky formulany ulanyp kesgitläp bolýar

$$D_i = T_k f(D_i) / P_k C_p \quad (98)$$

D_i (98) formula bilen kesgitlenýär. T_k P_k – gazyň çäk basyşy we çäk temperaturasy 2.2-nji kesikden soň düzülen gazyň düzümine baglylykda kesgitlenýär; $f(D_i)$ – funksiýa 39-njy surat arkaly grafikden kesgitlenýär, haçanda getirilen basyş we temperatura baglylykda. $f(D_i)$ funksiýada gazyň ýylylyk sygymynyň ölçegi analitiki ösmegi formulada görkezilýär.

$$f(D_i) = 1.44 \left[v_{get} - T_{get} (\partial v_{get} / \partial T_{get}) P_{get} \right] \quad)$$

bu ýerde $v_{get} = v / v_k$ - getirilen gazyň göwrümi.

Tablisa 1.16

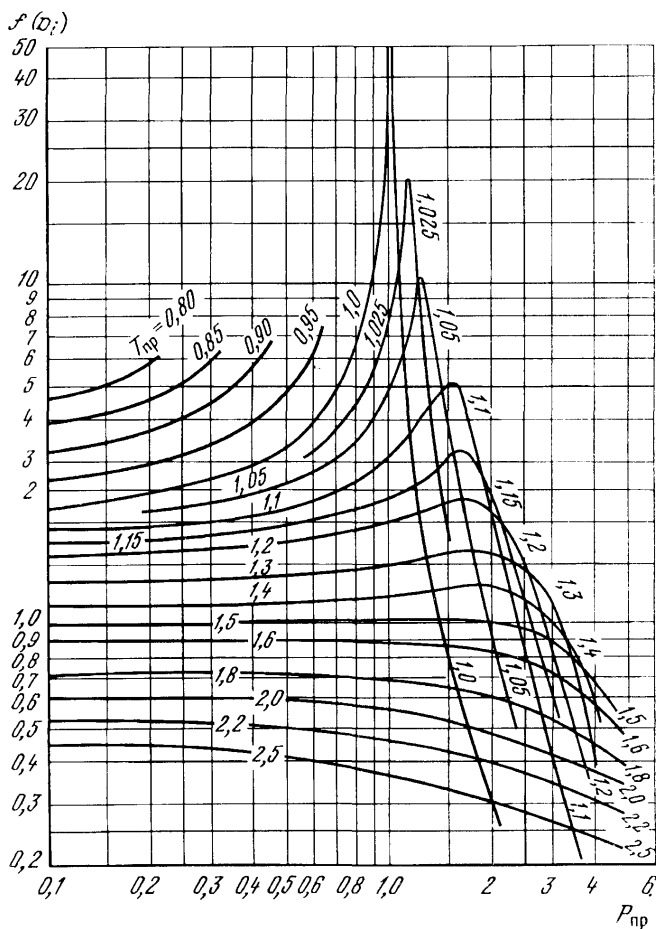
Göwrümiň üýtgeýän nokatlarynda temperaturanyň we basyşyň görkezijileri

P_{get}	T_{get}	v_{get}	P_{get}	T_{get}	v_{get}	P_{get}	T_{get}	v_{get}
1,27 3	0, 8	0,39 3	10,6 31	2,5	0,821	4,06 7	4,5	3,472
4,81 3	1, 0	0,42 8	9,66 8	3,0	1,060	1,09 4	5,0	9,017
9,29 4	1, 5	0,52 7	8,14 5	3,5	1,428			
10,7 47	2, 0	0,65 3	6,24 2	4,0	2,069			

9-njy suratda görkezilişi ýaly $f(D_i)$ grafiga bagly bolup diapazonyň üýtgemegi $1,6 \leq T_{get} \leq 2,1$ we $0,8 \leq P_{get} \leq 3,5$ şu formula bilen anyklap bolar

$$f(D_i) = 2.343 T_{get}^{-2,04} - 0,071 (P_{get} - 0,8) \quad (100)$$

10-njy suratda metan üçin zygiderlik görkezilen, ýagny drosirlenende gazyň görkezijileriniň ýarym egrilerine baglylykda temperaturanyň üýtgemesi kesgitlenen. Drosirlenenden soň gazyň temperaturasynyň ululygyny kesgitlemek üçin drosirlenende temperatura T_1 we basyşa P_1 baglylykda gurylan grafikden nokatlaryň koordinatlary tapylýar. Şol nokatlara parallel ýakyllaşan izoentalpiýa egrisi drosirlenenden soňky işde basyş P_2 we T_2 kesgitlenýär.



Surat 9. $f(D_i)$ getirilen basyşa we temperatura baglylykda.

Izoentalpiýa diafragmasyndan Joul-Tomsonyň ortaça koeffisiýentini şu formula bilen kesgitlenýär

$$D_i = \Delta T / \Delta P \quad (101)$$

ýa-da drossirlenenden soň gazyň temperaturasynyň ösmeginiň ahyrky görkezijilerini kesgitleýäris

$$1/T_2 = 1/T_1 - \frac{3.5TP_{get}^{-1/4}}{C_p T_{get1}} \times \left[5 \cdot 10^{-6} \ln P_1 / P_2 + 0.029 \cdot 10^{-6} (P_1^2 - P_2^2) - 20.9 \cdot 10^{-6} (P_1 - P_2) \right] \quad (102)$$

bu ýerde

$$\bar{P}_{get} = [P_1 + P_2] / 2P_k; \quad T_{get1} = T_1 / T_k;$$

$$\bar{C}_p = \bar{C}_p \cdot (\bar{P} \cdot T_{get1}); \quad (103)$$

\bar{C}_p - ýylylyk sygymynyň ortaça koeffisiýenti, drossirlenenden soňky basyşyň we drossirlenmänkä temperaturanyň bahasy, ortaça iş wagtyndaky.

Drossel-effekt integirläp we Bitti-Brijmeniň deň çaklanmak kanunyny şu formulada ulanyp hasaplaýarys

$$T_2 = T_1 + \frac{1}{\bar{C}_p} \left[P_2 v_2 - P_1 v_1 + (T_1 \beta^1 - \beta)(1/v_1 - 1/v_2) + \frac{T_1 \gamma_1 - \gamma}{2} (1/v_1^2 - 1/v_2^2) + \frac{T_1 \delta^1 - \delta}{3} (1/v_1^3 - 1/v_2^3) \right] \quad (104)$$

bu ýerde

$$\beta^1 = B_0 R + 2CR / T^3, \quad \beta = -A_0 + BRT - CR / T^2 \quad (105)$$

$$\gamma_1 = 2CB_0 R / T^3 - bB_0 R,$$

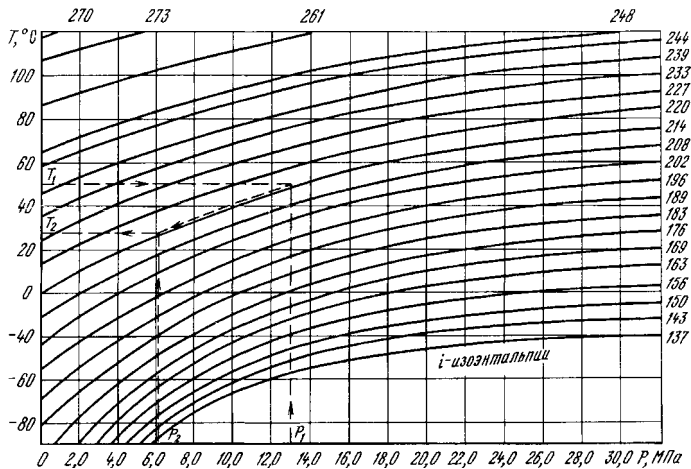
$$\gamma = aA_0 - bB_0 R / T - CB_0 R / T^2 \quad (106)$$

$$\delta^1 = 2bCB_0 R / T^{-3}, \quad \delta = bCB_0 R / T^2 \quad (107)$$

A_0, B_0, a, b, C - 1.17-nji tablisadan getirilen tebigy gaz komponentlerine Bitti-Brijmeniň düzediji koeffisiýentiniň görkezijisi.

Tablisa 1.17
Bitti-Brijmeniň düzediji koeffisiýentiniň görkezijisi

Gazyň	A_0	A	B_0	b	$C \cdot 10^{-4}$
Metan	2,2769	0,01855	0,05587	-0,1587	12,83
Etan	5,88 00	0,05861	0,0940	0,01915	90,00
Propan	11,9200	0,07321	0,18100	0,04293	120,00
n- butan	17,7940	0,12161	0,24620	0,09423	350,00
i- butan	16,60.37	0,11171	0,23540	0,07697	300,00
Azot	1,3445	0,02617	0,05046	0,00691	420
Kömüpturşy gaz	5,0065	0,07132	0,10476	0,07235	66,00



10-nji surat. Metanyň integral drossel-effektiň nomogramasy.

(104) formulada T - K; v - m^3/kg ; C_p - $J/(kg \cdot K)$ we P - MPa.

Mysal 1. Başlangyç temperatura 410 K, gazyň düzümi 1.17-nji tablisada getirilen, Joul-Tomsonyň koeffisiýentini basyşyň $P_1 = 25,5$ MPa-dan $P_2 = 14,71$ MPa çenli düşende kesgitlemeli.

Gazyň ýylylyk sygymyn C_p kesgitleýäris $P_{ort} = (P_1 + P_2)/2 = (25,5 + 14,71)/2 = 20,10$ MPa we $T = 410$ K bolýar. $C_p = 53,42$ kJ/(kmol·K).

P_{get} we T_{get} kesgitleýäris: $P_{get} = 20,10/4,65 = 4,33$, $T_{get} = 410/200 = 2,05$. 39-njy suratdan P_{get} we T_{get} alyp $f(D_i) = 1,47$ kJ/kg·mol K tapýarys..

(98) formula boýunça

$$D_i = \frac{200 \cdot 1,47}{4,65 \cdot 3,42} = 1,184$$

Mysal 2. Gazyň düzümi 22-nji tablisada getirilen. Başlangyç temperatura $T_1 = 393$ K. Gaz drossirlenende basyş 25,5-den 14,71 MPa çenli beselende gazyň temperaturasyny kesgitleýäris.

10-nji suratda başlangyç temperaturasyndan 393 K we basyşdan 25,5 MPa nokatdan çyzyk geçirýäs.

Joul-Tomsonyň ortaça koeffisiýenti

$$D_{ort} = (393 - 375) / (25,5 - 14,71) = 1,67 \text{ grad/MPa}.$$

1.9. Faza arasyndaky üst çekişmesi

Suwuklygyň we gazyň arasyndaky çäk gatlagynyň faza arasyndaky üst çekişmesi – bu suwuk fazanyň üstündäki tekizlikde hereket edýän güýçdir. Bu güýç üst gatlagynyň uzynlyk birligine düşýär we şu uzynlyk boýunça perpendikulýar ugrukdyrylan. Üst çekişmäniň ölçeg birligi σ N/m. σ ululygy basyşdan, temperaturadan, gazyň we suwuklygyň düzüminden baglydyr.

Aýry komponentleriň üst çekişme bahasy ýakynlaşan empiriki formula boýunça kesgitlenýär:

$$\sigma = [\Pi(\rho_s - \rho_g)]^4 \cdot 10^{-3} N/m, \quad (108)$$

bu ýerde ρ_s , ρ_g – suwuklygyň we gaz fazanyň dyklyzlygy, kg/m^3 ; Π – parahor diýip atlandyrylýan hemişelikdir, bu deň üst çekişmesi bolan iki suwuklygyň oňnositel göwrümidir. Parahor tejribe taýdan temperaturadan bagly dälendir we hususy komponentler üçin komponentleriň molekulýar massasy boýunça kesgitlenip biler:

$$\Pi_i = 30 + 2,82M_i, \quad (109)$$

$6 \leq M_i \leq 114$ üýtge me aralygynda we

$$\Pi_i = 189 + 1,43M_i, \quad (110)$$

$114 \leq M \leq 170$ molekulýar massanyň üýtge me aralygynda.

Suwuklyk ýa-da gaz garyndynyň parahorlary getirilen forlula boýunça kesgitlenýär

$$\Pi_{sm} = \sum_{i=1}^n \Pi_i x_i, \quad (111)$$

Tablisa 1.18

(112) formulada aýry-aýry komponentleriň parahorlarynyň we B parametriniň bahasy

Komp o-nent	Metan	Etan	Prop an	i- Buta n	n- Butan	i-Pentan
Paraho r Π	73,2	112,2	181,5	190,2	225,0	219,2
B	3,409	3,630	3,681	-	3,687	-

Komp o-nent	n- Penta n	Geks an	Gept an	Okta n	Nona n	Dekan
Paraho r Π	268,2	307,2	346,2	385,2	424,2	463,2

B	3,695	3,726	3,781	3,852	3,865	3,855
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Komp o-nent	Unde kan	Dode -kan	Azot	Kükü rt- wodo -rod	Kömürt urşy gaz	Suw
Paraho r II	502,2	60,0	82,4	82,4	85,0	52,4
B	3,641	3,815	3,414	-	3,505	4,310

Aýry-aýry komponentleriň parahorlarynyň bahasynyň ýakynlaşan hasaplamalary üçin aşadaky formulada kesgitlenýär

$$\Pi = A_k^{3,911} V_k / B, \quad (112)$$

bu ýerde A_k – belli kritiki parametrlr boýunça aşadaky formula bilen kesgitlenýän parametr

$$A_k = (10,2P_k)^{2/3} T_k (0,133\alpha_k - 0,281), \quad (113)$$

bu ýerde P_k , T_k – kritiki basyş we temperatura, deňişlilikde MPa-da we K-de; k – kritiki nokatda mol göwrümi, $10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$; B – her komponentler üçin tablisa maglumatlary boýunça kesgitlenýän parametr we 1.18-nji tablisada getirilen.

α_k koeffisiýentiň bahasy belli asentriki faktory boýunça aşadaky formula bilen kesgitlenip biler

$$\alpha_k = (\omega + 1,179)/0,203 \quad (114)$$

ýa-da emporiki aňlatma boýunça belli $T_{\text{gaý}}$ gaýnama temperaturasy we P_k kritiki basyşy boýunça şu formula bilen kesgitlenip biler

$$\alpha_k = 0,9076[1 + T_{\text{get}}^* \ln 10,2P_k / (1 - T_{\text{get}}^*)] \quad (115)$$

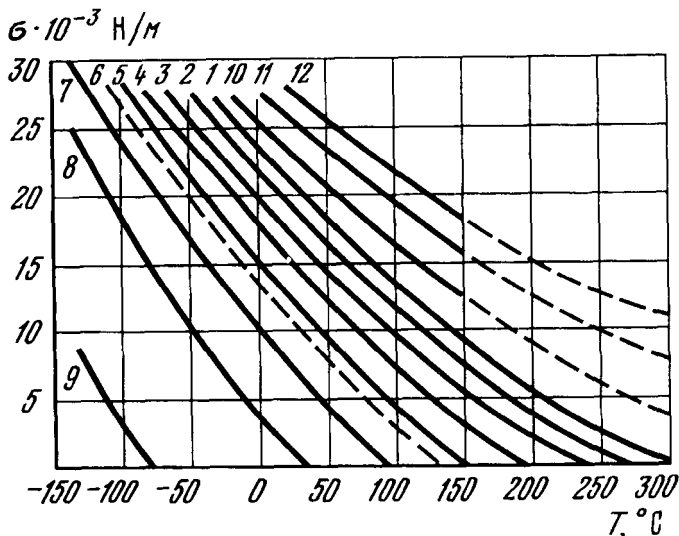
bu ýerde T_{get}^* – gaýnama temperaturasy laýyk gelýän we $T_{\text{get}}^* = T_{\text{gaý}}/T_k$ deň bolan getirilen temperatura; P_k – kritiki basyş, MPa.

Üst çekişme ululygy temperaturadan baglydyr we bu baglylyk şu formula boýunça hasaplanyp biler.

$$\sigma(T) = \sigma_0(1 - T_{\text{get}})^n, \quad (116)$$

bu ýerde T_{get} – getirilen temperatura ýa-da 42-nji suratdan kesgitlenýär.

Normal gurluşly predel uglewodorodlary üçin dereje görkezijisi $n = 1,259$ we $\sigma = 54,292$ N/m.



11-nji surat. Uglewodorodlaryň üst çekişmesiniň temperaturadan baglylygy:

1 - n-oktan; 2 - i-gektan; 3 - n-geksan; 4 - n-pentan; 5 - n-butan; 6 - i-butan; 7 – propan; 8 – etan; 9 -metan; 10, 11, 12 - $M = 140, 180, 220$ k/mol molekulýar massasynda deňişlilikde.

T_1 we T_2 dürli temperaturalarda üst çekişme ululygy deňleşdirmek üçin aşakdaky formulany ulanmak bolar

$$\sigma_1 = \sigma_2[(1 - T_{\text{get}1})/(1 - T_{\text{get}2})]^{1,22}, \quad (117)$$

bu ýerde $T_{\text{get}1}$ we $T_{\text{get}2}$ – getirilen temperaturalar.

Basyşy we temperaturany ýokarlanmagy bilen üst çekişmesi peselýär we kritiki nokatda nola deň bolýar.

Atmosfera basyşynda garyndylaryň üst çekişmesi şu formula bilen kesgitlenýär

$$\sigma_{sm} = \sum_{i=1}^n \sigma_i X_i \quad (118)$$

bu ýerde X_i - i-nji komponentiň mol paýy.

Atmosfera basyşynda ýokary basyşda σ_{sm} aşakdaky formulada kesgitlenýär

$$\sigma_{sm} = \left\{ \sum_{i=1}^n [\Pi_i (Y_i \rho_{suw_i} + X_i \rho_{g_i})] \right\}^4, \quad (119)$$

bu ýerde X_i, Y_i - gaz we suwuklyk fazanyň i-nji komponentiň mol paýlary.

Eger aýry-aýry komponentleriň parahorlary belli bolmasa, onda üst çekişme aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär

$$\sigma_{sm}^{3,911} = \Pi_{suw} \rho_{suw} / M_{suw} - \Pi_g \rho_g / M_g \bar{\sigma} \quad (120)$$

M_{suw} we M_g belli düzümleri boýunça kesgitlenýär:

$$M_{suw} = \sum_{i=1}^n Y_i M_i, \quad M_g = \sum_{i=1}^n X_i M_i, \quad (121)$$

garyndylaryň parahory bolsa (112) formulany ulanmak bilen kesgitlenip bilner

$$\Pi = A_{pk}^{3,911} V_{pk} / B_{sm}, \quad (122)$$

bu ýerde

$$A_{pk} = P_{pk}^{2/3} T_{pk}^{1/3} (0,133 \alpha_{pk} - 0,201). \quad (123)$$

Uglerodlaryň atom sanynyň 10-dan köp bolmadyk normal uglewodorodlary üçin we kondensat fraksiýalary üçin

B-ň bahasy $B = 3,821$ deň diýip kabul edip bolar. Uglerodlaryny atom sany 10-dan pes bolan uglewodorodlary üçin B-nyň bahasy şu formula boýunça hasaplanyp biler

$$B_i = 1,854426Z_{ki}^{-0,52402}, \quad (124)$$

bu ýerde Z_{ki} – kritiki nokatda i-nji komponentiň aşagysyýjylyk koeffisiýenti.

(122) formulada P_{pk} , T_{pk} , α_{pk} we B_{sm} bahalary indiki formulalar boýunça hasaplanýar:

- gaz faza üçin:

$$P_{pk} = \sum X_i P_{ki}, \quad T_{pk} = \sum X_i T_{ki}, \quad \alpha_{pk} = \sum X_i \alpha_{ki},$$

$$V_{pk} = \sum X_i V_{ki}, \quad B_{sm} = \sum X_i B_i; \quad (125)$$

- suwukly faza üçin:

$$P_{pk} = \sum Y_i P_{ki}, \quad T_{pk} = \sum Y_i T_{ki}, \quad \alpha_{pk} = \sum Y_i \alpha_{ki},$$

$$V_{pk} = \sum Y_i V_{ki}, \quad B_{sm} = \sum Y_i B_i; \quad (126)$$

Gazda gidrat emele gelmegi

1.10. Gidratlaryň gurluşy we häsiýetleri

Dürli komponentlerden düzülen tebigy gazlar suw bar ýerinde kesgitli temperaturalarda we basyşlarda ak kristal maddalary, ýagny gidratlary emele getirýärler.

Tebigy gazlaryň komponentlerinden özbaşdak gidrat emele ge getirýänleri: metan, etan, propan, izobutan, azot, dioksiduglerod, kükürtwodorod, şeýle hem merkaptanlar.

Gidratyň iki gurluşy bellidir: I gurluş – suwuň 46 molekulasyndan, II gurluş bolsa – 136 molekuladan durýar. Hemme deşikler doly doldurylanda gazyň bir molekulasynda düşýän gidratdaky suwuň molekulalarynyň sany: I gurluş üçin $n = 5,75$, II gurluş üçin $n = 5,667$ deňdir.

Tebigy gazyň düzümindäki propan we izobutan 0,1 % bolsa, onda ligurluşly gidratlar emele gelýärler, beýleki ýagdaýlarda I gurluşly gidratlar emele gelýär. I we II gurluşly gidratlar öz aralarynda diňe kristallografiki maglumatlary bilen tapawutlanýarlar (1.19-njy tablisa).

Gidratlar gazyň suw bilen kontaktynyň üstünde emele gelýändigini synaglar geçirilip subut edilen.

Gazyň gidrat emele gelme mehanizmi indiki ýaly bolup geçýär. Fazalaryň bölünen üstlerinde suwuklygyň üstki gatlagyndaky suwuň molekulalarynyň arasynda egreden wodorod baglanyşyklarynyň gönelmegi bolup geçýär. Suwuň mol göwrümi ulalýar. Netijede suwuň kristallik gurluşy gazyň molekulalarynyň olar bilen adsorbirlemäge mümkinçilik berýär. Haçanda gazyň adsorbgeçiriji molekulalarynyň mukdary olaryň kritiki ululygyna ýetende, faza üýtgemegi bolup geçýär. Gidrat emele gelme prosesiniň başlanmagy üçin gerek bolan suwuň ýokarky gatlagynyň gurluşynda gazyň mollarynyň maksimal bahasy gidrat torunyň elementar uly öýjüklerindäki onuň mollarynyň sanyna laýyk gelýär. Energetika taýdan seredende, faza üýtgemegi gazyň adsorbsiýasynyň gyzygynlygynyň ululygy gidrat torunyň ereme mol gyzygynlygynyň ululygyndan köp ýa-da şoňa deň bolanda başlanýar.

Tablisa 1.19

Gazyň gidratlarynyň elementler öýjükleriniň parametrleri

Parametr	I gurluş		II gurluş	
	Kiçi boşluk	Uly boşluk	Kiçi boşluk	Uly boşluk
Ideal düzümi	$i_1 \cdot 3i$	23	i_1^*	17
Elementar öýjügiň gapyrgasynyň uzynlygy a_0 , m	$12 \cdot 10^{-10}$		$17,4 \cdot 10^{-10}$	

Öýjükde suwuň molekulalarynyň mukdary, N	46		136	
Bir boşluga düşýän suwuň molekulalarynyň orta bahasy, m	5,75		5,67	
Öýjükde boşluklaryň mukdary, n	2	6	16	8

Gazyň molekulalarynyň adsorbsiýasy onuň suw üsti bilen kontaktyndan başlap, tä gidrat ýagdaýyna geçýänça gaz gidratlary üçin Lengmýuryň izotermasyna laýyklykda bolup geçýär. Derňewlerden görnüşi ýaly, adsorbsion gazyň mukdary suwuň göwrüm birligi elementar öýjükligiň düzümindäki gaza ýakyndyr. Temperatura näçe pes we basyş näçe ýokary bolsa, şonça-da göwrüm birligindäki suwuň üstki gatlagynyň düzüminde we gidratyň elementar öýjügindäki gazyň mukdary köp bolar.

Şeýlelikde, üst adsorbsiýasy we gazyň gidrat emele gelmesi – ikisi şol bir prosesdir.

Köp inžener meseleleri çözmekde talap edilýän gaz gidratlarynyň käbir wajyp häsiýetlerine seredeliň.

Gidratyň elementar öýjügiň göwrümini aşakdaky formula boýunça

$$V = N_0 a_0, \quad (127)$$

bu ýerde V – gidratyň elementar öýjügiň göwrümi, m^3 ; N_0 - $0,6024 \cdot 10^{24}$ – Awogadro sany; a_0 - gidratyň kristallik torunyň parametri, m.

Gidratlaryň I gurluşy üçin ($a_0 = 12 \cdot 10^{-10}$ m) we II gurluşy üçin ($a_0 = 17,4 \cdot 10^{-10}$ m) 1.19-njy tablisada getirilen a_0 ululygy boýunça (127) formulany ulanyp, I we II gurluş üçin gidratyň elementar öýjügiň göwrümini kesgitläp bolar: $V_I = 1040 \cdot 10^{-6} m^3$ we $V_{II} = 3173 \cdot 10^{-6} m^3$.

Gidratyň elementar öýjügindeki suwuň mol göwrümini şu formula bilen tapýarys

$$\Omega = N_0 a_0^3 / N, \quad (128)$$

bu ýerde N – gidratyň elementar öýjüginde düzýän suwuň mollarynyň sany.

1.19-njy tablisadan I gurluş gidratlar üçin $N_I = 46$ mol we II gurluş üçin $N_{II} = 136$ mol alyp, olary (160.2) formulada ýerine goýup, $\Omega_I = 22,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$ we $\Omega_{II} = 23,33 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$ alarys. Şeýlelikde, I gurluş gidratlar emele gelende suwuň mol göwrümi $(22,6 - 18) \cdot 10^{-6} = 4,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$, II gurluş gidratlarda bolsa $(23,3 - 18) \cdot 10^{-6} = 5,33 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$.

Gidrat torundaky suwuň dykzlygy indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$\rho_{wg} = M_{H_2O} / N_0 a_0^3, \quad (129)$$

bu ýerde M_{H_2O} - gidrat torunyň elementar öýjüginin massasy.

Tablisa 1.20

A_i we B_i koeffisiýentleriň bahalary

Komponent	Kiçi boşluklar		Uly boşluklar	
	A_i	B_i	A_i	B_i
Struktura I				
C	6,915	0,0316	6,0966	0,02
C ₂	9,489	0,0406	11,941	0,04
C ₂	18,17	0,0729	20,295	0,07
H ₂	6,065	0,0117	4,4568	0,01
C	14,99	0,0588	15,207	0,05

N ₂	3,248	0,0262	3,01 16	0,02
Struktura II				
C	6,049	0,0284	6,2957	0,02
C ₂	9,489	0,0406	11,941	0,04
C ₂	18,17	0,0729	20,295	0,07
C ₃	-	-	18,276	0,04
C ₃	-	-	9,6250	0,01
C ₄	-	-	13,694	0,02
H ₂	4,825	0,0093	2,4030	0,00
C	23,03	0,0904	25,271	0,09
N ₂	3,248	0,0262	3,0116	0,02

I gurluşly gidratlary üçin $M_{H_2O} = 46 \cdot 18 = 828,0$ g, II gurluşly gidratlary üçin $M_{H_2O} = 136 \cdot 18 = 2448$ g. Şu maglumatlary hasaba alyp, (129) formuladan $\rho_{wgl} = 0,7962 \cdot 103 \text{ kg/m}^3$ we $\rho_{wgp} = 0,7715 \cdot 103 \text{ kg/m}^3$ alarys.

Elementar öýjükde gazyň molekulalarynyň massasyny şu formula bilen kesgitlenýär

$$\rho_i = \frac{M_i (n_1 \sum \Theta_{1i} + n_2 \sum \Theta_{2i})}{N_0 a_0^3}, \quad (130)$$

bu ýerde n_1 we n_2 – degişlilikde elementar öýjükde kiçi we uly boşluklaryň sany; Θ_{1i} , we Θ_{2i} – I komponentli gazyň molekulalar bilen dolma derejesi; M_i – i komponentli gazyň molekulýar massasy.

I gurluş üçin $n_1 = 2$, $n_2 = 6$, II gurluş üçin bolsa $n_1 = 16$, $n_2 = 8$.

Gazyň boşluklarynyň molekulalar bilen dolma derejesini şu formula boýunça kesgitleýäris

$$\Theta = \frac{C_i P_i}{1 + \sum C_i P_i}, \quad (131)$$

bu ýerde C_i – i komponentli gaz üçin Lengmýuryň hemişeligi, MPa; P_i – i komponentiň parsial basyşy, MPa.

C_i –ni kesgitlemek üçin formulany ulansa bolar

$$C_i = 10 \exp(A_i - B_i T). \quad (132)$$

Gazyň gidrat emele gelme komponentleri üçin A_i we B_i bahalary 1.20-nji tablisada getirilen. i komponentli gazyň parsial basyşy aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär

$$P_i = P X_i \quad (133)$$

bu ýerde P_i – gidrat emele gelme basyşy, MPa; X_i – garyndaky i -nji komponentiň mol paýy.

Gidratlaryň garşylygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär.

$$\rho = \frac{M_{H_2O} + M_i (n_1 \sum \Theta_{1i} + n_2 \sum \Theta_{2i})_i}{N_0 a_0^3}. \quad (134)$$

Mysal. Indiki düzümlü tebigy gazyň gidratynyň dykzlygyny kesgitlemeli (umumy böleklerde): CH_4 - 0,9497; C_2H_6 - 0,0296; C_3H_8 - 0,0081; $n-C_4H_{10}$ - 0,0036; $i-C_4H_{10}$ - 0,002; C_5H_{12} - 0,0028; CO_2 - 0,0042. Gidrat emele gelmäniň deňagramlylyk şerti: $P_p = 7,0$ MPa, $T_p = 287,26$ K.

Hasaplaryň tertibi:

Garyndydaky i -nji komponentiň parsial basyşy şu aşakdakylar bolar:

$$P_{CH_4} = 0,9497 \cdot 7,0 = 6,6480; \quad P_{C_2H_6} = 0,02070;$$

$$P_{C_3H_8} = 0,0570; \quad P_{i-C_4H_{10}} = 0,0140; \quad P_{CO_2} = 0,0290.$$

Soňra (132) formula boýunça C_i ululygy kesgitlemek bolar. Berlen tebigy gaz II gurluşly gidrat emele gelýär. 27-nji tablisadan A_i we B_i koeffisiýentleriň ululugyny alyp, taparys:

kiçi boşluklar üçin:

$$C_{ICH_4} = 10 \exp(6,0499 - 0,0284 \cdot 287,26) = 1,21 \text{ MPa}^{-1}$$

$$C_{IC_2H_6} = 10\exp(9,4892 - 0,0406 \cdot 287,26) = 1,144,$$

$$C_{ICO_2} = 10\exp(23,0350 - 0,0904 \cdot 287,26) = 0,54;$$

uly boşluklar üçün:

$$C_{2CH_4} = 10\exp(6,2957 - 0,0285 \cdot 287,26) = 1,531,$$

$$C_{2C_2H_6} = 10\exp(11,9410 - 0,0418 \cdot 287,26) = 9,36,$$

$$C_{2C_3H_8} = 10\exp(18,2760 - 0,0462 \cdot 287,26) = 1499,55,$$

$$C_{2i-C_4H_{10}} = 10\exp(13,6942 - 0,0277 \cdot 287,26) = 3075,0,$$

$$C_{2CO_2} = 10\exp(25,2710 - 0,0978 \cdot 287,26) = 0,593 \text{ MPa}^{-1}.$$

Boşluklaryň dolma koeffisiýentleri (163.2) formula boýunça hasaplanylýar:

kiçi boşluklar üçün:

$$\Theta_{1CH_4} = \frac{1,21 \cdot 6,648}{1 + 1,21 \cdot 6,648 + 1,144 \cdot 0,2070 + 0,54 \cdot 0,029} = \frac{8,0441}{9,2966} = 0,8652,$$

$$\Theta_{1C_2H_6} = \frac{1,144 \cdot 0,2070}{9,2966} = 0,0255,$$

$$\Theta_{1CO_2} = \frac{0,54 \cdot 0,029}{9,2966} = 0,0017,$$

$$\Sigma \Theta_{1i} = 0,8652 + 0,0255 + 0,0017 = 0,8924;$$

uly boşluklar üçün:

$$\Theta_{2CH_4} = \frac{1,531 \cdot 6,648}{1 + 1,531 \cdot 6,648 + 9,36 \cdot 0,2070 + 1499,55 \cdot 0,057 + 3075 \cdot 0,014 + 0,543 \cdot 0,029} = \frac{10,1781}{141,31} = 0,0767,$$

$$\Theta_{2C_2H_6} = \frac{9,39 \cdot 0,2070}{141,31} = 0,0137,$$

$$\Theta_{2C_3H_8} = \frac{1499,55 \cdot 0,057}{141,31} = 0,6049,$$

$$\Theta_{2i-C_4H_{10}} = \frac{3075 \cdot 0,014}{141,31} = 0,3046,$$

$$\Theta_{2CO_2} = \frac{0,593 \cdot 0,029}{141,31} = 0,00001,$$

$$\Sigma \Theta_{2i} = 0,0767 + 0,0137 + 0,6049 + 0,3046 + 0,00001 \\ = 0,9999.$$

(134) formulada alnan maglumatlary goýup, taparys

$$\rho_{gid} = \frac{2448 + (16 \cdot 0,8924 + 8 \cdot 0,9999) \cdot 17,15}{0,6024 \cdot 10^{24} \cdot 5268 \cdot 10^{-24}} = 0,8924 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3.$$

Inžener hasaplarda gidratyň düzümi gidratlaryň häsiýetleriniň iň köp ulanylýan häsiýetleriniň biridir. Ýokarda görkezilen mysal üçin tebigy gazyň gidratynyň düzümi $14,4568 \cdot CH_4 \cdot 0,5176 C_2H_6 \cdot 4,8392 C_3H_8 \cdot 2,4367 x i - C_4H_{10} \cdot 0,0272 CO_2 \cdot 136 H_2O$ formula laýyk gelýär. Bu gidratyň düzümini umumy görnüşde şu formula bilen aňladyp bolar $22,2784 i \cdot 136 H_2O$ ýa-da $i \cdot 6,11 H_2O$.

Köp meseleleri çözmekde gazlaryň gidrat emele gelme ýylylygyny bilmek hökmanydyr. Ony şu formula bilen kesgitlemek bolar

$$\Delta H = R \frac{T_1 T_2 \ln P_2 / P_1}{T_1 - T_2}, \quad (135)$$

bu ýerde P_1 we T_1 – 1-nji nokatda gidrat emele gelmäniň deňagramly temperaturasy we basyşy; P_2 we T_2 – bolsa 2-nji

nokatdaky deňagramlaşan temperaturasy we basyşy; R – gaz hemişeligi, $8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ deňdir.

Mysal. Gidrat emele gelmäniň ýokarda getirilen düzüm üçin gazyň gidrat emele gelmäni deňagramly parametrlerinde $P_{1p} = 7,0 \text{ MPa}$, $T_{1p} = 287,26 \text{ K}$, $P_{2p} = 5,6 \text{ MPa}$ we $T_{2p} = 285,16 \text{ K}$.

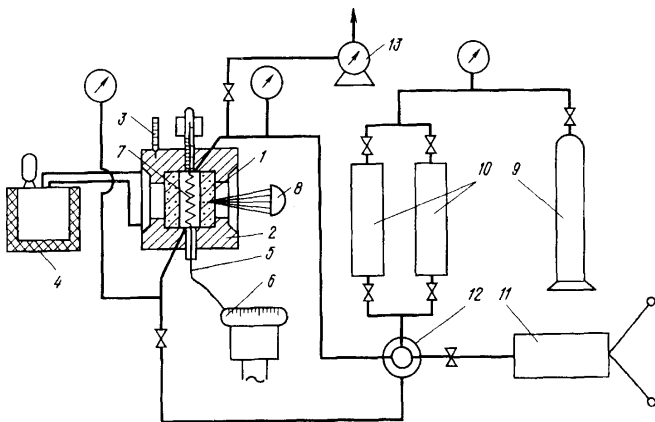
(135) formula berlenleri goýup, taparys

$$\Delta H = 8,31 \left(\frac{287,26 \cdot 285,16}{287,26 - 285,16} \right) \ln \frac{5,6}{7,0} = 72350 \text{ J/mol.}$$

1.11. Gidrat emele gelmäniň deňagramly basyşynyň we temperaturanyň kesgitlenişiniň usullary

Gidrat emele gelmäni deňagramly basyşy we temperaturasy dürli usullar bilen kesgitlenilýär: tejribe, grafik we analitiki usullar. Grafiki we analitiki usullaryň esasyňa umumy görnüşde tejribe usulynyň netijeleri goýlan.

1. Tejribe usuly – senagat we laboratoriýa şertlerinde az gabaritli enjamlaryň kömegi bilen geçirilýär. Gurluş prinsipial shemasy 43-nji suratda görkezilen. Gurluşyň esasy düzümi – ýokary basyşly kamerasy, ol orgaýnadan ýasalan. Kameranyň göwrümi $(40-100) \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$. Şeýle kameralarda 40 MPa çenli basyş üýtgemeleri bolan we $243 \leq T \leq 323 \text{ K}$ temperaturada gidrat emele gelme prosesini öwrenip bolar.



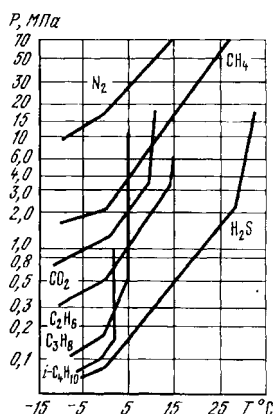
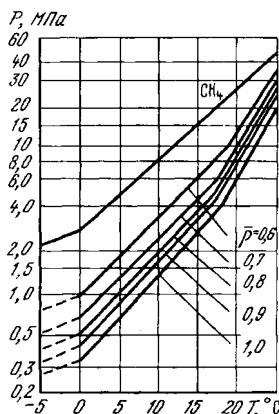
12-nji surat. Gidrat emele gelme şertini öwrenmek üçin gurluşyň prinsipial shemasy: 1 – gidrat kamerasy; 2 – termostatlanýan rubaşka; 3 – termometr; 4 – termostat; 5 – termopara; 6 – potensiometr; 7 – elektromagnit garyjy; 8 – teleskop lupasy; 9 – gazly ballon; 10 – probbootbornik; 11 – el gysyjysy; 12 – manifold; 13 – gaz hasaba alýan gural.

25 MPa ýokary basyşlarda kamerany görüş deşikli gorajyý metal kožuha ýerleşdirmeli. Gidrat emele gelme şertini öwrenme prosesinde kamera termostat rubaşka ýerleşdirilýär, ol ýerde termostatyň kömegi bilen gerekli temperatura saklanylýar. Pes temperaturalary almak üçin sowadyjy agregatlar ulanylýar (BCP-0,35). Fazalar ektromagnit garyjylary bilen garylýarlar. Gidratlaryň emele gelmeginiň başy wizual kesgitlenýär. Kameradaky degişli basyş el pressiniň ýa-da nasosyň kömegi bilen probbootborniklerde deredilýär (МП-100, -250, -400 we beýleki güşleri). Gidrat emele gelme şertini öwrenmek üçin we laboratoriýa we meýdan şertlerinde gidrat emele gelme prosesini ingibirlemegiň täsirini öwrenmek üçin az gabaritli gurluşly ýasamak üçin häzirki wagtda gerekli tehniki dokumentleri bardyr.

2. Grafiki usuly. Degişlilikde gazyň dykzlygy we 44-nji suratda gäfige görä, gatlakda tä gazy guratma ulgamyna çenli basyş ýaýramasynyň hasaplary boýunça gidrat emele gelmäniň

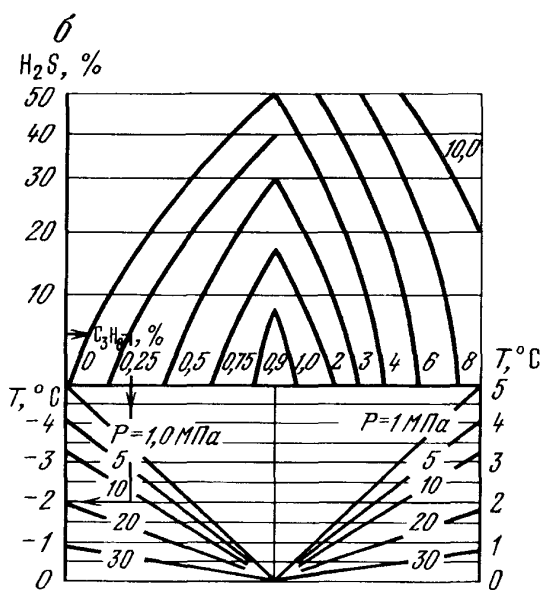
temperaturasy kesgitlenilýär. Bu grafikde gidrat bar ýerleri egrileriň ýokarsynda we çepräginde ýerleşendir. Basyş we gazyň dykzlygy näçe köp bolsa, şonça-da gidrat emele temperaturasy ýokarydyr.

Gazyň düzüminde azotyň, kömürturşy gazyň we kükürtwodorodyň bolmagy gidrat emele gelmäniň deňagramly şertlerini üýtgedýär. Gazyň düzüminde CO_2 we H_2S bolanda gidrat gazyň şol bir dykzlykly we CO_2 , H_2S ýok bolandaky ýagdaýyna aktiw emele gelýär. 13-nji suratda tebigy gazyň esasy komponentleriniň gidrat emele gelmesiniň egrileri görkezilendir.



13-nji surat. Tebigy gazlaryň gidrat emele 14-nji surat. Tebigy gazyň aýry-aýry komponentleriniň gelmesiniň deňagramly parametrleriniň gidraty emele gelmesiniň egrisi onuň dykzlygyndan baglylygy

50 % çenli H_2S we 10 % çenli C_3H_8 saklaýan we $0,3 \leq P \leq 30$ MPa basyş üýtgemesi tebigy gazyň gidrat emele gelme temperaturasyny 46-njy suratda grafigi kesgitlese bolar. Bu kesgitlemäniň dogrulygy $1,7^\circ\text{C}$ düzýär. Gidrat emele gelme temperaturasynyň kesgitlenişiniň yzygiderlilikine seredeliň.



15-nji surat. Kükürt saklaýan gazyň gidrat emele gelme temperaturasyny kesgitlemek üçin we gazda propan barlygyna (a) düzedişiniň (b) nomogramasy

Mysal. Komponentleriniň mol konsentrasiýaly gazyň gidrat emele gelme temperaturasyny kesgitlemeli (%): N_2 - 2; CO_2 - 6; H_2S -5; CH_4 -81,4; C_2H_6 -4,5; C_3H_8 -0,5; $i-C_4H_{10}$ -0,2; $n-C_4H_{10}$ -0,2; $i-C_5H_{12}$ -0,1 we $n-C_5H_{12}$ - 0,1 $P = 4$ MPa basyşda.

Ilki bilen, belli düzümi boýunça otnositel dykzlyk hasaplanýar $\bar{\rho} = 0,688$. Soňra 41-nji suratda $P = 4$ MPa (izobar) we 5 % H_2S düzümlü kesişme çyzygynyň nokadyny tapýarlar. Olaryň kesişme nokadynda $P = 4$ MPa izobarda kä $\bar{\rho} = 0,688$ çyzygyň aşaky bölegindäki kesişmä çenli perpendikulýar geçirýärler. Izobara perpendikulýar göniniň kesişme nokady we $\bar{\rho} = 0,688$ otnositel dykzlykly çyzyklar grafiğiň aşaky böleginde görkezilen ýapgyt egrilere parallel geçirmeli şertli çyzyklaryň başy bolup durýar. Bu şertli ýapgyt çyzyklaryň kesişme nokady abssiss oky boýunça berlen düzümdä $P = 4$ MPa we $T_p = 18$ °C-da gazyň gidrat emele gelme temperaturasyna laýyk gelýär.

Gazdaky propany 0-dan 10 % çenli bolandaky gidrat emele gelme temperaturasyna täsiri 46-njy, *b* suratda görkezilen goşmaça grafiğiň kömegi bilen hasaplanylýar. C_3H_8 -iň täsirine düzediş indiki görnüşde kesgitlenilýär. Goşmaça grafikde 5 % H_2S we 5 %-li C_3H_8 düzümlü izokonsentrat çyzygy tapylýar. Bu çyzyklaryň kesişme nokadyndan $H_2S = 5$ % $P = 4$ MPa çyzygy kesýänçä aşak perpendikulýar çyzyk geçirýärler, olaryň kesişme nokadyndan bolsa ordinata okuny kesýänçä çepe gorizonta çyzyk geçirýärler. Ordinata okundaky $\Delta T = -2^\circ C$ temperaturanyň bahasy gazda 0,5 % propanyň barlygyndaky düzedişe laýyk gelýär. Bu düzüdişi gidrat emele gelmäniň temperaturasyndan hasaba alyp bolar, ýagny $T = T_p - \Delta T = 18-2-16^\circ C$.

Eger-de propanyň barlygynyň düzedişi goşmaça grafiğiň sag topary boýunça kesgitlenýän bolsa, onda ol T_p -a goşulýar. Getirilen diagrammany gazda turşy komponentleriň, ýagny H_2S we CO_2 -iň $H_2S/CO_2 = 0,33-10$ gatnaşykda 70 %-e çenli bolan ýagdaýynda T_p -ny kesgitlemekde ulanmak mümkindir.

3. Analitiki usuly. Guýynyň gidrat emele gelme şertiniň kesgitlenişiniň analitiki usuly UKPG-gatlak sistemasynda gidrat emele gelme mümkinçiligini hasaba alýan gazogidrodinamiki hasaplamalarda ulanylýan köp dürli tejribelerden görnüşli ýaly, gidrat emele gelmäniň deňagramly temperaturasynyň basyşdan analitiki baglylygyny formula bilen aňladyp bolar

$$T_p = a(1 + \lg P) \pm b, \quad (136)$$

bu ýerde a we b – her ojak üçin synagyň netijeleri boýunça kesgitlenýän koeffisiýentler. Käbir uly ojaklar üçin a we b koeffisiýentiň bahalary 28-nji tablisada getirilen.

Tablisa 1.21

Dürli ýataklar üçin a we b koeffisileriň bahalary

Ýatak	CH ₄ düzümi,	a	b
Urengoý (senoman ýatagy)	98-99,6	19,	-
Urengoý (walanžin ýatagy)	86,7	14,	-
Medwežýe, Ýambarg (senoman ýatagy)	98-99,6	19,	-
Wuhta	81,2	12,	-
Orenburg	84,2	16,	-
Zalswedel-Pekenzen (66,5 % azot)	34,7	19,	-
Karaçaganak	-	16,6	-
$\begin{cases} P \leq 7 \text{ MPa} \\ P > 7 \text{ MPa} \end{cases}$	-	$\begin{cases} 7,3 \\ 12,4 \end{cases}$	$\begin{cases} 6,4 \\ - \end{cases}$

Astrahan (30 % çenli kükürt wodorod)	-		
$\left\{ \begin{array}{l} P \leq 7 \text{ MPa} \\ P > 7 \text{ MPa} \end{array} \right.$	-	$\left\{ \begin{array}{l} 21,5 \\ 14,0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} - \\ 9,2 \\ - \end{array} \right.$
			15,6

1.21-nji tablisadan görnüşi ýaly, a we b koeffisiýentler gazyň düzümine baglydyr. 10 MPa basyşy üçin gidrat emele gelme temperaturasyny şeýleräk bahalandyryp bolar:

položitel temperaturaly oblastlarda

$$T_p = 18,47(1 + \lg P) - B, \quad (137)$$

otrisatel temperaturaly oblastlarda

$$T_p = -58,5(1 + \lg P) + B_1, \quad (138)$$

bu ýerde B we B_1 – 16-njy suratdan gatnaşyga baglylykdan kesgitlenýän koeffisiýentler

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n x_i \rho_i / \sum_{i=1}^n x_i \quad (139)$$

bu ýerde $\sum x_i \rho_i$ – öwrinilen gazyň parsial dykzlyklarynyň jemi; $\sum x_i$ göwrüm paýlarynda gidrat emele gelme mümkinçilikli gazyň konsentrasiýasynyň jemi.

Bu ε koeffiside gazyň gidrat emele gelme komponentleri gatnaşmaýar.

Mysal. $T_p = 10^\circ\text{C}$ temperaturada we gazyň düzüminiň mol konsentrasiýalarynda (%-de): CH_4 - 90; C_2H_6 - 2; C_3H_8 -1; $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ -0,5; $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ -0,5; $i\text{-C}_5\text{H}_{12}$ -0,5; $n\text{-C}_5\text{H}_{12}$ -0,5; C_6H_{14} -0,4; N_2 -4,6 gazyň gidrat emele gelme basyşyny kesgitlemeli. Seredilýän meselede gidrat emele getirýän komponentler diýip CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ we $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ kabul edilen. Bu komponentler üçin $\sum x_i = 0,94$ we $\sum x_i \rho_i = 0,545$. Onda $\varepsilon = 0,545/0,94 = 0,58$. 16-nji suratdan taparys $\varepsilon = 0,58$ bolanda $B = 19$. (136) formula P görä çözülende aşakdaky görnüşde bolar

$$\lg P = 0,0541(T_p - B) - 1. \quad (140)$$

(140) formuladan $T_p = 10^\circ\text{C}$ we $B = 19$ üçin alarys

$$\lg P_p = 0,157 \text{ we } P_p = 3,71 \text{ MPa.}$$

Eger gazyň düzüminden başga, ýokarda getirilen başky maglumatlar hökmünde $P_p = 5,0$ MPa basyş berlen bolsa we T_p –ny kesgitlemek tapal edilse, onda (137)formulany ulanarys:

$$T_p = 18,47(1 + \lg P) - B = 18,47(1 + \lg 5) - 19 = 12,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

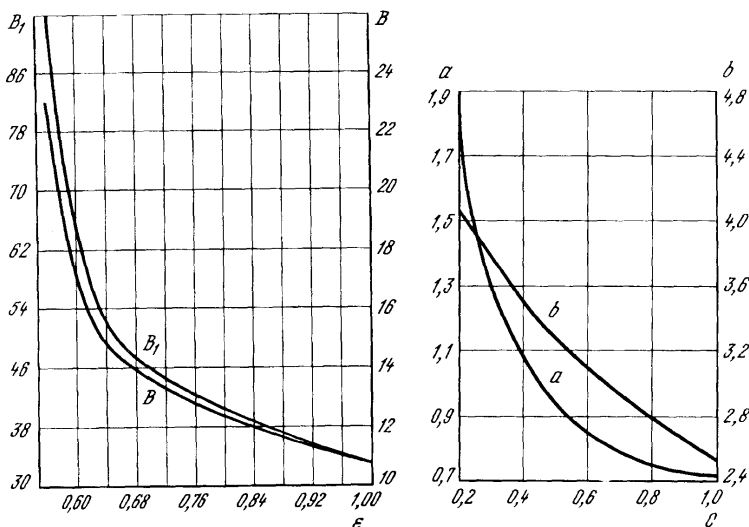
Gazda kükürt wodorod we kömürturşy gazy bolan ýagdaýynda gidrat emele gelme temperaturasy formula boýunça kesgitlenýär

$$T_p = T_n + \frac{T_H(\lg P - 0,415)}{13,71 - \lg P} + \frac{z}{a + bz}, \quad (141)$$

bu ýerde T_n – normal temperatura, $T = 273,15$ K; a we b – 48-nji suratdaky C ululykdan bagly grafiki kesgitlenýän koeffisiýentler:

$$C = x_{H_2S} / z; \quad (142)$$

$z = x_{H_2S} + x_{CO_2}$ gazyň düzümindäki göwrüm prosentlerde H_2S we CO_2 –niň jemi.



16-nji surat. B we B_1 koeffisiýentleriň ϵ -dan 17-nji surat. a we b koeffisiýentleriň C -dan baglylygy.

Mysal. $P = 7,0$ MPa basyşda we CH_4 -47,48; C_2H_6 -1,92; C_3H_8 -0,93; $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ -0,18; $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ -0,38; H_2S -22,5; CO_2 -21,55; C_5H_{12} -5,06 düzümlü gazyň gidrat emele gelme temperaturasyny kesgitlemeli. Berlen düzümlü gaz üçin z we C $z = 22,50 + 21,55 = 44,05$; $C = 22,50/44,05 = 0,511$.

17-nji suratda $C=0,511$ bolanda, $a = 0,89$ we $b=3,25 \cdot 10^{-2}$. Onda gidrat emele gelme temperaturasy

$$T_p = 273,15 + \frac{273,15(\lg 7 - 0,415)}{13,71 - \lg 7} + \frac{44,05}{0,89 + 3,25 \cdot 10^{-2} \cdot 44,05} = 301,26 \text{ K.}$$

Gidrat emele gelme şertini gaz-gidrat deňagramlaşma konstantalary boýunça kesgitlenişi. Gidrat emele gelme şertini kesgitlemek üçin gaz-gidrat faza deňagramlaşma konstantalary ulanylýar:

$$K_i = Y_i/X_i \quad (143)$$

bu ýerde Y_i – gaz fazasynda tebigy gazy i -nji komponentiniň molýar paýy; X_i - gidratdaky (i -nji) komponentiň molýar paýy.

Berlen şertler üçin efer-de K_i belli bolsa, onda gidrat fazadaky komponentleriň molýar paýyny formula boýunça hasaplap bolar

$$X_i = Y_i/K_i. \quad (144)$$

Eger $\sum Y_i/K_i < 1$ bolsa, onda berlen şertlerde gidratlar emele gelmeýärler. Berlen ýagdaýda şert diýip basyşa we temperatura düşünilýär, olar bilen K_i –niň bahasy kesgitlenilýär. Eger

$$\sum X_i = \sum Y_i/K_i = 1, \quad (145)$$

onda bu berlen basyşda we temperaturada gidratlar emele gelip başlaýandygyny aňladýar, ýagny $\sum X_i = 1$ gidrat emele gelmäniň deňagramly şertlerine laýyk gelýär.

Gaz-gidratyň faza deňagramlaşma konstantalary basyşdan, temperaturadan we gazyň düzüminden baglydyr. Faza deňagramlaşmanyň konstantalary položitel we otrisatel temperaturalarda [24]-de getirilen grafikler boýunça kesgitlenýär.

1.12. Gazlaryň şepbeşikligi

Şepbeşiklik diýip gazlaryň we suwuklylaryň bir böleginiň beýleki bölegine baglylykda typmagynyň ýa-da süýşmeginiň döredýän garşylyk häsiýetine aýdylýar. Birlik meýdandan gazyň iki gatlajyklarynyň arasyndaky sürtülme guýçleriň birlik uzynlykdaky tizlekleriň üýtgemegine göni proporsional. Proporsionallyk koeffisiýentine gazyň absolýut ýa-da dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti diýilýär. Şepbeşiklik temperatura, basyş we göwrüm ýaly gaz ýagdaýynyň funksiýasy hem-de onuň häsiýetnamasy hökmünde ulanmak bolar. Uglewodorod gazlaryň şepbeşikligi basyşa we temperatura bagly. Dürli basyşda we temperaturada gazyň dinamiki şepbeşik koeffisiýentini gatlagta guýuda, üstki gaz geçirijide we enjamlarda gazyň herekinde, ýylylyk geçiriji işinde, gazy we nebiti separirlemekde, gazy gaty galyndylardan arassalamakda dürli hasaplamalar üçin bilmek zerur.

Nýutonyň kanunyna görä suwuklaryň ýa-da gazyň bir gatynyň beýlekä bagly ýerleşmeginde ýuze çykýan, içiki sürtülme güýji otnositel tizligiň we şol gatlagyň galtaşýan meýdanynyň gradiýentine göni proporsional.

Nýutonyň kanuny matematiki şeýle ýazylýar.

$$F = \mu S(d\omega/d\epsilon) \quad (1.12.1)$$

bu ýerde μ - dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti, H^*S/m^2 , S - parallel ýerleşýän gatlaklaryň meýdany, m^2 ; $d\omega/d\epsilon$ - gatlagyň galtaşýan perpendikulýar tekizliginiň ugrundaky gradiýent tizlik, ω - m/s; ϵ - m; F - N.

Hasaplamalarda köplenç kinematiki şepbeşiklik koeffisiýenti ulanylýar. Bu dinamiki şepbeşiklik koeffisiýentiniň işçi şertdäki gazyň dykzyzlygyna bölünmegine deňdir.

$$v = \mu/\rho, m^2/c. \quad (1.12.2)$$

Şepbeşikligiň birlik ýlçeşleri indiki tablisada görkezilen

Birlik ölçeşle ri	Kg.s/m ²	Kg.sag/ m ²	H*S/m ²	Puaz	Lbt*S/f t ²
Kg.s/m ²	1	2,7778* 10 ⁴	9,80066	98,0066	0,2048 2
Kg.sag /m ²	3600	1	35304	353040	737,34
H*S/m ²	0,1019 7	2,8325* 10 ⁵	1	10	0,0208 85
Puaz	0,0101 97	28325*1 0 ⁶	0,1	1	0,0002 088
Lbt*S/ ft ²	4,8824	1,3562* 10 ³	47,880	478,80	1

Çep sütüni kese setire köpeltmeli.

Getirme şepbeşikligiň μ^*_{get} ululygy 1-nji surat boýunça kesgitlenýär.

$$\mu^*_{\text{get}} = \mu(P, T) / \mu_{\text{at}}(P_{\text{at}}, T) \quad (1.12.3)$$

bu ýerde μ_{at} – atmosfera basyşynda $P_{\text{at}} = 0,10$ MPa we berlen temperaturada gazyň dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti; indiki formula boýunça hasaplanýar

$$\mu_{\text{at}} = \sum_{i=1}^n \mu_i x_i M_i^{0,5} / \sum_{i=1}^n x_i M_i^{0,5} \quad (1.12.4)$$

bu ýerde μ_i - berlen temperaturada we atmosfera basyşynda i komponentiň dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti.

μ_{at} ululygy 16-njy suratda görkezilen grafikden ýa-da indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$\mu_{\text{iat}} = 0,002669 \sqrt{M_i T} / \sigma_i^2 \Omega \mu_{\text{iat}} \quad (1.12.5)$$

bu ýerde M_i – i komponentiň molekuýar massasy; $\Omega_{\mu_{iat}}$ – iteklemegiň integraly; T – gazyň temperaturasy; σ_i – potensiallaryň ululygy.

σ_i we $\Omega_{\mu_{iat}}$ hemişelik bahalaryny tablisa boýunça tapylýar. $\Omega_{\mu_{iat}}$ tapmak üçin ilki aşakdaky ululygy hasaplanýar

$$T_i^* = T / (\varepsilon/k)_i. \quad (1.12.6)$$

(ε/k) ululygy 1-nji tablisada berlen Polýar däl komponentler üçin $\sigma = 0$. $\Omega_{\mu_{iat}}$ bahasy T^* ululyga bagly 12 we 13 tablisalarda getirilen.

Tablisa 1.22

Polýar däl komponentler üçin itekleme integralynyň bahasy

T*	δ							
	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
0,1	4,1005	4,2660	4,833	5,742	6,739	8,624	10,340	11,890
0,2	3,2626	3,3050	3,516	3,914	4,439	5,570	6,637	7,618
0,3	3,8399	2,8360	2,936	3,168	3,511	4,329	5,126	5,874
0,4	2,5310	2,5220	2,586	2,749	3,004	3,640	4,282	4,985
0,5	2,2837	2,2770	2,329	2,460	2,665	3,187	3,723	4,249
0,6	2,0838	2,0810	2,130	2,243	2,417	2,862	3,329	3,786
0,7	1,9220	1,9240	1,970	2,072	2,225	2,614	3,028	3,435
0,8	1,7902	1,7950	1,840	1,934	2,070	2,417	2,788	3,260
0,9	1,68	1,68	1,73	1,82	1,94	2,25	2,59	2,93

9	23	90	3	0	4	8	6	3
1, 0	1,59 29	1,60 10	1,64 4	1,72 5	1,83 8	2,12 4	2,43 5	2,74 6
1, 2	1,45 51	1,46 50	1,50 4	1,57 4	1,67 0	1,91 3	2,18 1	2,45 1
1, 4	1,35 51	1,36 50	1,40 0	1,46 1	1,54 4	1,75 4	1,98 9	2,22 8
1, 6	1,28 00	1,28 90	1,32 1	1,37 4	1,44 7	1,63 0	1,83 8	2,05 3
1, 8	1,22 19	1,23 10	1,25 9	1,30 6	1,37 0	1,53 2	1,71 8	1,91 2
2, 0	1,17 57	1,18 40	1,20 9	1,25 1	1,30 7	1,45 1	1,61 8	1,71 5
2, 5	10,0 93	1,10 00	1,11 9	1,15 0	1,19 3	1,30 4	1,43 5	1,57 8
3, 0	1,03 88	1,04 40	1,05 9	1,08 3	1,11 7	1,20 4	1,31 0	1,42 8
3, 5	0,99 86	1,00 40	10,0 16	1,03 5	1,06 2	1,13 3	1,22 0	1,31 9
4, 0	0,96 99	0,97 32	0,98 30	0,99 91	1,02 1	1,07 9	1,15 3	1,23 6
5, 0	0,92 68	0,92 91	0,93 60	0,94 73	0,96 28	1,00 5	1,05 8	1,12 1
6, 0	0,89 17	0,89 79	0,90 30	0,91 14	0,92 30	0,95 45	0,99 55	1,04 4
7, 0	0,87 27	0,87 41	0,87 80	0,88 45	0,89 35	0,91 81	0,95 05	0,98 9
8, 0	0,85 38	0,85 49	0,85 80	0,86 32	0,87 03	0,89 01	0,91 64	0,94 8
9, 0	0,83 79	0,83 38	0,84 14	0,84 56	0,85 15	0,86 78	0,88 95	0,91 6
10 ,0	0,82 43	0,82 51	0,82 73	0,83 08	0,83 56	0,84 93	0,86 76	0,89 0
12 ,0	0,80 18	0,80 24	0,80 39	0,80 65	0,81 01	0,82 01	0,83 37	0,85 0

14 ,0	0,78 36	0,78 40	0,78 52	0,78 72	0,78 99	0,79 76	0,80 81	0,82 1
16 ,0	0,76 83	0,76 87	0,76 96	0,77 12	0,77 90	0,77 30	0,78 78	0,79 8
18 ,0	0,75 52	0,75 54	0,75 62	0,75 75	0,75 92	0,76 42	0,77 11	0,78 0
20 ,0	0,73 46	0,74 35	0,74 45	0,74 55	0,74 70	0,75 12	0,75 69	0,76 4
25 ,0	0,71 98	0,72 00	0,72 04	0,72 11	0,72 21	0,72 50	0,72 89	0,73 4
30 ,0	0,70 10	0,70 11	0,70 14	0,70 19	0,70 26	0,70 47	0,70 76	0,71 1
35 ,0	0,68 54	0,68 55	0,68 58	0,68 61	0,68 67	0,68 83	0,69 05	0,69 3
40 ,0	0,67 23	0,67 24	0,67 26	0,67 28	0,67 33	0,67 45	0,67 62	0,67 8
50 ,0	0,65 10	0,65 10	0,65 12	0,65 13	0,65 16	0,65 24	0,65 34	0,65 5
75 ,0	0,61 40	0,62 41	0,61 43	0,61 45	0,61 47	0,61 48	0,61 48	0,61 5

Tablisa 1.23

$\Omega_{\mu_{iat}}$ Polýar komponentler üçin dürli T^* -da itekleme
integralynyň bahasy

T^*	$\Omega_{\mu_{iat}}$	T^*	$\Omega_{\mu_{iat}}$	T^*	$\Omega_{\mu_{iat}}$	T^*	$\Omega_{\mu_{iat}}$
0,30	2,785	1,35	1,375	2,80	1,058	4,90	0,930
0,35	2,628	1,40	1,353	2,90	1,048	5,00	0,927
0,40	2,492	1,45	1,333	3,00	1,039	6,00	0,896
0,45	2,368	1,50	1,314	3,10	1,030	7,00	0,877
0,50	2,257	1,55	1,296	3,20	1,022	8,00	0,854
0,55	2,156	1,60	1,279	3,30	1,014	9,00	0,838
0,60	2,065	1,65	1,264	3,40	1,007	10,0	0,824

0,65	1,982	1,70	1,248	3,50	0,999	20,0	0,743
0,70	1,908	1,75	1,234	3,60	0,993	30,0	0,700
0,75	1,841	1,80	1,221	3,70	0,987	40,0	0,672
0,80	1,780	1,85	1,209	3,80	0,981	50,0	0,650
0,85	1,725	1,90	1,197	3,90	0,975	60,0	0,633
0,90	1,675	1,95	1,186	4,00	0,970	70,0	0,619
0,95	1,629	2,00	1,175	4,10	0,965	80,0	0,608
1,00	1,587	2,10	1,156	4,20	0,960	90,0	0,597
1,05	1,549	2,20	1,138	4,30	0,955	100,0	0,588
1,10	1,514	2,30	1,122	4,40	0,951	200,0	0,532
1,15	1,482	2,40	1,107	4,50	0,946	300,0	0,502
1,20	1,452	2,50	1,093	4,60	0,943	400,0	0,481
1,25	1,424	2,60	1,081	4,70	0,938	-	-
1,30	1,399	2,70	1,069	4,80	0,934	-	-

Atmosfera basyşynda we dürli temperaturada gazyň şepbeşiklik koeffisiýenti kesgitlemegiň analitiki usuly

$$P_{at} = p = 0,0101 \cdot t_{118} - 1,07 \cdot 10^{-3} \cdot M_{gar112}, \text{ mPa} \cdot \text{S}$$

ýa-da

$$p = 0,0101 \cdot t_{118} - 5,76 \cdot 10^{-3} \cdot 112, \text{ mPa} \cdot \text{S}. \quad (2)$$

Eger gazyň düzüminde uglewodorod däl komponentler bar bolsa, onda μ_{at} ululygyna olaryň täsiri degişli düzedişi girizmek bilen hasaba alynýar. Gazda uglewodorod däl komponentleriň bolmagynda düzediş bahalaryny analitiki fowmulalar boýunça hasaplamak mümkin, alnan düzediş bahalary μ_{at} ululygyndan aýrylýar

$$\mu_{N_2} = \left[\left(0,07132 x_{N_2}^{0,5} - 0,09011 \right) \rho^{-0,25} + \left(0,02379 - 0,01996 x_{N_2}^{0,5} \right) \right] \cdot 10^{-6} \quad (3)$$

$$\mu_{CO_2} = \left[\left(0,06759 x_{CO_2}^{0,5} - 0,07853 \right) \rho^{-0,25} + \left(0,02906 - 0,03213 x_{CO_2}^{0,5} \right) \right] \cdot 10^{-6} \quad (4)$$

$$\mu_{H_2S} = \left[\left(0,09007x_{H_2S}^{0,5} - 0,12753 \right) \rho^{-0,25} + \left(0,09674 - 0,06753x_{H_2S}^{0,5} \right) \right] \cdot 10^{-6} \quad (5)$$

Berlen basyşda we temperaturada dinamiki şepbeşiklik koeffisiýentini hasaplamagyň analitiki usuly.

$$\mu_{get}^* = \sum_{i=0}^4 \sum_{j=0}^4 a_{ij} P_{get}^i T_{get}^j \quad (6)$$

a_{ij} koeffisiýentiniň bahasy 1.24-nji tablisada görkezilen

Tablisa 1.24

6-njy formuladaky a_{ij} koeffisiýentiniň bahalary

i	J				
	0	1	2	3	4
0	0,17781	- 0,47358* 10^{-1}	0,37594	-0,11057	0,97366* 10^{-2}
1	0,10415	- 0,10395* 10	0,34607	- 0,36813* 10^{-1}	-
2	0,33453* 10^{-2}	0,301582 * 10^{-1}	- 0,19083* 10	0,27406* 10^{-2}	-
3	- 0,27980* 10^{-2}	0,10317* 10^{-2}	0,20286* 10^{-3}	- 0,67054* 10^{-4}	-
4	0,68869* 10^{-4}	- 0,40429* 10^{-4}	0,39972* 10^{-5}	0,38265* 10^{-6}	-

Tablisa 1.25

1.12.12-nji formuladaky a_{ij} koeffisiýentiniň bahalary

i	J			
	0	1	2	3
0	-2,462118	2,970547	- 2,862640* 10^{-1}	8,05420 5* 10^{-3}
1	2,808609	-3,498033	3,637302* 10^{-1}	- 1,44324 1* 10^{-3}
2	- 7,933857*1 0^{-1}	1,396433	- 1,491449* 10^{-1}	4,41015 5* 10^{-3}
3	8,393818*1 0^{-2}	-0,186409	2,033679* 10^{-2}	- 6,09579 3* 10^{-4}

Tablisa 1.26

1.12.12-nji formuladaky b_{ij} formuladaky a_{ij} koeffisiýentiniň bahalary

i	J		
	0	1	2
0	$1,112319 \cdot 10^{-2}$	$1,677266 \cdot 10^{-5}$	$2,113605 \cdot 10^{-9}$
1	$-1,094850 \cdot 10^{-4}$	$-6,403164 \cdot 10^{-8}$	- $8,993745 \cdot 10^{-11}$
2	$4,577352 \cdot 10^{-7}$	$2,129034 \cdot 10^{-10}$	$3,977322 \cdot 10^{-13}$

Psewdo çäk ululyklary

$$P_{pc} = \sum x_i P_{ci}; T_{pc} = \sum_{i=1}^n x_i T_{ci} \quad (7)$$

1.12.10-njy formulanyň deregine indiki aňlatmany ulanmak bolar:

$$\ln[(\mu / \mu_{at})T] = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} T_{geti} P_{getj} \quad (8)$$

Bu ýagdaýda μ_{at}

$$\mu_{at} = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 b_{ij} M_i (1.8T - 459.67). \quad (9)$$

a_{ij} we b_{ij} koeffisiýentleriniň bahasy 1.25 we 1.26-njy tablisalarda getirilen

formula ulanylanda getirme basyşy we temperaturany kesgitlemek üçin indiki formula peýdalanylýar

$$P_{get} = 145,1 \text{ P} / [700,55 - 47,94(M/28,97)], \quad (10)$$

$$T_{get} = [1,8T - 459,67] / [175,59 + 307,97(M/28,97)], \quad (11)$$

M – gazyň molekulýar massasy.

Mysal 1. Atmosfera basyşynda we 340 K temýeraturada gazyň aşakdaky düzümi üçin (%) şepbeşikligi hasaplamaly: CH₄ – 74,10; C₂H₆ – 7,48; C₃H₈ – 3,37; n-C₄H₁₀ – 1,68; i-C₄H₁₀ – 0,76; i-C₅H₁₂ – 0,32; n-C₅H₁₂ – 0,57; C₆H₁₄ – 0,63; N₂ – 6,09; H₂S – 2,00; CO₂ – 3,00. Otnositel dykzylygy $\bar{\rho} = 0,763$.

$$\mu_{at} = 0,0112 - 0,0005 - 0,0001 - 0,0002 = 0,0104 \text{ MPa} \cdot \text{c}.$$

Tablisa 1.27

Gazy ň düzü mi	Kom po- nentl eriň paýy	Mole ku- lýar mass asy, M	μ_i , MPa *c	$\mu_i x_i$	$\sqrt{M_i}$	$\mu_i x_i$ $\sqrt{M_i}$	x_i $\sqrt{M_i}$
-------------------------	-------------------------------------	--	------------------------	-------------	--------------	-----------------------------	-----------------------

CH ₄	0,741 0	16,04 2	0,012 3	0,009 11	4,005	0,036 5	2,967 8
C ₂ H ₆	0,074 8	30,06 8	0,010 4	0,000 78	5,483	0,004 3	0,410 1
C ₃ H ₈	0,033 7	44,09 4	0,008 1	0,000 31	6,640	0,002 0	0,223 8
i- C ₄ H ₁₀	0,007 6	58,12 0	0,008 8	0,000 07	7,623	0,000 5	0,057 9
n- C ₄ H ₁₀	0,016 8	58,12 0	0,008 5	0,000 14	7,623	0,001 0	0,128 1
i- C ₅ H ₁₂	0,005 7	72,15 1	0,007 8	0,000 04	8,494	0,000 3	0,048 4
n- C ₅ H ₁₂	0,003 2	72,15 1	0,007 8	0,000 02	8,494	0,000 1	0,027 2
C ₆ H ₁₄	0,006 3	85,17 8	0,007 2	0,000 04	9,366	0,000 3	0,058 4
N ₂	0,060 9	28,01 6	0,019 7	0,001 20	5,293	0,006 3	0,322 3
H ₂ S	0,020 0	34,08 2	0,014 8	0,000 30	5,837	0,001 8	0,116 7
CO ₂	0,030 0	44,01 1	0,016 9	0,000 50	6,634	0,003 3	0,199 0
Σ	1,000	-	-	-	-	0,056 4	4,559 7

Mysal 2. Öňki mysaldaky başlangyç maglumatlar boýunça şepbeşikligi analitiki usul bilen kesgitlemek

340 K bolanda 3-nji surat boýunça her komponentiň μ_{at} kesgitlemeli.

(1.12.15) formula boýunça gazyň şepbeşikligini hasaplamaly.

Başlangyç maglumatlar we hasaplamanýň netijeleri 7-nji tablisada getirilen. Kesgitlemeli ululyk

$$\mu_{\text{at}} = 0,0564/4,5597 = 0,0124 \text{ mPa}^{\circ}\text{C}.$$

Mysal 3. 340 K bolan temperaturada μ_{at} kesgitlemeli. Metan üçin $M = 16,042$; $\sigma = 3,808$; $\varepsilon/k = 140$; $\delta = 0$ 1-nji tablisadan tapyp, 7-nji tablisa boýunça $\Omega\mu_i = 1,103$.

$$\mu_{CH_4} = \frac{0,002669\sqrt{16,042 \cdot 340}}{3,808^2 \cdot 1,103} = 0,0123 \text{ mPa}^{\circ}\text{C}.$$

Mysal 4. Atmosfera basyşynda we 340 K temperaturada kükürtli wodorodyň şepbeşikliginiň hasaplamasy.

H_2S üçin $M = 34,082$; $\sigma = 3,49$; $\varepsilon/k = 343$; $\delta = 0,21$ taparys.

$T^* = 340/343 = 0,991$ we $\delta = 0,21$ bolanda 7-nji tablisa boýunça

$$\Omega\mu_{iat} = 1,6077.$$

(127) formula boýunça şepbeşikligi hasaplaýarys:

$$\mu_{H_2S} = \frac{0,002669\sqrt{34,082 \cdot 340}}{3,49^2 \cdot 1,6077} = 0,0148 \text{ mPa}^{\circ}\text{C}.$$

Mysal 5. Temperatura 340 K we basyş 14,71 MPa bolanda gazyň şepbeşikligini kesgitlemek.

$\mu_{\text{at}} = 0,0124 \text{ mPa}^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{ç}} = 4,67 \text{ MPa}$; $T_{\text{ç}} = 218,4 \text{ K}$. $P_{\text{get}} = 14,71/4,67 = 3,15$; $T_{\text{get}} = 340/218,4 = 1,56$; $\mu^* = 1,5$ berlenler üçin .

$$\mu = 1,5 \cdot 0,0124 = 0,0186 \text{ mPa}^{\circ}\text{C}.$$

1.13. Gazyň akymynda suwuklyk bolanda düýp basyşy kesgitlemek

Gaz guýularyň önümünde suwuklyk bolan ýagdaýynda düýp basyşyň hasaplama metodikasy gaz suwuklyk akymynyň gurnuşyna baglydyr. Onda-da käbir ýagdaýlarda bir guýuda düýpden agyza çenli bir wagtda birnäçe akymyň gurluşlary we olara degişlilikde geçiş zonalary bolýar.

Häzirki wagtda akym gurluşynyň aýratyn görnüşleri üçin suwuklugyň täsirini hasaba almak bilen gaz-suwly guýunyň düýp basyşy hasaplamasynyň metodikasy tapylanok. Bu meseläniň takyk çözüşiniň ähtimallyny ýok, sebäbi energiýa ballansynyň deňlemesiniň kyn meselesini görmekden başga-da gurluşyň näbelligini, sütün boýunça üýtmeýän fazalar bilen akym üçin gidrawliki garşylygyň koeffisiýenti, kondensirlenmegiň ýylylygyň hasabyna temperaturanyň üýtgemegi, aşa gysyjylyk koeffisiýenti we başgalar goşulýar.

Akymynyň gurluşynyň täsirini hasaba almak bilen we fazasyz geçişler gaz akymynda suwuklygyň bolan ýagdaýynda düýp basyşy kesgitlemek üçin has ýeňil hasaplama formulasy şu görnüşde bolýar:

$$p_g^2 = p_a^2 e^{2s_0} + 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_g Z_{or}^2 T_{or}^2 Q_{gar}^2 (e^{2s_0} - 1) / \rho D^5,$$

bu ýerde $S_0 = 0,03415 \rho \bar{\rho} L / Z_{or} T_{or}$; ρ – seredilýän turbanyň kesiminde gaz guýunyň sütüni boýunça gazly akymynyň bolmadyk, hakykysy bilen bagly bolan parametr. ρ ululyk indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$\rho = \varphi + (1 - \varphi) \rho_s / \rho_{gr}, \quad (1.13.2)$$

bu ýerde φ – mesele gözulende sütün boýunça hemişelik bolup kabul edilen akymyň hakyky gazlylygy. Guýuň sütüni boýunça basyşyň we temperaturanyň üýtgemegini hasaba almak bilen gazlylygy üýtgeýän ululyk diýip hasap etse bolýar. Emma gaz guýularynda görnükli gazlylygyň üýtgemegi sütün boýunça temperaturanyň we basyşyň üýtgemegiň hem-de uly gyzygynlykda uglewodorodlaryň köp mukdary bolanda bolup

geçýär. Emerlik takyklyk bilen tejribe hasaplamalar üçin hakyky gazlylyk φ harçlaýyş β bilen garşyryrlyýar, sebäbi derňelýän guýularda turbalaryň kesimi boýunça akymyň hakyky gazlylygy belli däl. Takmynan φ indiki deňlrmr bilen kesgitlenýär

$$\varphi \approx \beta = Q_{gr}/(Q_s + Q_{gr}), \quad (1.13.3)$$

bu ýerde Q_{gr} – işçi ýagdaýda gazyň harçlanylyşy, ýagny P we T bolanda. Gaz we gazkondensat guýularynda işçi ýagdaý diýip guýuň agzyndaky hem-de düýp basyş kesgitlenýän çüňlugyň arasyndaky ortaça parametrlara aýdylýar. Şonuň üçin Q_{gr} we ρ_{gr} kesgitlenende P_{or} we T_{or} ulanylýar. Q_{gr} aňlatma indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$Q_{gr} = Q_g P_{at} T_{or} Z_{or} / P_{or} T_{st} \quad (1.13.4)$$

bu ýerde $P_{or} = (P_a + P_d)/2$ we $T_{or} = (T_a + T_d)/2$ (P_a , T_a – gazyň agyzdaky temperaturasy we basyşy; P_d , T_d – düýp basyş we temperatura). Tejribede T_d ululyk çüňluk termometriň ölçegleri netijesinde belli bolýar. Eger-de bular ýaly ölçemeler edilmedik bolsa, onda T_d ululyk hökmünde gatlak temperaturasy kabul edilýär. P_d belli däl, şonuň üçin tapylmaly ululyk bolup durýar. Şonuň üçin (1.13.1) formula boýunça P_d kesgitlenende yzygider ýakynlaşdyrma usuly ulanylýar. Birinji ýakynlaşdyrmada Q_{gr} , ρ_{gr} , Z_{or} , S_o kesgitlemek üçin P_d ululygy P_a deň diýip alynýar hem-de düýp basyşyň $P_{d,or}$ we agzalan parametrlaryň takmynan bahalary tapylýar. Ondan soň ikinji ýakynlaşdyrmada $P_{d,or}$ takmynan bahasy boýunça Q_{gr} , ρ_{gr} , Z_{or} , S_o hasaplanylýar we olaryň tapylan ululyklary boýunça P_d tapylýar. Hasaplamalardan görşümüz ýaly ikinji ýakynlaşdyrmada örän ýakyn hakyky P_d netijelerini berýär. İşçi ýagdaýda gazyň dykzlylygyň bahasy ρ_{gr} şu formula boýunça kesgitlenýär

$$\rho_{gr} = \rho_g P_{or} T_{st} / P_{at} T_{or} Z_{or} \quad (1.13.5)$$

bu ýerde ρ_g – standart şertde gazyň dykzlylygy; T_{st} – standart temperaturasy ($T_{st} = 293$ K); P_{at} – atmosferaň basyşy; $P_{at} = 0,1013$ MPa; ρ_s – suwuklygyň dykzlylygy, kg/m³; Q_s – suwuk fazaň göwrümleýin harçlanşy, m³/s; Q_g – standart şertlerde

gazyň göwrümleýin harçlanylşy, m^3/s ; D – fontan turbanyň içki diametri, m ; Q_{gar} – gaz suwuklyk garyndynyň göwrümleýin harçlanylşy, m^3/s .

Guýuň sütüniniň şertinde gaz suwuk garyndynyň fazalaýyn ýagdaýyny hasaba almak bilen gaz-suwuk garyndynyň Q_{gar} göwrümleýin harçlanylşynyň ululygyny kesgitlemeli. Düýp basyşa Q_{gar} täsirini takyk kesgitlemegiň derejesi ilki bilen köňüň aşagyndaky ululygyň ikinji paýyna bagly.

$$\theta = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_g Z_{\text{or}}^2 T_{\text{or}}^2 Q_{\text{gar}}^2 (e^{2s_0} - 1) / \rho D^5 \quad (1.13.6)$$

Eger-de ululygyň paýy uly bolmasa, onda kesgitlenen Q_{gar} nätaklyklygy düýp basyşyň ululygynda görnükli täsir etmeýär. Q_{gar} kesgitlemeniň takyklygy garyndynyň düzümine, basyşa, temperatura we garyndynyň fazalaýyn, ýagdaýyna bagly. Eger-de garyndy gaz we suwdan ybarat bolsa, onda Q_{gar} kesgitlemeniň takyklygy kondensatdan we gaz garyndydan has pes bolar. Gazkondensat garyndynyň faza ýagdaýyna baglylykda Q_{gar} ululygy dürli takyklyk dereje bilen kesgitlenýär. Eger-de guýuň sütüninde we gatlakda kondensatyň minimal bölünip çykan şertinde gazlaryň harçlanylş jemi ýaly edip kesgitlenen gaz halyndaky kondensat we kondensatyň degazirlenme gazy Q_{gar} hakyky ululygyna maksimal ýakyn bolýar:

$$Q_{\text{gar}} = Q_g + Q_{\text{gd}} + Q_{\text{kg}}, \quad (1.13.7)$$

bu ýerde Q_g , Q_{gd} , Q_{kg} – gaz halyndaky kondensatyň, degazirlenen gazyň we saklanan gazlaryň göwrümleýin mukdary, hem-de formula boýunça kesgitlenýär

$$Q_{\text{kg}} = Q_k 24,05 T_{\text{gar}} / M_k T_n, \quad (1.13.8)$$

bu ýerde Q_k – kondensatyň massasy, kg/sut ; T_{st} , T_g – standart we normal temperaturasy; M_k – tablisanyň maglumatlardan ýada kondensatyň laboratoriya derňelmegiň netijesinde kesgitlenen kondensatyň molekulýar massasy. Q_{gar} ululyk takmynan şu formula boýunça kesgitläp bolýar

$$Q_{\text{gar}} = [G_g + G_s] / \rho_{\text{gar}}, \quad (1.13.9)$$

bu ýerde G_g , G_s – suwuklygyň we gazyň massalaýyn harçlanylşy, aşaky formulalar boýunça kesgitlenýär

$$G_g = Q_g \rho_g \text{ и } G_s = Q_s \rho_s, \quad (1.13.10)$$

ρ_g , ρ_s – $T = 293 \text{ K}$ we $P = 0,1 \text{ MPa}$ bolanda suwuklygyň we gazyň dykzlygy; ρ_{gar} – belli bolan düzüm boýunça kesgitlenen garyndynyň dykzlygy, we formula bilen tapylýar

$$\rho_{gar} = \sum_{i=1}^n x_i \rho_i \quad \text{ýa-da}$$

$$\rho_{gar} = \frac{Q_g \rho_g + Q_s \rho_s}{Q_g + Q_s} \quad (1.13.11)$$

bu ýerde ρ_i – i komponentiň dykzlygy; x_i – i komponentiň göwrümleýin paýy.

P_g takyk kesgitlemegine täsir edýän esasy parametrlyryň biri gaz-suwuk garyndy üçin turbalaryň gidrawliki garşylyk koeffisiýenti λ_{gar} bolup durýar. λ_{gar} koeffisiýenti takyk kesgitlenmesine köp faktorlar täsir edýär, we häzirki wagtda bular ýaly usul tapylanok. Şonuň üçin akymyň düzüminde suwuklygyň mukdary az bolanda P_g kesitlemek üçin λ_{gar} gerek gaz akym üçin λ ulanylýar. λ ululygy kesgitlenmegiň ýakynlaşdyran usullary 3.6 bölümde gaz we gazkondensat guýularynda getirilen..

Mesele. Indiki başlangyç maglumatlarda guýudaky düýp basyşy kesgitlemek: $L = 3150 \text{ m}$; $D = 0,076 \text{ m}$; $\bar{\rho} = 0,715$; $\rho_s = 720 \text{ kg/m}^3$; $T_{or} = 350 \text{ K}$; $P_a = 16,9 \text{ MPa}$; $Q_g = 185 \text{ m}^3/\text{sut}$; $\lambda_g = 0,025$; $Q_s = 136 \text{ m}^3/\text{sut}$. Birinji ýakynlaşdyrmada aralyk hasaplamalar bilen $P_{or} = 20,7 \text{ MPa}$ kesgitlendi. Berilen $P_{kr} = 4,7 \text{ MPa}$ we $T_{kr} = 200 \text{ K}$ üçin. Onda $P_{get} = 4,4$; $T_{get} = 1,75$; $Z_{or} = 0,87$

$$Q_{gr} = 0,1013 * 185 * 0,87 * 350 / 20,7 * 293 = 0,9409 \text{ m}^3/\text{sut},$$

$$\rho_g = 0,715 * \rho_{howa} = 0,715 * 1,205 = 0,862 \text{ kg/m}^3,$$

$$\beta = 0,9409 / (0,9409 + 0,136) = 0,8737,$$

$$\rho_{gr} = 0,8737 * 20,7 * 293 / 0,1013 * 350 * 0,87 = 171,8,$$

$$\rho = 0,8737 + (1 - 0,8737) \cdot \frac{720}{171,8} = 1,403,$$

$$G_g = 185 \cdot 0,862 = 159,39 \text{ t/sut},$$

$$G_s = 0,136 \cdot 720 = 97,92 \text{ t/sut},$$

$$Q_{\text{gar}} = (159,39 + 97,92) / 0,862 = 298,5 \text{ müň.m}^3/\text{sut},$$

$$s_o = 0,03415 \cdot 0,715 \cdot 1,403 \cdot 3150 / 0,87 \cdot 350 = 0,3544,$$

$$2s_o = 0,7088e^{2s_o} = 2,03155,$$

$$P_d = \sqrt{16,9^2 \cdot 2,03155 + 0,01413 \cdot 0,025 \cdot 350^2 \cdot 0,87^2 \cdot 298,5^2 (2,03155 - 1) \cdot 10^{-10} / 1,403 \cdot 25355 \cdot 10^{-10}} = 17,78 \text{ MPa}.$$

Şol bir maglumatlar bilen suwuklyk bolmadyk ýagdaýda arassa gaz guýuda düýp basyş aşakdaky ýaly bolar

$$P_d = [16,9^2 \cdot 1,6573 + 0,01413 \cdot 0,025 \cdot 350^2 \cdot 0,87^2 \cdot 185^2 (1,6573 - 1) \cdot 10^{-10} / 25355 \cdot 10^{-10}]^{0,5} = 17,41.$$

Hasaplamalar deňeşdirilende şol bir başlangyç maglumatlarda akymdaky suwuklyk hasaba alynmasa P_d 3,37 MPa kiçi bolýar.

Köp sanly laboratoriya we senagat maglumatlaryň esasynda suwuklygyň debiti 0–800 m³/sut; gaz faktory 5–900 m³/m³; suwuklygyň şepbeşikligi 1–2000 mPa*c; turbanyň diametri 0,035–0,076 we basyşy 0,7–16,5 MPa ýitmege aralykda garyndynyň λ_{gar} garşylyk koeffisiýentini nebit we gaz guýular üçin indiki formula boýunça kesgitläp bolýar

$$\lambda_{\text{gar}} = \frac{0,13Ku + 1}{1,13Ku + 1} \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho_{\text{gar}}} \cdot \frac{2\beta}{Fr_{\text{gar}}} + 0,11 \left[\frac{68}{Re_{\text{gar}}} + \frac{2l_k}{D} \right]^{0,25} \quad (1.13.12)$$

bu ýerde ρ - gazyň we suwuklygyň dykzlyklaryň tapawudy; β – harçlanyş gazlylyk.

Gaz faktor uly bolanda, ýagny gaz we gazkondensat guýularyň önümünde suwuklygyň görnükli mukdary bolanda λ_{gar} formula boýunça kesgitlenýär

$$\lambda_{\text{gar}} = \lambda_o \cdot \varphi = 0,067 \left[\frac{0,0831\mu_g D}{Q_g \bar{\rho} \cdot 10^{-2}} + \frac{10^{-4}}{D} \right]^{0,2} \times \left[1 + \frac{0,358 Z_{or} T_{or} Q_g \sqrt{1-\beta} (\rho_s - \rho_g)^{1/3} \cdot 10^{-5} e^{15[\beta - \rho_g / \rho_s - 1]}}{P_{or} D} \right]$$

bu ýerde ρ_s, ρ_g – iş ýagdaýda gazyň we suwuklygyň dykzlygy, kg/m^3 ; $\bar{\rho}$ – howa boýunça gazyň otnositel dykzlygy; D – fontan turbanyň diametri, m; P_{or} – guýuň sütüni boýunça ortaça basyş, MPa; T_{or} – sütünde garyndynyň ortaça temperaturasy, K; μ_g – P_{or} we T_{or} bolanda gazyň şepbeşiklik koeffisiýenti; $Z_{or}-P_{or}$ we T_{or} bolanda gazyň aşagyssylyk koeffisiýenti.

Iş ýagdaýda gazyň dykzlygy ρ_{gr} , ýzgny P_{or} we T_{or} bolanda formula boýunça kesgitlenýär

$$P_{gr} = \rho_{st} P_{or} T_{st} / P_{at} T_{or} Z_{or}, \quad (1.13.14)$$

bu ýerde ρ_{st} – standart şertde gazyň dykzlygy, ýagny $P_{at} = 0,1013 \text{ MPa}$, $T_{st} = 293 \text{ K}$;

Q_g – guýuň debiti, m^3/sut ; β – aşaky formula boýunça kesgitlenýän harçlanyş gazlylyk

$$\beta = Q_{gr} / (Q_s + Q_{gr}), \quad (1.13.15)$$

Q_{gr} – aşaky formula boýunça kesgitlenýän iş ýagdaýdaky gazyň debiti, m^3/sut .

$$Q_{gr} = Q_g P_{at} Z_{or} T_{or} / P_{or} T_{st}, \quad (1.13.16)$$

Hasaplamalarda ortaça basyş we temperatura $P_{or} = (P_d + P_g)/2$ we

$T_{or} = (T_a + T_g)/2$ ýaly alynýar. λ_{gar} ululylyk ulanylyp düýp basyş hasaplanylsa azyndan iki sany ýakynlaşdyрма ýerine ýetirmek zerur.

D-2 kâniniň mysalynda indiki başlangyç maglumatlarda guýuň turbalaryndaky gidrawliki garşylyk koeffisiýenti kesgitlemeli:

$$\rho_s = 720 \text{ kg/m}^3; \rho_g = 652 \text{ kg/m}^3; \bar{\rho} = 0,5915; Q_g = 295$$

$$\text{m}^3/\text{sut}; q_s = 198,1 \text{ m}^3/\text{sut}; \beta = 0,885; P_{or} = 16,88 \text{ MPa}; T_{or} = 323 \text{ K}; Z_{or} = 0,800; \mu_g = 0,011 \text{ mPa}\cdot\text{s}; D = 0,089.$$

$$\lambda_o = 0,067 [0,0831 * 0,011 * 0,076 / 185 * 0,715 * 10^{-2} - 1 * 10^{-4} / 0,076]^{0,2} = 0,0179,$$

$$\varphi = 1 + [0,358 * 185 * 323 * 0,8 \sqrt{1 - 0,885} * (720 - 152)^{1/3} * e^{15(0,885 - 152/720 - 1)}] * 10^{-21,88 * 0,076}$$

$$= 1,136;$$

$$\lambda_{gar} = \lambda_o \varphi = 0,0179 * 1,036 = 0,0195.$$

Şu hödürlenýän formula uniwersaldäldigi üçin bu formula boýunça alynýan gar. bahasyny her käniň senagat maglumatlary bilen deňeşdirip, gerek bolsada ol ululyga üýtgemeleri girizmeli. D-2 kâniniň guýularynda garyndy ululygy kesgitlemek üçin geçirilen derňewleriň netijeleri D-2 kâniň käbir guýulary üçin garyndynyň ululygy 0,014 deň, D-2 kâniň guýulary üçin garyndynyň 0,008 deňdigini görkezýär.

1.14. Barometriki formula boýunça düýp basyşy kesgitlemek

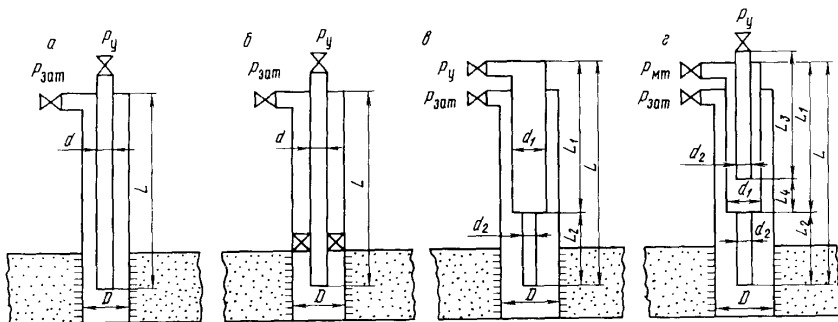
Düýp basyşy kesgitlemegiň usuly saýlanyp alnanda maglumat çeşmeleriniň barlygyna esaslanmalydyr. Düýp basyşy kesgitlemek üçin maglumat çeşmesi bolup skwazinanyň ustýesine edilýän basyş hyzmat edýär. Maglumat çeşmeleriniň mukdary guýylaryň konstruksiýasyna baglydyr. Gazly we gazkondensatly guýylarda iň köp gabat gelýän konstruksiýalar sur.49 – da görkezilendir. Sur.49 böleginde görkezilen guýynyň konstruksiýasy iň seýrek duş gelýändir. Bular ýaly konstruksiýada eger – de guýa çüwdürim turbalary boýunça işleýän bolsa, onda (3.3) formulany ulanyp turbaara giňişlikdäki ustýanyň basyşyna görä düýp basyşy kesgitleýärler. Düýp basyş üçin barometriki formula şu görnüşe eýedir:

$$P_d = P_{\text{dat}} e^S \quad (1.14.1)$$

bu ýerde $S=0,03415 \bar{\rho} L / Z_{\text{ort}} T_{\text{ort}}$ (1.14.1) formula bilen tapawutlylykda formula bilen kesgitlenilýän T_{ort} - nyň ýerine şu formuladan peýdalanylýar:

$$T_{\text{ort}} = \frac{T_u + T_L}{2} \quad \text{ýa} - \text{da} \quad T_{\text{ort}} = \frac{T_L + T_u}{\ln T_L / T_u} \quad (1.14.2)$$

Bu ýerde T_u – guýynyň ustýesinde gazyň temperaturasy.



Guýylaryň konstruksiýalarynyň shemalary. a – w – birsetirli lift: a – pakersiz,

b–turbaara giňişligi pakerlenen, w – ikibasgançakly, g – iki setiri iki basgançakly lift.

T_u alamat termometr bilen ölçenen bolmalydyr. Düýp basyşyň we (22.3) formulanyň içine girýän parametrleriň hasaplanyş tertibi gatlak basyşy kesgitlemek üçin ulanylýan yzygiderlilige meňzeşdir. Birinji ýakynlaşmada Z_{ori} aşagsylyjylyk koeffisientiniň orientirlenme bahasyny belli bolan P_{zat} we T_{ort} boýunça tapýarlar. Z_{ori} belli bolansoň, S_{ori} hasaplanylýar we soňra $P_{z,ori}$ tapylýar. Soňra guýynyň nilindäki orta basyş şu formuladan tapylýar.

$$P_{ort} = \frac{P_{d,ori} + P_{zat}}{2} \quad (1.14.3)$$

Getirlen basyşy kesgitleýärler $P_{get}=P_{ort}/P_{kr}$ we getirilen temperatura $T_{get}=T_{ort}/T_{kr}$, hem – de P_{get} we T_{get} belli bolansoň $z = f(P_{get}, T_{get})$ grafik boýunça Z_{ort} tapylýar. Z_{ort} , T_{ort} , L , $\bar{\rho}$ we P_{zat} mälim bolandan soňra P_d ululygy kesgitleýärler. Şeýlelikde , gaz guýynyň düýp basyşyny kesgitlemek üçin giňişlikleriň birinde (turbaara, turba we sütünara) gazyň hereketlendirilmegi ýeterlikdir. Eger – de guýa basyşyň dikelme egrisini kesgitlemek üçin saklanylan bolsa, onda wagtda görä düýp basyşy kesgitlemek üçin turba $P_u(t)$ we turbaara $P_{zat}(t)$ giňişliklere üstýaniň edýän basyşy kesgitlenip bilner. Eger – de

guýa gazkondensatly bolsa, onda düýp basyşy kesgitlemek üçin barometriki formulany ulanmaklyk hereket edýän niliň parametrleri boýunça kesgitlenenden amatlydyr.

Çüwdürim turbalarynyň ustýesindeki basyş boýunça düýp basyşy kesgitlemek

Isleýän gazly we gazkondensatly guýylardaky hereket etmeýän gazyň sütüni elmydama öz ýerini saklamaýar, onuň iki sebäbi bar.

1. Gazly we gazkondensatly guýylaryň esasy massasy häzirkî döwürde çüwdürim armaturasynyň awariýa ýagdaýynda aýyk çüwdürilmeginiň howplulygyny peseltmek maksady bilen paker bilen enjamlaşdyrylýar. Gazyň düzüminde korroziýa – aktiw komponentleriň bolan halatynda hem oturtma sütünleriniň zeper ýetmezligi we gazyň çykmagynyň önüni almaklyk üçin hem turbaara giňişlik pakerlenilýär.

2. Gazyň we gazkondensatly kánlaryň uly çuňluklarynda ýokary öndürijilikli guýylarda köplenç turbaara giňişlik gazyň hereketi üçin işçi giňişlik hökmünde hem ulanylýar. Bu ýagdaýda gaz akymy iki topara bölünýär, hem – de akymyň bir bölegi ustýa tarap turbaara giňişlik boýunça hereket edýär. Degişlilikde, Hazar deňzindäki gazkondensatly kánleriniň çuň guýylarynyň köpüsi ýokardaky shema boýunça ulanylýar. Şonuň üçin hem gazyň hereket edýän sütüni boýunça düýp basyşy kesgitlemek üçin çüwdürim turbalarynyň konstruksiýalaryny, akymda suwuklugyň bolmagyny, nil boýunça gazyň temperaturasynyň ýeterlikli derejede üýtgemegini we ş.m. hasaba alýan dürli usullar hödürlenýär. Gazyň we gazsuwuklyk garyndysynyň hereketinde üç sany aýratynlyk bardyr.

Bularyň birinjisi turbalarda gazyň hereketiniň politropiki prosesiniň şertlerinde bolup geçýänligindedir. Özi hem politropa görkezijisi üýtgeýän ululyk bolup durýar, sebäbi hereket

ýylylygynyň çalyşmagy bilen bolup geçýär. Sürtülme, buggarma we gaz akymynda bar bolan suwuk komponentleriň kondensasiýasy, çüwdürim turbalarynyň diwarlary boýunça ýylylyk alyş – çalşygy, gazyň drossirlenmesi bilen ýylylyk çalşygy şertlendirilendir. Umuman gaz akymynyň temperaturasyna, guýynyň öndürijiligine, köpýýlyk doňaklyklaryň bolmagyna, guýynyň konstruksiýasyna we başgalara bagly bolup durýar. Düzgün bolşy ýaly, adaty hasaplama formulalaryny almak üçin $T=T_{\text{ort}}=\text{const}$ diýlip kabul edilýär.

Ilkinji aýratynlyk bolsa, turbalardak gazyň hereketiniň turbalaryň garşylygynyň üýtgeýän koeffisientinde λ bolup geçýändigine esaslanýar.

Sebäbi λ koeffisienti Reýnoldsyň sany bolsa öz gezeginde gazyň hereket ugry boýunça gazyň hereket ugry boýunça gazyň orta tizligine we şepbeşikligine baglydyr. Eger – de turbanyň uzynlygy boýunça gazyň tizliginiň we gazyň şepbeşikliginiň üýtgemegini basyşyň we temperaturanyň üýtgemegi baglanyşdyrsak, onda hasaplaýyş formulamyz has hem çylşyrymlaşýar. Şonuň üçin hem ýönekeý hasaplaýyş formulalaryny almak üçin λ garşylyk koeffisientini turbalaryň бүдүр – сүдүрлiligi hemişelik, hemişelik kese – kesikli turbalar üçin $p\nu$

hemişelik, gazyň şepbeşikligi bolsa üýtgameýän diýlip kabul edilýär, şonuň üçin hem Re bahasy hemişelik diýip kabul edilip bilner.

Üçünji aýratynlyk bolsa turbalaryň uzynlygy boýunça aşagysyýlyk koeffisienti Z belli bir derejede üýtgeýändigine esaslanýar. Emma düýp basyşy hasaplamagy ýeňilleşdirmek üçin, hem – de üýtgeýän Z – i Z_{ort} çalşyrylmagy wertikal guýynyň P_d – niň kesgitlemeginiň takyklygyna iş ýüzünde täsir etmeýär, bu şertde bolanda $T = T_{\text{ort}} = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$, $Z = Z_{\text{ort}}$ 0 – dan tä L -e çenli interwalda. Gaz guýyda çüwdürim turbalary boýunça işleýän düýp aşakdaky formula boýunça kesgitleýärler:

$$P_d = \left[P_y^2 \ell^{2s} + \theta Q^2 \right]^{1/2} \quad (1.14.4)$$

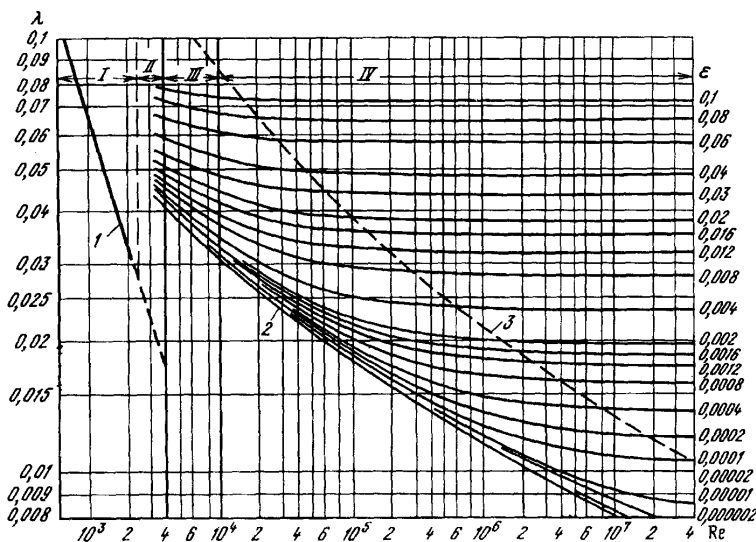
bu

ýerde

$$2s = 0,0683 \bar{\rho} L / Z_{ort} T_{ort};$$

$\theta = 0,01413 \cdot 10^{-10} Z_{ort}^2 T_{ort}^2 (e^{2s} - 1) \lambda / D^5$; D – çüwdürim turbalaryň içki diametri, m; Q – guýynyň debiti, mün.m³/sut; P_u – çüwdürim turbalarynyň usýesindeki basyş, MPa.

Işleýän gaz guýysynyň düýp basyşyny hasaplamak üçin formulalar (1.14.1) formula bilen meňzeşdirler, bu formulalar köp barlaglaryň netijesinde dürli ýönekeýleşdiriji şertler bilen alnandyrlar. Ýöne welin hemişelik diametrli we bűdür – sűdűrlilikli wertikal turbalar boýunça hereket edýän arassa gaz üçin alnan (1.14.1) formula has göwnejaý bolýar.



Turbalaryň gidrawliki koeffisientiniň λ Reýnoldsyň sanyna görä Re dürli hili otnositel bűdür – sűdűrlilikli turbalar üçin baglylygy E : I – IV – oblastlar: I – laminar akym, II – kritiki akym, III – turbulent geçiş akym, IV – turbulent

awtomodellik akymy (λ Re üçin bagly däl); 1 – laminar düzgün; 2 – turbadaky turbulent akym; 3 – λ – nyň Re bilen bagly bolmaýan zonasynyň araçägi.

λ – nyň bahasyny P_d hasaplanylanda 50 – nji suratda görkezilen grafik boýunça tapylýar, ýa – da akymyň düzgünine, hereketiň diametrine we giňişligine we başga faktorlara esaslanyp, 2.5 bapda görkezilen degişli formulalar boýunça hasaplap çykarýarlar.

Düýp basyşy kesgitlemek üçin (1.14.1) formula girýän turbanyň gidrawliki garşylyk koeffisiýenti λ , gazyň akym režimine, akym düzüminden, turbanyň taýýarlanma hilinden we ululygyndan, turba boýunça termobarik şertlere, gazyň düzüminden we ş.m. baglydyr. Ulanma prosesinde ýokardaky parametrleriň we guýynyň konstruksiýasynyň üýtgemesi λ -ň üýtgemesine getirýär. Ýöne düýp basyşy we nil boýunça basyşyň paýlanmasyny hasaplamada λ ululygy üçin λ bilen beýleki parametrleriň ýakynlaşma baglanşygyny tapmaly bolýar. Gaz guýularynda λ kesgitlemek üçin formula

$$\lambda = \frac{1}{m^2 \left\{ \lg \left[\left(\frac{6,81}{Re} \right)^{1,8/m} + \left(\frac{7,41}{\varepsilon} \right)^{2/m} \right] \right\}} \quad (1.14.5)$$

bu ýerde m – бүдүр-сүдүрлігің дүрлілігinden we akymyň çäklenme häsiýetine bagly бүдүр-сүдүрлігің дүрлік parametri.

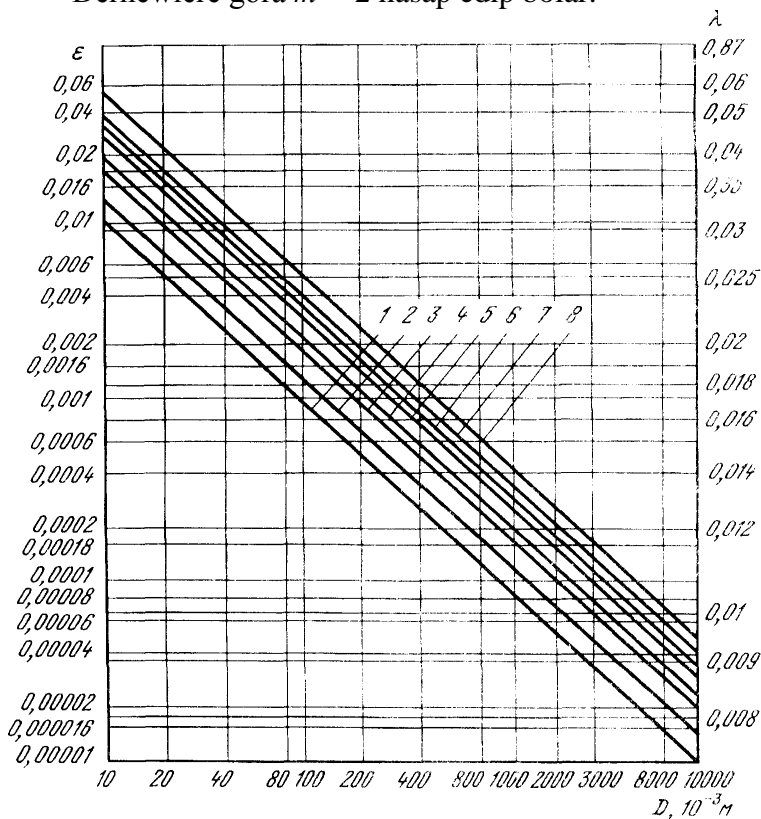
Akymyň çäklilik häsiýeti β aşaky formula boýunça bahalandyrylýar

$$\beta = v l_k v, \quad (1.14.6)$$

bu ýerde v – akym tizligi; l_k – absolýut бүдүр-сүдүрлік; v – kinematik şepbeşiklik; m β -den bagly däl. Çäklenme häsiýeti diýlip bu ýerde turbulent awtomodelligiň, λ -ň Re-den bagly bölege geçme kanunyna düşinilýär. Bu baglylyk oňnositel бүдүр-сүдүрлік ε üçin

$$\varepsilon = 2 l_k / D \quad (1.14.7)$$

D – gaz hereket edýän turbanyň içki diametri.
 Derňewlere görä $m = 2$ hasap edip bolar.



Turbulent awtomodellik zonasynda λ -nyň ε -den baglylygy: 1,2 – $(0,05; 0,07) \cdot 10^{-3}$ m бүдүр-сүдүрлү täze polat turba; 3-6- $(0,10; 0,12; 0,15$ we $0,18) \cdot 10^{-3}$ m бүдүр-сүдүрлү, öň ulanylan polat turba; 7,8- $(0,20$ we $0,25) \cdot 10^{-3}$ m бүдүр-сүдүрлү гоýун turbalar.

Her akym režim üçin λ , degişli ýakynlaşma formula bilen kesgitlenilýär. Hususanda akymyň laminar režimi üçin λ , turbanyň бүдүр-сүдүrliginden bagly däl we aşaky formula arkaly tapylýar

$$\lambda = 64/\text{Re}. \quad (1.14.8)$$

Gaz guýularynda esasan akymyň turbulent režimi bolýar we bu ýagdaýda λ üçin

$$\lambda = \frac{1}{\left[2 \ln \left(\frac{5,63}{\text{Re}^{0,9}} - \frac{7,41}{\varepsilon} \right) \right]^2}. \quad (1.14.9)$$

Re, Reýnoldsyň sany (1.14.5)-(1.14.9) formulalarda aşakdaky ýaly kesgitlenýär

$$\text{Re} = KQ \bar{\rho} / D\mu. \quad (1.14.10)$$

bu ýerde K – ululyk koeffisiýent, $\text{kg} \cdot \text{c}^2/\text{m}^4$; Q – gaz harjy, m^3/sut ; D – turbanyň içki diametri, 10^{-2} m; μ – dinamiki şepbeşiklik, $\text{mPa} \cdot \text{c}$.

Eger $T=293$ K we $P=0,1013$ MPa bolanda $K=1777$, eger $T=273$ K, $P=0,1013$ MPa bolanda $K=1910$.

Gazyň uly harjynda turbulent awtomodeline ýüze çykýar we bu ýerde etrapda λ ululyk Re-den bagly däl. Şol sebäpden bu bölekde λ aşakdaky ýaly kesgitlenilýär

$$\lambda = \frac{7,41}{\text{Re}} \quad (1.14.11)$$

(27.3)-e girýän l_k $0,0015 \cdot 10^{-3}$ - $1,0 \cdot 10^{-3}$ mm arasynda. Kä halatlarda senagat şertlerde $l_k = (0,07-0,20) \cdot 10^{-3}$ m düşgelyär.

Tablisa 1.28

Gaz senagatynda ulanylýan dürli turbalaryň бүдүр-сүдүрлігі

Turbanyň materialy we ulanma şerti	$l_k, 10^{-3}$ m
Täze polat turbalar	0,04-0,10
Gazgeçiriji hökmünde birnäçe ýyl ulanylan az hem posly ýa-da galyndyly polat turba	0,06-0,20
Birnäçe ýyl ulanylandan soň, korrodirlir ýa-da ýokary galyndyly, polat	0,05-0,50

Polat, köp wagtlap ulanylan, ýokary korrodirlı we hapalanan	0,50-1,00
Gaz guýularynda birnäçe ýyl ulanylan 0,0635 diametrli lift turbalary	0,04-0,20
Lift turbasyz gaz guýusynda uzak wagtlap ulanylan 0,127 diametrli oturtma turba (polat)	0,06-0,22

Tablisa 1.29

$Q \geq Q_{\min}$ –de λ koeffisiýentiň bahasy

Turbanyň içki diametri D, 10^{-3} m	Otnositel bűdür-sűdürlik ε	Q_{\min} , műň.m ³ /sut	λ
1	2	3	4
0,0254	0,0080	3,7	0,028
0,0403	0,0075	6,5	0,027
0,050Я	0,0060	15,0	0,026
0,0635	0,0048	28,0	0,025
0,0762	0,0040	37,5	0,024
0,1016	0,0030	70,0	0,023
0,1270	0,0024	100,0	0,022
0,1524	0,0020	150,0	0,021
0,2032	0,0014	260,0	0,020

1.29-njy tablisada l_k -ň üýtgemegine görä λ -nyň bahalary görkezilen.

$l_k = (0,07-0,20) \cdot 10^{-3}$ m we $D = (50,8-254) \cdot 10^{-3}$ m üçin λ ululyk

$$\lambda = 0,111 l_k^{0,25} / D^{0,25} = 0,0933 \varepsilon^{0,25}, \quad (1.14.12)$$

$D = (254,0-762) \cdot 10^{-3}$ m üçin

$$\lambda = 0,0822 l_k^{0,21} / D^{0,21} = 0,0761 \varepsilon^{0,21} \quad (1.14.13)$$

Eger guýynyň debiti Q_{\min} –den kiçi bolsa, onda λ

$$0 \lambda = 0,029 [D / \bar{\rho} Q]^{0,13} \quad (1.14.14)$$

bu ýerde $\bar{\rho}$ - gazyň otnositel dykzylygy; Q – standart şertde guýy debiti, m³/sut.

Gaz halkara giňişlikde hereket edende ýerli garşylyklary hasaba alyp, λ şu formula boýunça hasaplamak bolar

$$\lambda = \lambda_0 \frac{D_{ek} + d_n}{[D_{ek} - d_n]^{0,5}} + \left[\frac{D_m^2 - d_n^2}{D_{ek}^2 - D_m^2} + 0,05 \right] \frac{[D_{ek}^2 - d_n^2]^{0,5}}{l} \quad 1.14.15)$$

bu ýerde λ_0 - D_{ek} ekwiwalent diametrli turbanyň garşylyk koeffisiýenti. Daşary ýurt we öz ýurdymyzyň turbalarynyň D_{ef} , d_n , D_m , D -leri 1.29-nji we 1.30-nji tablisalarda berlen.

D_{ef} formula boýunça tapylýar

$$D_{ef} = [D_{ek}^2 - d_n^2]^{0,5}; \quad (1.14.16)$$

Eger gaz turbadan we halkara giňişlikden hereket etse

$$D_{ef} = [D_{ek}^2 - d_n^2 + D_m^2]^{0,5}; \quad (1.14.17)$$

bu ýerde D_{ek} - ulanma sütün diametri; D_m - muftanyň daşky diametri; d_n – fontan turbanyň daşky diametri; l – bir turbanyň uzynlygy; 0,05 – mufta ýerleşen ýerlerinde, mufta aralarynda ulanma sütünde gaz akymy gysylanda basyş ýitgisi.

Eger guýynyň debiti Q Q_{\min} –den ýokary bolsa, onda λ_0 34-nji tablisadan, eger $Q \leq Q_{\min}$ bolsa, onda λ_0 aşakdaky formuladan taparys

$$\lambda_0 = 0,029 \left(\frac{D_{ef}}{\bar{\rho} Q} \right)^{0,13} \left[\sqrt{\frac{D_{ek} + d_d}{D_{ek} - d_d}} \right]^{0,13} \quad (1.14.18)$$

Guýy toparlaryny UPPG-lar bilen baglaýan uly diametrli turba0kollektorlar üçin şeýle hem gazgeçirijiler üçin gidrawliki garşylyk koeffisiýenti:

$$\lambda = 0,067 \left[\frac{158}{Re} + \frac{2l_k}{D} \right]^{0,2} \quad (1.14.19)$$

bu ýerde Re - Reýnoldsyň sany, aşaky formula bilen kesgitlenýär

$$Re = 4Q\rho_h\bar{\rho} / \pi D\eta = 17,75 \cdot 10^6 Q\bar{\rho} / \eta D, \quad (1.14.20)$$

Q – gazyň göwrüm harjy, mln.m³/sut; ρ_h – standart şertde howanyň dyklyzlygy, $\rho_h = 1,206$ kg/m³; $\bar{\rho}$ - gazyň otnositel dyklyzlygy; η - gazyň dinamiki şepbeşikligi, H*c/m; D – turbanyň diametri, m.

Akymyň laminar režiminde uly diametrli turbalarda $158/Re$ ($2l_k/D$)-den ulydyr. Şol sebäpden bu ýagdaýlarda λ –ny $2l_k/D$ hasaba almadan aşaky formuladan kesgitläris

$$\lambda = \frac{0,1844}{Re^{0,2}} \quad (1.14.21)$$

Mysal. $700 \cdot 10^{-3}$ m diametrli turbada $Q = 8,0 \cdot 10^6$ m³/sut harçda, $\mu = 0,0123$ mPa*c, $\bar{\rho} = 0,622$, $l_k = 0,03 \cdot 10^{-3}$ bolanda Re we λ kesgitlemeli:

$$Re = \frac{4 \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 1,206 \cdot 0,622}{24 \cdot 3600 \cdot 3,14 \cdot 0,7 \cdot 12,3 \cdot 10^6} = 10,27 \cdot 10^6.$$

$$\lambda = 0,067 \left[\frac{158}{10,27 \cdot 10^6} + \frac{2,0 \cdot 0,03 \cdot 10^{-3}}{700 \cdot 10^{-3}} \right]^{0,2} = 0,0106.$$

Tablisa 1.30

Daşary ýurt fontan we oturtma turbalaryň esasy ululyklary
 $Q > Q_{\min}$ –de λ_0 koeffisiýent bahasy

$D_{ek,M}$	d_d, m	$Q_{\min},$ müň.m ³ /	λ_0	$D_{ek,M}$	d_d, m	$Q_{\min},$ müň.m ³ /	λ_0
0,0635	0,025 4	16	0,029	0,1016	0,0508	40	0,027
0,0762	0,025 4	30	0,027	0,1270	0,0508	84	0,026
0,1016	0,025 4	60	0,025	0,1524	0,0508	147	0,024

0,1217	0,025	110	0,024	0,1016	0.0635	26	0.029
0,1524	0,025	135	0,024	0,1270	0.0635	70	0,026
0,0762	0,038	19	0,029	0,1524	0.0635	112	0.024
0,1016	0,038	45	0,027	0,1270	0.0762	43	0,028
0,1270	0,038	87	0,025	0.1524	0.0762	96	0,026
0,1524	0,038	140	0,024	0,1524	0.1016	53	0,028

Garşylygyň dörtburçlylyk kanunynda $158/Re \leq 2l_k/D$ bolanda (1.14.19) formulany aşakdaky ýaly ulanyp bolar

$$\lambda = 0,067(2l_k/D)^{0,2} \quad (1.14.22)$$

Täze turbalar üçin l_k ululygy $l_k = 0,03$ alyp, λ şu formula bilen

$$\lambda = 0,067(0,06 * 10^{-3})^{0,2}/D^{0,2} \quad (44.3)$$

λ -ny dogry takyk kesgitlemek harjy, turba diametri, basyşy we temperaturany takyk kesgitlemekden şeýle hem $Z(P,T)$ -ň üýtgemesinden baglydyr. Hakyky maglumatlara getirilen bahalar $\lambda \pm 5\%$ takyklykda kesgitlenýänini görkezýär.

m turbulent awtomodelligiň zonasynyň çäginin başlanýan ýeri akymyň çäk häsiýeti bilen

$$v_{lk}/v = \varepsilon Re \sqrt{\lambda} / 5,657 \quad (1.14.23)$$

hem бүдүр-сүдүрлигиň дүрлiligi bilen şertlenýär. Deň derejede tekiz бүдүр-сүдүрli turbalar üçin turbulent awtomodellik çägi

$$\varepsilon Re \sqrt{\lambda} = 382,4. \quad (1.14.24)$$

Bu zonada (1.14.11) amatly bolar. Şol sebäpli Re_{get} :

$$Re_{per} = \frac{6,654 - 764,8 \lg \varepsilon}{\varepsilon} \quad (1.14.25)$$

/24/ iş boýunça dürli ε üçin Re_{per}

Re	$\varepsilon = 0,1$	$\varepsilon = 0,05$	$\varepsilon = 0,01$	$\varepsilon = 0,005$	$\varepsilon = 0,0001$
(1.14.28) formula boýunça	$1,50 \cdot 10^4$	$3,47 \cdot 10^4$	$2,30 \cdot 10^5$	$5,07 \cdot 10^5$	$3,90 \cdot 10^7$
(1.14.29) formula boýunça	$1,67 \cdot 10^4$	$3,63 \cdot 10^4$	$2,25 \cdot 10^5$	$4,85 \cdot 10^5$	$3,95 \cdot 10^7$

Tejribeler netijesinde turbulent awtomodelligiň çägi aşakdaky baglylyk bilen aňladylar

$$\varepsilon Re / \sqrt{\lambda} = 400,$$

Reýnoldsyň sany geçiş çäkde (1.14.25) ýaly

$$Re_{per} = \frac{696 - 800 \lg \varepsilon}{\varepsilon} \quad (1.14.27)$$

(1.14.21)-(1.14.27) formulalary hasaba alyp turbulent awtomodelligiň režimi Reýnoldsyň sanyna häsiýetlenýär diýip bolar

$$Re = \frac{696 - 800 \lg \varepsilon}{\varepsilon} \quad (1.14.28)$$

$0,00001 \leq \varepsilon \leq 0,1$ aralykda ε bahasyny ulanyp Re_{per} hasaplamak üçin ýakynlaşdyrma formulasyny alyp bolar

$$Re_{per} = 1250 / \varepsilon^{1,125}. \quad (1.14.29)$$

Re_{per} kesgitlemek üçin dürli ýakynlaşdyrma formulalar hödürlenilendir. (1.14.28) we (1.14.29) formulalar boýunça dürli büdür-südürlik üçin kesgitlenilen Re_{per} bahalary 34-nji tablisada getirilendir.

Gaz guýularynda λ kesgitlemegiň ýokardaky usullarynyň analiziniň görkezmegine görä ol diňe “arassa” gaz hereketi üçin λ takyk bahasyny berýär.

Ýöne gaz guýularynyň önümlerinde hemişe suwuk we gaty jisimler gabat gelýär. λ ululyga gaty jisimleriň täsiri doly öwrenilmedik we şol sebäpden onuň bilen baglansykly maslahat bermek mümkin däl. Akymda gaty jisimleriň bolmagy turbanyň içki tekizliginde eroziýa getirýär we bütürsüdürligi wagt boýunça üýtgedýär. Eroziýa prosesi has intensiwleşýär eger-de gazyň düzüminde turşy komponentler bar bolsa, olar gaz düzüminde çyglylyk bolanda fontan turbalarynyň korroziýasyna getirýär. Şol sebäpden gowşak kollektorly we önümde turşy komponentli gazkondensat guýularynda λ ululygy wagtal-wagtal çuňluk manometr we termometr ýa-da çuňluk kompleksleri bilen kesgitlemek amatlydyr.

Gaz akymynda suwuk komponentiň bolmagy gazyň çyglylygy we gazkondensat garym we uglewodorodyň agyr komponentleriniň düzümi bilen baglydyr, olar guýynyň gatlak – üst sistemasynda basyş we temperaturanyň düşmegi bilen suwuk hala geçýärler. Akymda suwuklygyň bolmagy şeýle hem guýynyň suwa basylmagyndan we akyma gidrat emele gelme we korroziýa ingibitor berilmeginden bolup bilýär. Rossiýanyň gaz we gazkondensat kánlerinde gaz guýulary gaz bilen 10, käbir ýagdaýlarda 100 m³ suw we kondensat gije-gündizde berýär. Gazyň düzüminde suwuklygyň X koeffisiýentine göräligi aşaky netijä getirip biler:

- gaz düzüminde az mukdarda suwuklyk bolanda ol turbanyň bütür-südü tekizligini ýaglama efektini berýär we A koeffisiýent ululygy peselýär;

- turbanyň geçiş kesigini eýeläp ondan gaz fazanyň geçişini kemeldýär we guýy nilinde basyş ýitgisini ulaldýar.

λ_{sm} koeffisiýent ululygy garym üçin gazsuwuklyk akym modelinden, suwuklyk we gaz faza mukdaryndan, akym strukturasyndan, nazalaryň hereket ugryndan we ş.m. bagly. Hakyky guýularda gazlylyga, akym tizligine, turba konstruksiyasyna we ş.m. seredip guýy nilindäki akym strukturasyny kesgitläp bolar. λ_{sm} täsir edýän faktorlaryň

köplüğinden her obýektde özüne mahsus λ_{sm} we esasy kriteriýalaryň empiriki baglansygyny gurmak gerekligi ýüze çykýar. λ_{sm} kesgitlemegiň takyk we uniwersal analitik baglansygynyň ýoklygy sebäpli derňeýänleriň esasy meselesi her bir kände λ_{sm} bilen beýleki akymyň parametrleriniň amatly emperiki baglansygyny almak we promysel maglumatlaryny umumylaşdyrmak üçin kesgitleýji kriteriýalary ýa-da olaryň kombinasiýasyny ýüze çykarmak bolup durýar. Adatça λ kesgitlenilende hasaplama formula almak üçin aşakdaky kriterial deňlemeler ulanylýar:

$$\text{Eýleriň} \quad Eu = \Delta P / \rho_{sm} v_{sm}^2,$$

$$\text{Frudýň} \quad Fr = v_{sm} / gD,$$

$$\text{Reýnoldsyň} \quad Re = v_{sm} \cdot D \rho_s / \mu_s,$$

$$\text{Weberiň} \quad We = \sigma / D v_{sm}^2 (\rho_s - \rho_g),$$

$$\text{Kutateladze} \quad Ku = [\rho_s / \Delta P \cdot Fr / We]^{0,5},$$

bu ýerde ΔP – basyş tapawudy; ρ_{sm} – garym dykzlygy; v_{sm} – garym tizligi; D – turba diametri; μ_s – suwuklygyň şepbeşiklik koeffisiýenti; ρ_s – suwuklyk dykzlygy; σ – üst dartyş; g – erkin gaçma tizlenmesi; ρ_g – gaz dykzlygy.

Yzygiderli laborator we promysel maglumatlary esasynda 0-800 m³/sut debitli; gaz faktory 5-900 m³/m³; suwuklyk şepbeşikligi 1-2000 mPa*c; turbanyň diametri 0,035-0,076 m we basyşy 0,7-16,5 MPa diapazonlarda üýtgeýän parametrlerde garymyň garşylyk koeffisiýenti λ_{sm} gaznebit guýysy üçin

$$\lambda_{sm} = \frac{0,13Ku + 1}{1,13Ku + 1} \cdot \frac{\Delta \rho}{\rho_{sm}} \cdot \frac{2\beta}{Fr_{sm}} + 0,11 \left[\frac{68}{Re_{sm}} + \frac{2l_k}{D} \right]^{0,25}$$

bu ýerde $\Delta \rho$ – gaz we suwuklyk dykzlyklarynyň tapawudy; β – harçlanýan gaza saklaýjylyk.

Ýokary gaz faktorda λ_{sm} üçin

$$\lambda_{sm} = \lambda_0 \cdot \phi = 0,067 \left[\frac{0,0831 \mu_g D}{Q_g \bar{\rho} \cdot 10^{-2}} + \frac{10^{-4}}{D} \right]^{0,2} x \left[1 + \frac{0,358 Z_{ort} T_{ort} Q_g \sqrt{1 - \beta} (\rho_s - \rho_g)^{1/3} \cdot 10^{-5} e^{1,9(\beta - \rho_g / \rho_s - 1)}}{P_{ort} D} \right]$$

bu ýerde ρ_s , ρ_g – işçi şertde gaz we suwuklyk dykzlygy, kg/m³; $\bar{\rho}$ – howa görä gaz dykzlygy; D – fontan turbanyň diametri,

m; P_{ort} – guýy nili boýunça orta basyş, MPa; T_{ort} – nilde garymyň orta temperaturasy, K; μ_g – T_{ort} we P_{ort} –da gazyň şepbeşiklik; Z_{ort} – P_{ort} we T_{ort} –da gazyň aşagylyjylyk koeffisiýenti.

Işçi şertde ρ_{gr} gazyň dykzlygy, ýagny P_{ort} we T_{ort} –da

$$\rho_{\text{gr}} = \rho_{\text{st}} P_{\text{ort}} T_{\text{st}} / P_{\text{at}} T_{\text{ort}} Z_{\text{ort}}$$

bu ýerde ρ_{st} – standart şertde, ýagny $P_{\text{at}} = 0,1013$ MPa, $T_{\text{st}} = 293$ K; Q_g – guýy debiti, mün.m³/sut; β – aşakdaky formula bilen kesgitlenilýän harç gazlylyk

$$\beta = Q_{\text{gr}} / (Q_s + Q_{\text{gr}})$$

Q_{gr} – işçi şertde gaz debiti, mün.m³/sut

$$Q_{\text{gr}} = Q_g P_{\text{at}} Z_{\text{ort}} T_{\text{ort}} / P_{\text{ort}} T_{\text{st}}$$

Otaça basyş we temperatura hasaplamalarda $P_{\text{ort}} = (P_u + P_d)/2$ we $T_{\text{ort}} = (T_u + T_d)/2$. görnüşde alynýar.

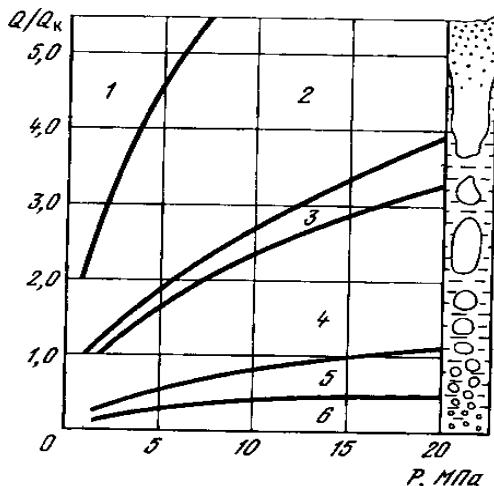
λ_{sm} aňlatmany ulanmak arkaly düýp basyş hasaplananda azyndan iki ýakynlaşmany ýerine ýetirmelidir.

1.15. Gaz we gazkondensat guýularda gaz suwuklyk akymyň strukturasy barada

Tejribede hakyky şertlerde gaz we gazkondensat guýularyň önümlerinde hemişe suwuklyk az mukdarda hem bolsa bolýar. Gaz akymynda suwuklygyň bolmagy gazyň çyglylygyndan, köp halatlarda uglewodorodlaryň agyr komponentleriniň gaz düzüminde gabat gelmegi, guýyny suw basmagy, guýy niline poslama garşy we gidrata garşy ingibitorlaryň berilmeginden bagly bolýar. Guýuda gazsuwuklyk garymyň hereketi çylşyrymly gidrodinamik prosess we akymyň strukturasyň dürliligi we faza üýtgemegi bilen häsiýetlendirilýär. Termobarik şertleriň üýtgemegi, perforasiýa interwalda we fontan turbalarynda ýa-da halkarada aşakdan ýokaryk akym tizliginiň yzygider ýokarlanmasy, kondensatyň aýrylmasynyň we suw buglarynyň kondensirlenmesiniň hasabyna suwuk fazanyň mukdarynyň köpelmegi 1.15.1-nji suratda görkezilişi ýaly akym

strukturasyň üýtgemegine getirýär. Her struktura üçin basyş hasaplamasynda ulanylýan özüne mahsus turbanyň gidrawliki garşylyk koeffisiýenti, hakyky gazlylygy we beýleki parametrleri bar.

Tejribede adaty gazsuwuklyk garymyň akymynyň aşakdaky strukturalaryna düş gelinýär.



1.15.1-nji surat. Gaz we suwuklygyň wertikal üçin akym režiminiň strukturasy we çäkleri: 1-dispers-halka; 2 – halkalaýyn; 3 – dyky-halkalaýyn; 4 - dykylyýyn; 5 - Kölürjik-dykyly; 6 – Kölürjikli.

Dispers-halka akym

Gazyň tizliginiň yzygiderli ösmegi bilen halka akymyň emele gelmeginden soň tolkun tekizliginden suwuklygyň bir bölegi aýrylýar we akym ýadrosyna gidýär. Akymyň gaz ýadrosynda bir wagtyň özünde halka suwuk plýonkanyň we suwuklygyň damjasynyň bolmagyna dispers-halka akym diýilýär. Dispers-halka akymyň başlaýan ýeri halka akym etrabynda başlaýar we şol sebäpden bu režimleriň arasynda takyk çäk ýok. Ýöne dispers-halka akymyň başlaýan ýeri, plýonka tekizliginden (ýüzinden) suwuk damjalaryň aýrylma ýerinden başlaýar. Aýrylmagyň baş tizligi suwuk plýonkanyň

galyňlygyna bagly. Dispers-halka akymyň ýeri $\beta_{dh} < \beta < 1$ we $v \geq 2$ aralykda bahalandyrylýar.

Halkalaýyn akym

Turbanyň diwary boýunça suwuklyk halka görnüşinde hereket edende onuň içinde gaz bolýar. Halkalaýyn akymda suwuklygyň halka plýonkasy gaz akymy bilen ýokaryk ýa-da aşak akyp biler. Halkalaýyn akymda, eger suwuklyk plýonkasy ýokary hereket edýän bolsa, onda režim rewers diýlip atlandyrylýar, eger hereket aşak bolsa – ýuwdynda diýilýär. Rewers režiminiň başlangyç tizligine kritiki diýilýär we aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär.

$$V_k = K_\mu [g \sigma \rho_s^2 / \rho_g^2 (\rho_s - \rho_g)]^{1/4}, \quad (1.15.1)$$

bu ýerde σ – üst dartyş koeffisiýenti, H/m; K_μ – suwuklyk fazanyň şepbeşikligine bagly funksiýa. K_μ funksiýa bahasy 3,2 3,5 çenli üýtgeýär. Nebit we kondensat şepbeşikliginiň üýtgemeginde funksiýa $3,25 \leq K_\mu \leq 3,35$. $K_{\mu \text{ ort}} = 3,3$ üçin kritik tizlik

$$v_k = 3,3 [g \sigma \rho_s^2 / \rho_g^2 (\rho_s - \rho_g)]^{0,25}. \quad (1.15.2)$$

Rewers we ýuwdynmada halkalaýyn akymyň režimini kesgitleýän kriteriýa bolup getirme tizlik $v = V/V_k$ gelýär. $v \geq 0,845$ bolanda halkalaýyn akym ýüze çykýar. Tejribelere görä ýuwdynma režiminde $v = 0,845$. Halkalaýyn akymyň çägi

$$\beta_k = \frac{1 + 0,2(0,06 + \rho)^{0,25}}{1 + 0,28(0,06 - \rho)^{0,25} v^2}, \quad v^2 \leq 1,4. \quad (1.15.3)$$

Dyky-halkalaýyn akym

Dyky režimiň dyky-halkalaýyn režime geçmesi gaz köpürjiginiň ululygynyň we akym tizliginiň ýokarlanmagy bilen bagly, bu ýerde suwuklyk gatlagy ýarylýar we diwar boýunça aşak akýar. Dyky-halkalaýyn akym $\beta_d < \beta < \beta_k$ we $0,845 < v < 2$ atraplarda ýerleşýär.

Dykylaýyn akym

Köpürjikleriň we gaz snarýadynyň ululygynyň ulanmasy bölek köpürjikleriň we snarýadlaryň birleşmegine getirýär, birleşmeler olaryň hereket edýän turbalarynyň diametrine hem deň bolup bilýärler. Bu akym režimi dykylaýyn akym diýlip atlandyrylýar. Dykylaýyn akymyň çäkleri şertler bilen kesgitlenilýär: ($\beta_k = 1$ eger $v < 0,845$ we $\beta_d = 2\beta_k - 1$ eger $v > 0,845$). Aşaky çäkleri akymyň köpürjik režimine direýär.

Köpürjikleýin akym

Bu akym gaz köpürjikleriniň suwuklygyň üznüksiz akymynda hereket etmegi bilen häsiýetlendirilýär. Köpürjikleriň ölçegleri we sany guýynyň nili boýunça basyşyň üýtgemegine bagly bolýar. Köpürjikleriň ölçegleriniň ulalmagy diňe basyşyň peselmegi bilen bagly bolman, eýsem gazyň suwuk gurşawa giriş şertine hem baglydyr. Şonuň üçin hem köpürjikleýin režimiň araçaklerini kesgitlemek örän kyndyr. Birmeňzeş termodinamiki şertlerde, gazly fazanyň giriziliş usulyna baglylykda köpürjikli strukturanyň bolmagy hem bolmazlygy bolup bilýär. Tejribelikleriň görkeziji ýaly, gazly fazanyň 10% - den pes göwrümleýin düzüminde akymyň köpürjikli režimi agdyklyk edýär. Gazyň 10%-dan tä 30% çenli göwrümleýin düzüminde gazkondensatly garyndylarda hem köpürjikleýin hem – den dykylaýyn režimli akymyň döremegi mümkindir. Nebit gazly garyndylarda köpürjikleýin režimde gazyň göwrümleýin düzüminde 30% - den ýokary bolup bilýändir.

Gaz akymynda suwuklygyň barlygyny göz önüne tutmak arkaly düýp basyşy takmynan hasaplamak

Önümiň düzüminde suwuklyk bolmadyk gaz guýynyň düýp basyşyny hasaplamak metodikasy gazsuwuklyk akymynyň strukturasya baglydyr. Käbir ýagdaýlarda bir guýynyň düýbünden ustýesine çenli şol bir wagtda akymyň birnäçe strukturasy we geçiş zonalarynyň degişlilikdäki

mukdary bolýandyr. Häzirki döwürde akymyň strukturasynyň formalarynyň her birine etmegine hasaba almak bilen gazsuwuklykly guýynyň düýp basyşyny hasaplamagyň metodikasy ýokdyr. Bu meseläniň takyk çözgüdi ýokdyr, sebäbi onsuz hem çylşyrymly energiýanyň balansynyň deňlemesini çözmek meselesine ýene – de goşulýarlar: strukturanyň näbelligi, nili boýunça faza gatnaşyklary gezeleşikli bolan akymyň gidrawliki garşylygynyň koeffisiýentleri, kondensasiýanyň ýygylgyň hasabyna temperaturanyň üýtgemegi, aşagysyjlyk koeffisiýentiniň üýtgemegi we başgalar.

Suwuklygyň faza üýtgeşmeleri bolmadyk gaz akymynyň bolmagyna we akymyň strukturasynyň täsiriniň hasaba alynmagynda düýp basyşy kesgitlemegiň formulasy indiki görnüşdedir:

$$P_d^2 = p_u^2 e^{2S_0} + 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_g Z_{ort}^2 T_{ort}^2 \cdot Q_{sm}^2 (e^{2S_0} - 1) / \rho D^5 \quad (1.15.4)$$

Bu ýerde $S_0 = 0,03415 \rho \rho L / Z_{ort} T_{ort}$; ρ – gaz skwažinanyň nili boýunça turbanyň seredilýän kese – kesiginde akymynyň gazaşaklaýjylygynyň üýtgemekliki bilen bagly bolan parametr. ρ ululyk şu formuladan hasaplanylýar:

$$\rho = \varphi + (1 - \varphi) \rho_s / \rho_{gr} \quad (1.15.5)$$

Bu ýerde φ - nil boýunça hemişelik diýlip kabul edilen meselede hasaplanylýan akymyň hakyky gazaşaklaýjylygy.

Turbanyň kesiginde gazaşaklaýjylygyň hemişeligi barada diňe turbanyň uzynlygy boýunça faza geçişleri bolmadyk halatynda aýdyp bolýar. Emma welin gazly guýylarda gazaşaklaýjynyň ymykly ýokarygaýnajy uglewodorotlaryň bolmagynda we nil boýunça basyşyň we temperaturanyň üýtgemeginde bolup geçýär. Ýeterlikli takyklygy bolan praktiki hasaplamalar üçin hakyky gazaşaklaýjylyk φ çykyp gidýän β bilen çalsylýar. Takmynan φ indiki formulada kesgitleňýär.

$$\varphi \approx \beta = Q_{gr} / (Q_s + Q_{gr}) \quad (1.15.6)$$

Bu ýerde Q_{gr} - iş şertlerinde gazyň çykymy, ýagny P we T bolanda. Gaz we gazkondensat guýylarda iş şerti diýlip guýynyň ustýesi bilen düýp basyşy kesgitlenýän çuňlykdaky çuňlugyň arasyndaky ortaça parametrlere düşinilýär. Şonuň üçin hem Q_{gr} we ρ_{ort} kesgitlenilende P_{ort} we T_{ort} ulanylýar. Q_{gr} aňlatma indiki formuladan tapylýar.

$$Q_{gr} = Q_g P_{at} T_{ort} Z_{ort} / P_{ort} T_{st} \quad (1.15.7)$$

Bu ýerde $P_{ort} = (P_u + P_d) / 2$ we $T_{ort} = (T_u + T_d) / 2$. Praktikada T_d aňlatma çuňlyk termometriň kömegi bilen ölçenilýär. Eger – de bular ýaly ölçegler geçirilmedik bolsa, onda T_d hökmünde gatlak temperaturanyň ululygy hasaba alynýar. P_d aňlatma näbellidir, hem – de gözlenilýän ululyk bolup durýandyr. Şonuň üçin hem (1.15.4) formula boýunça P_d kesgitlenilende yzygiderli ýakynlaşmalaryň usuly ylanylýar. Birinji ýakynlaşmada $Q_{gr}, \rho_{gr}, Z_{ort}, S_0$ kesgitlemek üçin P_d ululygy P_u bilen deň diýip alýarlar, hem $P_{d,ori}$ ugrykdryjy bahalaryny tapýarlar. Soňra $P_{d,ori}$ ugrykdryjy aňlatma boýunça $Q_{gr}, \rho_{gr}, Z_{ort}, S_0$ hasaplaýarlar hem – de olaryň alnan bahalary boýunça P_d tapýarlar. Hasaplaryň görkezmegine göre, ilkinji ýakynlaşmanyň hakyky P_d has yakyn netijeleri berýändigini görkezýär. İş şertlerinde gazyň dykzylygynyň bahasy ρ_{gr} indiki fomulada hasaplanylýar.

$$\rho_{gr} = \rho_g P_{ort} T_{ort} / P_{at} T_{ort} Z_{ort} \quad (1.15.8)$$

Bu ýerde ρ_g – standart şertlerde gazyň dykzylygy; T_{st} – standart temperatura ($T=293K$); P_{at} – 0,1013 MPa; ρ_s – suwuklyyň dykzylygy, kg/sm^3 ; Q_s – suwuk fazanyň göwrümleýin çykymy, m^3/s ; Q_1 – standart şertlerde gazyň göwrümleýin çykymy, m^3/s ; D – çüwdürim turbanyň içki diametri, m; Q – gazsuwuklykly garyndysynyň göwrümleýin çykymy, m^3/s ;

Gazsuwuklyk garyndysynyň çykymynyň ululygy Q_{sm} guýynyň niliniň şertlerinde hökman gazsuwuklyk garyndysynyň fazalaýyn ýagdaýy hasaba alnyp hasaplamalydyr. Eger – de garyndy gazdan we suwdan durýan bolsa, onda Q_{sm} hasaplamagyň takyklygy gaz we gazkondensatyň garyndysyna garanyňdakydan has pesdir. Gazkondensat garyndysynyň ýagdaýyna baglylykda Q_{sm} lulyk takyklygy her hili derejesi bilen kesgitlenýändir. Gatlakda we suwun nilinde kondensatyň minimal derejede bölünip çykmagynyň şertinde gazyň çykymalarynyň, gaz görnüşli haldaky kondensatyň we kondensatyň degazasiýasynyň gazyň jemleri hökmünde alnan Q_{sm} hakyky Q_{sm} ululyga maksimal derejede ýakynlaşýar:

$$Q_{sm} = Q_g + Q_{gd} + Q_{gz} \quad (1.15.9)$$

Bu ýerde Q_g , Q_{gd} , Q_{gz} – degişlilikde separasiýa gazlarynyň, degazasiýa gazlarynyň we gazgörnüşli ýagdaýdaky kondensatyň göwrümleýin mukdary. Bularyň sonkysy şeýle formuladan kesgitlenýär:

$$Q_{kg} = Q_k 24,05 T_{st} / M_k T_n \quad (1.15.10)$$

Bu ýerde: Q_k – kondensatyň massasy, kg/sut; T_{st} , T_n – standart we normal temperaturalar; M_k – kondensatyň labaratoriýa barlaglary ýa – da tablisanyň maglumatlary boýunça kesgitlenilýän kondensatyň molekulýar massasy. Q_{sm} bilen ýakynlaşan ululyk shu formuladan hasaplanyp bilner:

$$Q_{sm} = [G_g + G_s] / \rho_{sm} \quad (1.15.11)$$

Bu ýerde G_g , G_s – gazyň we suwuklygyň massalaýyn çykymlary, bular hem öz gezeginde şeýle hasaplanylýar;

$$G_g = Q_g \rho_g \quad \text{we} \quad G_s = Q_s \rho_s \quad (1.15.12)$$

ρ_g , ρ_s – degişlilikde standart şertlerdäki gazyň we suwuklygyň dykzylyklary;

ρ_{sm} – garyndynyň dykzylygy, ol şeýle hasaplanylýar:

$$\rho_{sm} = \sum_{i=1}^n x_i \rho_i \quad \text{we} \quad \rho = \frac{Q_g \rho_g + Q_s \rho_s}{Q_g + Q_s} \quad (1.15.13)$$

Bu ýerde ρ_i – i-nji komponentyň dykzlygy; x_i – i-nji komponentiň göwrümleýin paýy;

P_d – ni kesgitlemegiň takyklygyna esasy tasir edýän parametrleriň biri gazsuwuklyk garyndysy üçin turbalaryň gidrawliki garşylyk koeffisienti λ_{sm} bolup durýar. Bu koeffisienti λ_{sm} kesgitlemegiň takyklygy örän köp faktorlara bagly bolýar, şonuň üçin hem ony hasaplamagyň usuly häzirki döwürde ýokdyr. Şonuň üçin hem, seredip geçýän ýagdaýymyzda P_d – ni kesgitlemek üçin az mukdardaky suwuklykda akymda λ_{sm} derejine gaz üçin λ ulanylýar. mümkinçilik bolanda berlen guýyda kesgitlenen λ_{sm} aňlatmany basyşy we temperaturany, şeýle hem gazyň hem suwuklygyň çykymyny çuňlykda interwallaýyn ölçemek arkaly ulanylmaklyk maslahat berilýär. Gazly we gazkondensatly guýylarda λ ululygy kesgitlemegiň ýakynlaşan usullary getirilendirler.

Mysal: guýyda düýp basyşy indiki başlangyç maglumatlaryň kömegi bilen tapmaly: $L=3150$ m; $D=0,089$ m; $\bar{\rho} = 0,715$; $\rho_s = 720$ kg/m³ ; $T_{ort} = 350$ K; $P_u=16,9$ MPa; $Q=285$ müň.m³ /sut; $\lambda_g = 0,029$; $Q_s=55$ m³/sut. Aralyklaýyn hasaplamalaryň üsti bilen birinji ýakynlaşmada $P_{ort}=20,7$ MPa düýp belenildi. Berlen $P_{kr}=4,7$ MPa we $T_{kr}=200$ K bolanda $P_{get}=4,4$; $T_{get} = 1.75$; $Z_{ort} = 0,87$

$$Q_{gr} = 0,1013 \cdot 285 \cdot 0,87 \cdot 350 / 20,7 \cdot 293 = 0,9409 \text{ müň. m}^3/\text{sut},$$

$$\rho_g = 0,715 \cdot \rho_{howa} = 0,715 \cdot 1,205 = 0,862 \text{ kg/m}^3,$$

$$\beta = 0,9409 / (0,9409 + 0,136) = 0,8737$$

$$\rho_{gr} = 0,9737 \cdot 20,7 \cdot 293 / 0,1013 \cdot 285 \cdot 0,87 = 171,8$$

$$\rho = 0,8737 + (1 - 0,8737) \frac{720}{171,8} = 1,403$$

$$G_g = 285 \cdot 0,862 = 245,67 \text{ t/sut,}$$

$$G_s = 0,136 \cdot 720 = 97,92 \text{ t/sut,}$$

$$Q_{sm} = (159,39 + 97,92) / 0,862 = 298,5 \text{ m}^3/\text{sut,}$$

$$s_0 = 0,03415 \cdot 0,715 \cdot 1,403 \cdot 3150 / 0,87 \cdot 350 = 0,3544$$

$$2s_0 = 0,7088e^{2s_0} = 2,03155$$

Şol bir başlangyç maglumatlarda, suwuklygyň ýok bolan ýagdaýynda arassa diňe gazly guýyda düýp basyşy şeýle bolar:

Hasaplamalaryň deňeşdirilmesi görkezýär, ýagny akymda göz önüne tutulmadyk ýagdaýynda şol bir başlangyç maglumatlarda P_d – niň suwuklygyň hasaba alynmagyndakydan 3,37 MPa az bolýandygyny görkezýär.

1.16. Gatlakda temperaturanyň ýaýramagyny kesgitlemek

Guýy ulanylanda we derňew işi geçirilende gatlakda döredilýän depressiýa gatlakda temperaturanyň üýtgemegine getirýär. Guýy işlände gatlakda gazyň temperaturasynyň ýaýramagyny kabul ederlikde takyklygy bilen indiki formula boýunça kesgitlemek bolar

$$T(R) = T_{gat} - D_i(P_{gat} - P_R) \frac{\ln[1 + GC_p \tau / \pi h C_{dj} R^2]}{\ln R_c / R}, \quad (1.16.1)$$

bu ýerde $T(R)$ – guýynyň düýbünden R aralykda gatlakdaky gazyň temperaturasy; D_i – gatlak şertlerinde Joul-Tomsonyň koeffisiýenti.

Basyşa P , temperatura we gazyň düzümine laýyklykda özüniň teoretiki D_i koeffisiýenti bolmaly. Emma amaly hasaplamalar $R_{\text{ç}}$ –den R_g çenli aralykda gatlagyň basyşynyň we temperaturasynyň hem-de gazyň düzüminiň ujypsyz üýtgemeginde D_i ululygy az üýtgeýär we ony $P_{\text{gat}} \quad T_{\text{gat}}$ üçin kesgitlemek mümkin. Eger gaz we gazkondensat guýysy ulanylanda ýa-da derňelende uly depressiýa döredilse, onda ilki gazyň akymynyň deňlemesi boýunça basyşyň ýaýramagy kesgitlenýär, soňra bolsa basyşyň belli paýlaşmagy boýunça D_+ bahasy hasaplanýar. P_R – guýynyň düýbünden R aralykda gatlagyň basyşy, MPa; P_D – düýp basyşy, MPa; G – gazyň massaýyn harçlanşy, kg/s. Pudaklaýyn standart boýunça gazyň göwrümleýin harçlanşy $m_{\text{ñ.m}}^3/\text{sut}$ belli bolanda massaýyn harçlanşy G indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$G = 0,015 \bar{\rho} Q, \quad (1.16.2)$$

bu ýerde $\bar{\rho}$ – gazyň otnositel dykzyzlygy; Q – gazyň göwrümleýin harçlanşy, $m_{\text{ñ.m}}^3/\text{sut}$; C_p –gatlak şertlerinde gazyň ýylylyk sygymy, $\text{J/kg} \cdot \text{K}$. Gatlakda basyşyň uly düşmeginde C_p ululygy R_g -dan $R_{\text{ç}}$ çenli aralykda interwallaýyn hasaplanan bolmagy; τ – guýularyň işlän wagty, s; h – gatlagyň galyňlygy, m; $C_{d,j}$ – dag jynsynyň göwrümleýin ýylylyk sygymy, $\text{J/m}^3 \cdot \text{K}$, dag jynsynyň düzümine we doýgunlylygyna baglylykda 2-nji tablisa boýunça kesgitlenýär.

Guýy işlände gatlakda temperaturanyň umumy düşmegi indiki formuladan kesgitlener

$$\Delta T = T_{\text{get}} - T_d = D_i(P_{\text{gat}} - P_d) \frac{\ln[1 + GC_p \tau / \pi h C_{d,j} R_g^2]}{\ln R_c / R_g} \quad (1.16.3)$$

Gatlakda temperaturanyň ýaýramagyny kesgitlemek üçin indiki formulany ulanyp, basyşyň radiusa bolan baglanşygyny gurmak zerurdyr.

$$P(R) = \left[P_3^2 + \frac{Q \mu Z P_{at} T_{\text{gat}}}{\pi k h T_{st}} \ln \frac{R}{R_c} + \frac{Q^2 \rho_{at} P_{at} Z T_{\text{gat}}}{2 \pi^2 l h^2 T_{st}} \left(\frac{1}{R_g} + \frac{1}{R} \right) \right]^{1/2} \quad (1.16.4)$$

bu ýerde μ , Z – gazyň degişli şepbeşiklik we aşa gysyjylyk koeffisiýentleri; k – geçirijilik koeffisiýenti; ℓ – makro tekiz dällik koeffisiýenti; Q – gazyň göwrümleýin harçlanşy; T_{st} – standart temperatura; ρ_{at} – standart şertde gazyň dykzlygy; R_g – guýynyň radiusy.

Gatlak şertindäki gazyň belli düzümi, μ , Z , galyňlygy, geçirijiligi we gatlagyň makro meňzeşdälligi üçin guýynyň radiusynyň $P(R)$ bolan baglanşygy $R_g \leq R \leq R_\varphi$ aralygynda R -iň dürli bahasyny bermek arkaly kesgitlenýär. $P(R)$ kesgitläp, (1.16.1) formula boýunça $T(R)$ bahasyny kesgitläris.

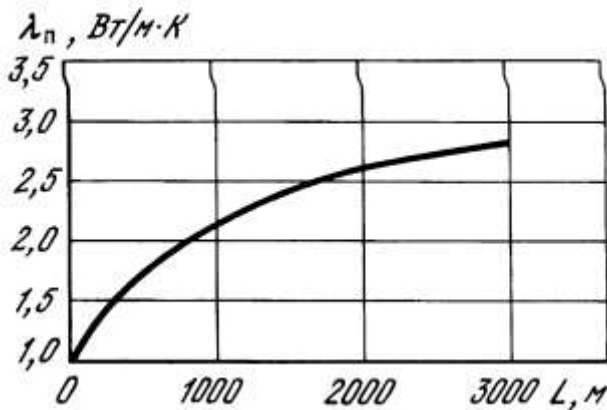
Isleýän gaz guýysynyň sütüninde gazyň temperaturasynyň ýaýramagyny kesgitlemek

Isleýän gaz guýusynyň sütüniniň x çuňlygyndaky gazyň temperaturasy indiki formulada kesgitlenýär

$$T_K = T_{gat} - \Gamma x - \Delta T l^{-\alpha x} + \frac{1 - e^{-\alpha x}}{\alpha} \left[-D_i \frac{P_d - P_x}{x} - \frac{A}{C_p} \right] \quad (1.16.5)$$

bu ýerde x – aşakdan ýokaryk ulalýan koordinata.

Koordinata başlangyjy $x = 0$ önümlü gatlagyň ortasy kabul edilen. Gaz berýän interwalyň garşysyndaky temperatura şol gatlagyň örtügündäki temperaturadan ýoýarydygyny belläp geçmeli. Şoňa görä geofiziki derňewiň interpretasiýalarynda $x = 0$ üçin gaz berýän gatlagyň örtügi kabul edilýär; ΔT - (1.16.3) formula boýunça kesgitlenýän, temperaturanyň düşmegi; Γ – guýynyň kesigi boýunça ortaça geometriki gradiýent, grad/m; D_i – basyşyň P_d -den P_x çenli, temperaturanyň T_d -den T_x çenli üýtgeýän aralygynda x Joul-Tomsonyň koeffisiýenti.



Surat 1.16.1. Dag jynsynyň ýylyk geçirijiliginiň λ_{dj} olaryň ýerleşýän çuňlygyna baglanşygy.

x aralygynda P we T az üýtgemegi ýa-da uly bolmadyk meýdany üçin D_i ululygy basyşyň

$P_{ort} = (P_d + P_x)/2$ we temperaturanyň $T_{ort} = (T_d + T_x)/2$ ortaça bahalary üçin kesgitlemek bolar. T_{ort} üçin ilkinji ýakynlaşma hökümünde T_d kabul edilýär. Bu ýagdaýda alynan D_i T_x hasaplamak üçin ulanmaga eýedir. T_x kabul ederlik takyklygyny almak üçin ikinji ýakynlaşdyrma doly kanagatlandyrylar. Düýp basyşy P_d we x çuňlykdaky basyş P_x belli üst basyşy we guýynyň sütüni boýunça ortaça temperatura görä hasaplama arkaly kesgitlenýär, α – ölçeg birligi uzunlygy berýän $1/m$ we indiki formula boýunça kesgitlenýän koeffisiýe

$$\alpha = 2\pi\lambda_{dj}/GC_p f(\tau), \quad (1.16.6)$$

bu ýerde λ_{dj} – dag jynsynyň ýylylyk geçirijiligi, $J/kg \cdot s \cdot K$. λ_{dj} guýynyň kesigi boýunça düýpli üýtgeýär we dag jynsynyň mineralogiki düzümine we strukturasyna, olaryň doýgunlaşmagyna bagly. λ_{dj} takyk kesgitlemek üçin guýynyň kesigindäki özüniň ýylylyk fiziki häsiýeti bilen tapawutlanýan her interwal üçin λ_{dji} ululykgyny bilmek zerurdyr. Düzgüne

göra kesik boýunça şeýle takyk maglumaty ýok. Şonuň üçin hasaplamlarda atadça λ_{dj} aralyk ululyklary ulanylýar.

λ_{dji} interwallaýyn bahasy belli bolanda ýylylyk geçirijiligi ortaça ölçenen koeffisiýenti indiki formuladan kesgitlenýär

$$\lambda_{djort} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{dji} h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \quad (1.16.7)$$

$f(\tau)$ – oturtma sütüni goýberilmedik guýy üçin indiki formuladan kesgitlenýän wagtyň ölçeg birleksiz funksiýasy

$$f(\tau) = \ln[1 + \sqrt{\pi \lambda_{dj} \tau / C_{dj} R_g^2}] \text{ ýa-}$$

$$\text{da } f(\tau) = \ln[1 + \sqrt{\pi a_{dj} \tau / R_g^2}] + \lambda_{dj} / \alpha_{dj} R_g. \quad (1.16.8)$$

Eger guýy $R_{süt}$ radiusly sütün oturdyran bolsa we sütüniň içki giňişligi boýunça flýuid hereket edýän bolsa, onda $f(\tau)$ bahasy indiki formuladan hasaplanýar

$$f(\tau) = \lambda_{dj} \left[\frac{1}{\lambda_{cl}} \ln \frac{R_g}{R_{sut}} + \frac{1}{\lambda_{dj}} \ln[1 + \sqrt{\pi a_{dj} \tau / R_g^2}] \right] + \lambda_{dj} / \alpha_{sut} R_g \quad (1.16.9)$$

bu ýerde a_{dj} – dag jynsynyň temperatura geçirijilik koeffisiýenti, m^2/s (dürli dag jynsy üçin a_{di} kesgitlemegiň tertibi λ_{dj} kesgitlemegiň tertibine meňzeş); α_d – guýynyň diwaryna ýylylyk berijiligi, $Wt/m^2 \cdot K$; $\alpha_{süt}$ – sütüniň içki diwaryna ýylylyk berijilik koeffisiýenti, $Wt/m^2 \cdot K$; λ_c – doly giňişligi doldurjynyň ýylylyk geçirijiligi, $Wt/m \cdot K$.

Eger guýyda R_t radiusy çüwdürim turbalary bilen enjamlaşdyrylan bolsa, onda (9) formulany indiki görnüşde kabul ediler.

$$f(\tau) = \lambda_{dj} \left[\frac{1}{\lambda_c} \ln \frac{R_{sut}}{R_t} + \frac{1}{\lambda_{cl}} \ln \frac{R_g}{R_{sut}} + \frac{1}{\lambda_{dj}} \ln(1 + \sqrt{\pi a_{dj} \tau / R_g^2}) \right] + \lambda_{dj} / \alpha_t R_g \quad (1.16.10)$$

bu ýerde λ_c – turba ara giňişligi dolduryjynyň ýylylyk geçirijiligi, $Wt/m \cdot K$; α_t – çüwdürim turbasynyň diwaryna ýylylyk berijilik koeffisiýenti.

Hasaplamalarda oturtma sütüniň içki we çüwdürim turbasynyň daşky radiuslary kabul edilýär α_c , $\alpha_{süt}$ we α_t ýylylyk berijilik koeffisiýentleriň bahasy indiki formula arkaly kesgitlenýär

$$\alpha = \frac{\lambda_f}{2R_p} Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43}, \quad Re = 2G/\pi R_p \mu_f, \quad Pr = \mu_f C_f / \lambda_f, \quad (1.16.11)$$

bu ýerde λ_f – flýuidiň ýylylyk geçirijiligi; C_f – flýuidiň göwrümleýin ýylylyk sygymy; μ_f –dinamiki şepbeşiklik; R_p - tegelek turbadaky kanalyň peýdaly radiusy, onuň eadiusynyň hakyky bahasyna deň. Flýuid içki we daşky R_1 we R_2 radiusli halkaly giňişlik boýunça hereket dedende R_p derek indikini alarys

$$R_p = R_1 - R_2. \quad (1.16.12)$$

Hasaplamalarda α_d , $\alpha_{süt}$, we α ululyklaryň ulanyş guýulary üçin harçlanma häsiýetiniň kiçiligi sebäpli olara üns berilmeýär.

Eger çüwdürim turbasynyň dabany önümlü gatlagyň örtüğinden has ýokarda ýerleşýän bolsa, onda dabandan aşakdaky temperaturany kesgitlemek üçin (1.16.9) hasaba almak bilen (1.16.5) formula ulanylyar.

Mysal 1. Indiki başlangyç maglumatlarda guýynyň düýbündäki gazyň temperaturasyny kesgitlemek: $P_{gat} = 26,2$ MPa; $T_{gat} = 410$ K; $P_d = 22,2$ MPa; $h = 50$; $R_c = 500$ m; $R_g = 0,1$ m; $\tau = 3132 \cdot 10^4$ s; $Q = 1200$ mün.m³/sut; $P_{çäk} = 4,6$ MPa; $T_{çäk} = 200$ K; $C_{dj} = 2,931$ J/m³ • K; $\bar{\rho} = 0,6$. Gatlak, düýp basyşynyň we gatlagyň temperaturasynyň berlen bahasy üçin D_i we C_p kesgitlenýär. C_p kesgitlenende düýp bilen çägiň arasyndaky basyşyň ortaça bahasy, ýagny, $P_{ort} = (P_{gat} + P_d)/2 = 24,2$ MPa ulanylyar. Bu ýagdaýda $C_p = 3152,8$ J/kg • K. P_{ort} we T_{gat} belli bolanda C_p bahasyny ulanyp, $D_i = 0,972$ grad/MPa taparys. (1.16.3) formuladan T_d kesgitläris:

$$T_d = 410 - 0,972(26,2 - 22,2) - \frac{\ln \left[1 + \frac{0,015 \cdot 1200 \cdot 0,6 \cdot 3132 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 50 \cdot 0,1^2} \right]}{\ln 500 / 0,1} = 404,3K$$

Mysal 2. İşleyän gaz guýysynda gaz çüwdürim turbasy we turba ara halkaly giňeşligi boýunça hereket edende gatlagyň örtüğinden $x = 1000$ m aralygynda gazyň temperaturasyny indiki başlangyç maglumatlarynda kesgitlemek: $G = 0,2$ kg/s; $\tau = 2,59 \cdot 10^6$ s; $T_{\text{gat}} = 333$ K; $T_d = 330$ K; $\Gamma = 0,02$ grad/m; $R_g = 0,12$ m; $R_{\text{süt}} = 0,084$ m; $R_t = 0,037$ m. Çüwdürim turbalaryň içinde we daşynda gaz sredasy bar. $\lambda_c = \lambda = 0,4$ Wt/m \cdot K; $\lambda_{\text{dj}} = 0,4$ Wt/m \cdot K; $\lambda_s = 0,37$ Wt/m \cdot K; $a_s = 2,5 \cdot 10^{-7}$ m 3 /s; $C_{\text{dj}} = 3,1 \cdot 10^3$ J/kg \cdot K. Hasaplamada $[D_i(P_d - P_x)/x - A/C_p] \ll \Gamma$ kabul edilen.

1. Gazyň çüwdürim turbasy boýunça hereketindäki hasaplamalar. λ , α_{dj} we λ_s minimal bahasy üçin (1.16.10) formula laýyklykda indikini alarys

$$f(x) = 0,4 \left[\frac{1}{0,4} \ln \frac{0,084}{0,037} + \frac{1}{0,4} \ln \frac{0,12}{0,084} + \frac{1}{0,4} \ln \left[1 + \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 10^{-7} \cdot 2,59}{0,12^2} \right] \right] = 11,04.$$

Soňra (1.16.6) formula boýunça α hasaplanýar:

$$\alpha = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4}{3,1 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 11,4} = 0,365 \cdot 10^{-3},$$

diýmek

$$T_d = 333 - \frac{0,02 \cdot 1000}{3} \cdot e^{-1000 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3}} + 0,365 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 (1 - e^{-1000 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3}}) = 327,9 K$$

$\lambda_{\text{dj}} = 7$ Wt/m \cdot grad, $a_{\text{dj}} = 20 \cdot 10^7$ m 2 /s we $\lambda_s = 0,5$ Wt/m \cdot K maksimal bahasy üçin

$$f(\tau) = 7 \left[\frac{1}{0,04} \ln \frac{0,084}{0,037} + \frac{1}{0,5} \ln \frac{0,12}{0,084} + \frac{1}{7,0} \ln \left(1 + \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 10^{-7} \cdot 2,59 \cdot 10^6}{0,12^2} \right) \right] = 15,18$$

$$\alpha = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7}{3,1 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 15,18} = 0,467 \cdot 10^{-3},$$

$$T_d = 333 - \frac{0,2 \cdot 1000}{3} \cdot e^{-1000 \cdot 0,467 \cdot 10^{-3}} + 0,02 \cdot 0,467 \cdot 10^{-3} (1 - e^{-1000 \cdot 0,467 \cdot 10^{-3}}) = 327,08 K$$

2. Gazıñ turba ara giñişligi boýunça hereketindäki hasaplamalar. Bu ýagdaýda hem λ , a_{dj} we λ_s minimal we naksimal bahasy üçin temperatura hasaplanar. $\lambda = 0,4 \text{ Wt/m} \cdot \text{K}$, $a_{dj} = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ we $\lambda = 0,37 \text{ Wt/m} \cdot \text{K}$ minimal bahasynda

$$f(x) = 0,4 \left[\frac{1}{0,37} \ln \frac{0,12}{0,084} + \frac{1}{0,4} \ln \left[1 + \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 10^{-7} \cdot 2,59 \cdot 10^6}{0,12^2} \right] \right] = 2,95.$$

$$\alpha = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4}{3,1 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 2,95} = 0,374 \cdot 10^{-3},$$

$$T_d = 333 - \frac{0,02 \cdot 1000}{3} \cdot e^{-1000 \cdot 1,374 \cdot 10^{-3}} + 0,02 \cdot 1,374 \cdot 10^{-3} (1 - e^{-1000 \cdot 1,374 \cdot 10^{-3}}) = 323,12 K.$$

λ , a_{dj} we λ_s maksimal bahasynda

$$f(x) = 7 \left[\frac{1}{0,5} \ln \frac{0,12}{0,084} + \frac{1}{7,0} \ln \left[1 + \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 10^{-7} \cdot 2,59 \cdot 10^6}{0,12^2} \right] \right] = 8,53.$$

$$\alpha = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7}{3,1 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 8,53} = 8,26 \cdot 10^{-3},$$

$$T_d = 333 - \frac{0,02 \cdot 1000}{3} \cdot e^{-1000 \cdot 8,26 \cdot 10^{-3}} + 0,02 \cdot 8,26 \cdot 10^{-3} (1 - e^{-1000 \cdot 8,26 \cdot 10^{-3}}) = 315,1412 K.$$

Çüwdürim turbasy we halkaly giňeşligi boýunça hereketindäki gazyň temperaturasynda alynan tapawudy turba ara giňişlikdäki gazyň ýylylyk saklaýjylygy bilen baglansykly.

II. GAZYŇ GORYNY HASAPLAMAGYŇ USULLARY

Gorlary hasaplamagynyň usullarynyň iki topary bar: göwrümli, kánjalaryň geologiki modeliniň sygymly parametrine bahalanmagyna esaslandyrlan, we kánjalaryň özleşdirmesiniň taryhyna esaslandyrlan usullary.

Göwrümli usuly balansdaky geologiki gorlary kesgitlemäge mümkinçilik berýär, ol öz gezeginde A, B, C we D kategoriýalara bölünýär. Kánlaryň özleşdirmesiniň taryhy maglumaty boýunça gorlary hasaplamak usullary drenirleýän gorlarynyň ululygyny berýär, ol hakykatdanam özleşdirmä girizmeli.

Balan we drenirleýän gorlaryň deňleşdirmesi özleşdirme sistemasynyň effektivligine baha bermäge kömek berýär.

Bu işde özleşdirmäniň taryhynyň esasynda gazlaryň gorlarynyň hasaplamasynyň derňewi getirilýär. Getirlen gatlak basyşynyň agramynyň ölçemeginiň gaçmagynyň, gatlagyň zolagy boýunça orta basyşyň düşmegi, material balans deňlemesini ulanmak bilen, özleşdirme teoriýasynyň meseleleriniň ters çözgüdiniň esasynda gorlary hasaplamak usuly seredildi. Olaryň ýetmezçiligi hem getirilen.

Hemde drenirlemegiň udel göwrüminiň wagyt (dinamiki) we üýtgeýän kesgitlemesi berlen. Ilkinji gerekli drenirlemäniň udel göwrüminiň kiçelmesi we onuň esasynda gorlary hasaplamagyň usullarynyň diferensial deňlemesi berildi. Drenirlemäniň udel göwrüminiň belli usuly soňkularyň ululygyna esaslandy bu bolsa onuň ulanmaklygyny çäklendirdi: guýular boýunça alynan gazlarynyň gatlak basyşynyň jeminiň göni çyzyk baglansygy, şol bir wagytda guýyny ulanmaga bermeli.

Gorlary hasaplamagyň teklipl edilen usuly drenirlemegiň udel göwrüminiň wagt boýunça üýtgemegini, dürli wagytda guýulary ulanmaga bermegini, üýtgeýän debityny we saklamagy göz önünde tutýar. Kánlary özleşdirmek üçin usullary ulanmakda görkezmeler berlen.

Orenburg kâniniň guýularynyň toplumy üçin gazyn meňzeş kânlarýň mysylynda usuluň aprobasiýasy getirilen. Kollektor häsiýety boýunça kânleriň 4 modely swredildi: ýokarygeçirjeli, pesgeçirjeli, ortageçirjeli, litologiki deňdäl düzümlü.

Her model üçin guýulary işe girizmeginiň bir wagtyly we dürli wagtyly, debitiň üýtgemeginiň, guýulary saklamagynyň wariatlary seredildi.

2.1. Gatlagyň basyşynyň peselmegine we kânleriň özleşdirme taryhyny dikeltmegine esaslandyrylan gazlaryň gorlaryny hasaplamagynyň usullarynyň derňewi

Gatlagyň basyşynyň üýtgemesine esaslandyrylan gazlaryň gorlaryny hasaplamagynyň usuly göwrüm usuluna baglykda uly ähmiýety bar. Olaryň hemmesy özleşdirmäniň netijesinde kânlarýň gorlaryny öwrenmekligine esaslandyrylýar, bu bolsa özleşdirmä goýberlen gazlaryň gorlaryny has takyk baha bermäge kömek berýär. Başga tarapdan, baha bermäge takykly drenirleýän göwrüminiň gaz doýgunlygy derejesine bagly bolýar.

Şuňa baglykda bu usul bilen kesgitlenilýän gorlar balansdakydan tapawutlukda göwrüm usuly bilen kesgitlenilýär drenirlenen diýip atlandyrylýar. Gatlak basyşynyň düşmegi bilen kesgitlenilýän gazlaryň gorlarynyň hasaplama usullary aşakdaky 4 topara bölünýärler.

Birinji topara kânja boýunça ýa-da onuň aýry bölekleri boýunça gatlak basyşynyň orta agramynyň peselmegi boýunça gazlaryň gorlarynyň hasaplama usuly degişli bolýar. Ikinji topara gorlaryň material balan deňlemesini kesgitlemek usuly degişli. Üçünji topar gorlaryň drenirmeginiň udel göwrümini kesgitlemek usullaryny birikdirýär. Dördünji topara kânleriň özleşdirme taryhyny dikeltmekde göni we galtaşýan meseleleriň çözmeginde esaslandyrylan otnositel täze usullar ulanylýar.

Gatlak basyşynyň orta agramynyň peselmegi boýunça gazlaryň gurlaryny hasaplamak

Birinji topara degişli.

Kän boýunça getirilen basyşyň orta agramyny ölçemek bilen gurlaryň hasaplama usuly we özleşdirmäniň derňewinde ýa-da her kända gurlary hasaplamakda umumy bolup durýar. Köp ýagdaýlarda ol kanagatlanlyly netijäni berýär.

Berlen usul getirilen basyşyň orta agramyny ölçemek we gazyň kâninde seredilen alynan gazyň jeminiň arasyndaky göniçyzykly arabaglanşygyna esaslandyrylandyr, ol gaz düzgüni üçin material balan deňlemesinden gelip çykýar.

$$\tilde{P}(t)/z(\tilde{P}) = P_n / z_n - P_0 \cdot T_{pl} \cdot Q_{dob}(t)/(T_0 \cdot \alpha\Omega_n). \quad (1)$$

Bu usul boýunça gurlaryň takyk kesgitleňşi, gatlak basyşynyň orta deň agramyny kesgitlemeklige bagly bolýar. Ony kesgitlemek üçin aşakdaky formulany ulanmaly

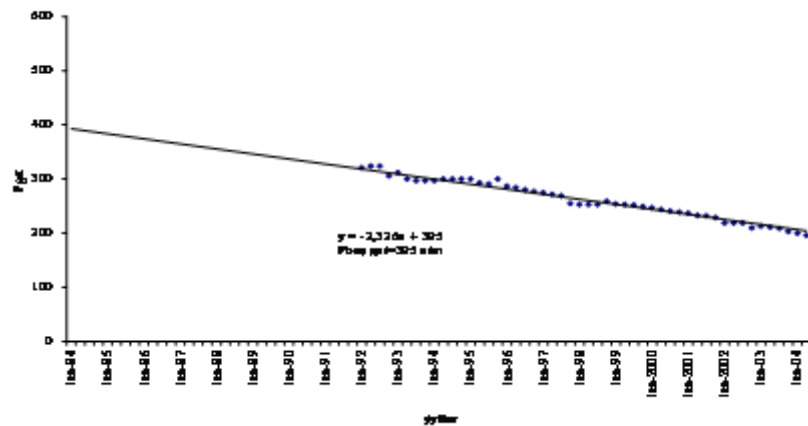
$$\tilde{P}(t) = \frac{z(\tilde{P})}{\alpha\Omega_n} \int_{\alpha\Omega_n} \frac{P(z, y, h, t)}{z(P_j)} d(\alpha\Omega_n) = \frac{z(\tilde{P})}{\alpha\Omega_n} \sum_{i=1}^N \left(\alpha_i m_i h_i s_i \frac{P_i}{z(P_i)} \right). \quad (2)$$

(2) formuladan görnüşi ýaly $P(t)$ hasaplamasynyň ýalňyşlygy izobar kartalarynyň takyklyk derejesine we (mh) sygymlyk parametrine bagly bolýar, guýy boýunça bokurdok basyşyň ölçeginiň ýalňyşlygy, ony perforasiýanyň interwalynyň ortasyna täzedan hasaplamasyna, guýynyň kesimi dik önümliginiň orta agramy we tekizlige getirilen kânçanyň massa merkezinden geçýär.

Sanalan kemçilikden başga basyşyň agramyny ölçemek hemme izobar kartalary gurlanda we pereferiýa zolaklarda sygymly parametrleriň ýaýraýşy we guýularyň seýrek tory uly rol oýnaýar.

Ýöne berlen usuluň esasy aýratynlygy onuň pseudokorrektorlygy bolýar, ol (2) formuladaky basyşyň agramyny ölçemek hasaplamada we göwrümiň gaz doýgunluk ululygyny ulanylanda gelip çykýar. Göwrümiň gaz doýgunluk ululygy hakykatdanam, gatlak şertlerde, gazyň başlangyç goruna golaý gelýär. Bu bolsa gözlenilýän ululyk bolýar.

N-411 mps algaida palyginant patikl bei ypatybi bei piblizmas



2.2. Gatlak basyşynyň pese düşme usuly boýunça gazyň

goryny kesgitlemek

Getirlen basyşda agramynyň ölçemekliginiň täsir edýän dürli faktorlar we şoňa laýyklykda gazyň gorlaryny hasaplamakda, gatlak suwlaryň geçmekligi, gazyň çeşmesiniň gatlakdan daşky bolonda adaty ikinji topar usullary ulanylýar, olar material balans deňlemäni ulanmaklyga esaslanandyr. Bu usullaryň esasynda gorlara odnosittelikde material balans deňlemesi ýatýar ýa-da $\tilde{P}(t)/z(\tilde{P}) = f(Q_{\text{dob}}(t))$ baglygyna täsir edýän göz önüne tutulýar drenirleýän göwrüm.

Bu bolsa usullaryň esasydygyny görkezýär. Içki ýa-da gatlakdan daşky gaz çeşmeleriniň hasaby bilen suw itkleýji düzgün üçin material balans deňlemäni mysal edip getireliň

$$\tilde{P}(t)/z(\tilde{P}) \cdot (\alpha\Omega(t)) = \alpha\Omega_n \cdot P_n/Z_n - P_0 \cdot T_{pl}/T_0 \cdot Q_{\text{dob}}(t) -$$

$$-\alpha_{\text{obw}}[\Omega_n - \Omega(t)] \cdot P_{\text{obw}}/z(P_{\text{obw}}) + P_0 \cdot T_{pl}/T_0 \cdot Q_{\text{per}}(t), \quad (3)$$

nirede $Q_{\text{per}}(t)$ gaz doýgunly göwrüme gelen gazyň jeminiň mukdary, ol dürli tebigatda bolup biler, meselem goryň çykyşy bilen kesgitenilýär, gatlak suwda erän, ýa-da gatlakda gazgidratlar bilen baglanyşykly, ýa-da pessyzdyryjyly ýukajyk gatlaklardan ýa-da pes gaz doýgunly zolaklar.

Şuňa baglykda berlen deňleme kãnçalara ornaşan suwuň hasaplama usulyňyň üstüni bolmaly we hakyky maglumatlaryň esasynda gazyň akymynyň ululygyny kesgitlemeli.

Şuňa meňzeş ýgdaýlarda (3) deňlemä derek gaz kondensat kãnjalar üçin [1] ýa-da gatlak-kollektorlaryň deformasiýasynyň kãnlaryny hasaby bilen material balans deňleme ulanylýar.

Material balans deňlemäniň esasynda gorlary kesgitlemekde, gazlaryň alynşynyň jeminiň basyşyň agramyny ölçemek çyzykly bölekleri hökmä däl. Gorlar material balans deňlemesiniň bilen suwuň geçmeginiň hasaplamasyny algoritmi bilen bilelikde tapylýar. Şunuň bilen bu usuluň

esasynda material balansyň esasynda känçanyň özleşdirmesiniň taryhy dikeltmek ýatýar.

Ýokarda görkezilen usuluň ýetmezçiligine gatlak basyşynyň hakyky kesgitlemesindäki ýaňlyşlyk, hem-de känçalara gatlak suwunyň geçmeginde we içki we daşky gatlak gaz çeşmeleriniň hakyky göwrümi kesgitlenendäki ýaňlyşlyk.

Material balansyň dürli görnüşi, material balansyň deňlemesiniň kánjalarynyň dürli bölekleri, belli boluşy ýaly drenirleýän guýlaryň toplумы we bir ekspluatasion obýekte degişli bolýan struktura, senagata (UKPG) ulanylýar.

Netijede gözlenip tapylan gorlaryň oňnositel ýakyn usulynyň kömegi boýunça işlenýän deňleme sistemasy alynýlýar (3). Eger tapawutlanan bölekleriň (UKPG zolagy) drenirleýän göwrümi wagtyda üýtgemese, onda bular ýaly usul doly esaslanandyr. Ýöne köp ýagdaýlarda guýlaryň toplumynyň drenirleýän gatlagy wagyt boýunça üýtgeýän göwrümi bar, bu bolsa täze guýlary dürli wagtyda dolanşyga berilýänligine we gazyň alynşynyň wagtyna bagly bolýar. Bu ýagdaýda gazyň gorlaryň hasaplamasyna zolaklaryň arasyndaky gazlaryň akymy täsir edýär. Gorlaryň hasaplamasyna gazlaryň akymynyň täsirini, olaryň ululugynyň bahalanma ýaly bilen kesgitläp bolýar.

Ýöne gorlary hasaplamak üçin hakyky maglumat boýunça takyk akymyň göwrümini kesgitleme kyn bolýar. Şunuň bilen bölekler üçin gorlaryň kesgitlemesi, olar boýunça gazlaryň akymy, gazlaryň gorlaryny hasaplamaklyň akymynyň ýaňlyşlygy boýunça peselýär. Bu usuluň artykmaçlygy kánleriň meýdany ýa-da bölekleri boýunça gorlaryň differensial deňlemesi bolýar.

2.3. Drenirlemäniň udel göwrüminiň esasynda gazlaryň gorlaryny hasaplamak

Usuluň üçünji topary guýlara ýa-da guýlaryň toparyna degişli drenirlemäniň udel göwrümi boýunça gazlaryň

göwrümini kesgitlemekligine esaslanan. Bu usullar guýlar boýunça ilkinji maglumata esaslanandyr.: gatlak basyşy boýunça olar gazlarynyň alynýşyň jeminiň baglanşygy.

1970-nji ýylda aýry guýlara ulanylýan gatlak basyşynyň derejesini deňlemesiniň esasynda usulyňy ösdürýän iş çykarylady. Häzirki wagtyda gazlaryň gorlaryny hasaplamagynyň täze usulyňy oýlanyp tapyldy, drenirlemäniň udel göwrüminiň işläp gutaran differensial deňlemesine esaslanan we wagyt boýunça udel göwrüminiň drenirlemesiniň ütgemesini göz önünde tutulýar.

Maglumaty höküminde ilkinji maglumat ulanylýar. Usuluň ýetmezçiligi suwuň ornaşmagynyň ütgemegini, kondensatyň gaçmagy, gatlagyň deformasiýasy bolup durýar.

Drenirlemäniň udel göwrüminiň işläp gutarmasynyň differensial deňlemesi.

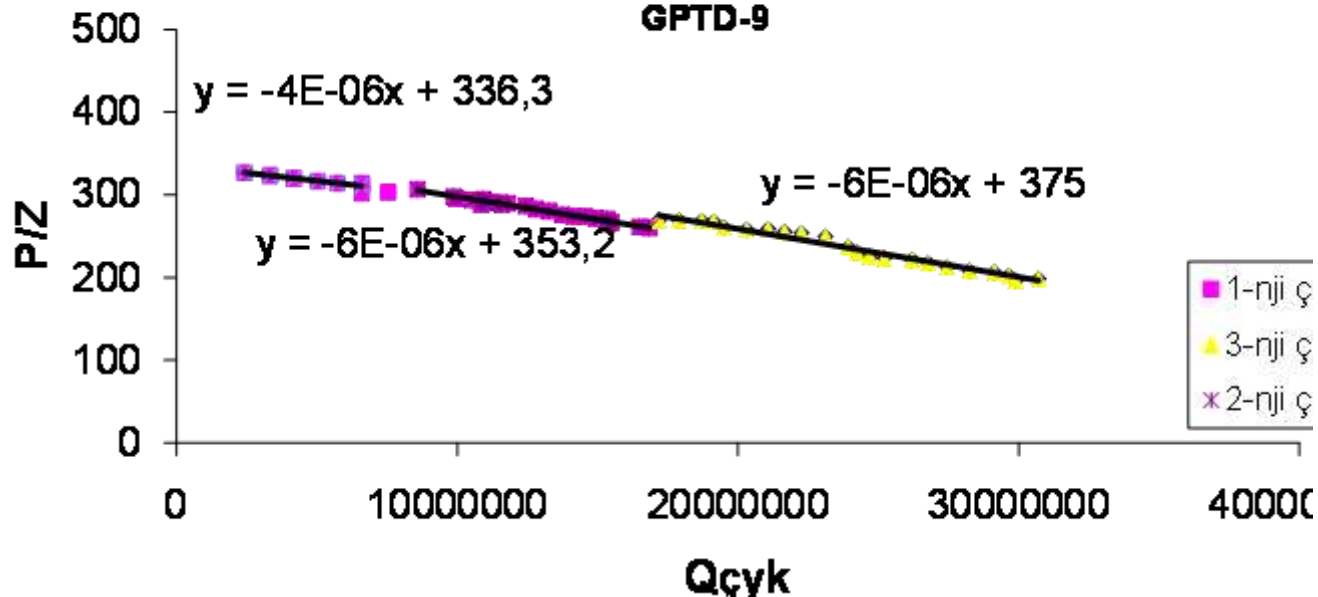
Drenirleýän udel göwrümi diýlende seredilýän wagtyda bir ýa-da guýlaryň toplumynda aýry açylan interwalda alynýan käbir gatlagyň göwrümi düşündirilýär. Umumy ýagdaýda bu göwrüm wagtyda ütgýän bolýar, we kánleriň geometriýasyndan kollektorlyk häsiýetine, ekspluatasion guýlaryň ýerleşişine, debitiň ütgemegine ekspluatasiýa girizilen wagty, daşky we içki gatlaklaryň gorlarynyň çeşmesine gatлага suwuň we beýleki agentleriň ornaşmagyna hem-de gatlagyň deformasiýasyna bagly bolýar.

Känçanyň meýdanynda guýlaryň deň ýerleşmediginde, aýratyn ýagdaýda olaryň konsentirlenen ýerleşmediginde (bir ýa-da birnäçe guýyda), soňkulary drenirlemäniň umumy göwrümine eýe bolýarlar. Bu ýagdaýda gatlak flýuidlaryň filtrasion akymy şular ýaly bolýar, drenirlenen gatlagyň göwrümi aýry guýlar boýunça arasyňy üzme kyn bolýar. Muňa garamazdan guýlaryň toplumu üçin drenirleme göwrümi, aýry guýlara degişli, soňkularyň debityna proporsionallykda bölekler bölüp bolýar.

Udel drenirleme göwrüminiň işläp gutarmasynyň differensial deňlemesini girizmek üçin iki görnüşine seredeliň.

Bu ýagdaýda filtrasion gatnaşygynda ýapyk görnüşinde drenirlemäniň udel göwrümini görkeziliň (adaty kontury boýunça nol gradiýent basyşy bilen) göwrümi, ýöne özüniň ululygy wagtyň her momentinde ütgýär. Udel göwrümini iki wagytlaýyn gatlaklary t we $t-\Delta$ birinji ýagdaýyny seredeliň.

**D-2 kaniň mysalynda gazyň we gazkondensatynyň goryny gatlak
basyşynyň peselme usuly boýunça
GPTD-9**



Bu wagtylaýyn gatlaklary baglanşygy material balan deňlemesinde ýazalyň.

$$\rho(t-\Delta t) \alpha \omega(t-\Delta t) - \rho(t) \alpha \omega(t) = \rho_0 [q_{\text{dob}}(t) - q_{\text{dob}}(t-\Delta t)], \quad (4)$$

nirede ρ – gazyň dykzylygy; ω – udel drenirlemäniň göwrüminiň gaz doýgunluk öýjükde t we $t-\Delta$ moment wagtynda; q_{dob} – guýdan gazyň aynşyň jemi.

(4) basyşyň deňlemesine geçmek üçin gazyň ýagdaýynyň deňlemesini ulanallyň, ol aşakdaky görnüşini alýar.

$$\alpha \omega(t-\Delta t) \frac{P(t-\Delta t)}{z(P)} - \alpha \omega(t) \frac{P(t)}{z(P)} = [q_{\text{dob}}(t) - q_{\text{dob}}(t-\Delta t)] P_0 T_{\text{pl}} / T_0. \quad (5)$$

Ýazýany $\alpha \omega(t) = \alpha \omega(t-\Delta t) + \Delta \alpha \omega(t)$ we (5) deňlemän bolýar $q_{\text{dob}}(t) - q_{\text{dob}}(t-\Delta t)$ onda alýarys

$$(t) [P(t)/z(P) - P(t-\Delta t)/z(P)] [q_{\text{dob}}(t) - q_{\text{dob}}(t-\Delta t)] + (t) P(t-\Delta t)/z(P) [q_{\text{dob}}(t) - q_{\text{dob}}(t-\Delta t)] = -P_0 T_{\text{pl}} / T_0.$$

(6)

$\Delta t \rightarrow 0$ ýagdaýda dürliligiň çäğine geçýär differensial deňlemesini alýarys

$$\alpha \omega(t) \frac{\partial(P(t)/z(P))}{\partial q_{\text{dob}}(t)} + \partial(P(t)/z(P)) \frac{\partial(\alpha \omega(t))}{\partial q_{\text{dob}}(t)} = - \frac{P_0 T_{\text{pl}}}{T_0} \quad (7)$$

ýa-da

$$\frac{\partial(\alpha \omega(t)(P(t)/z(P)))}{\partial q_{\text{dob}}(t)} = - \frac{P_0 T_{\text{pl}}}{T_0}. \quad (8)$$

Differensial deňlemäniň ikinji görnüşini wagtyda syzdyrjylygy ýok araçäginde ütgýän $\alpha \omega(t)$ gatlak göwrümde massanyň saklanma kanuny esasynda aşakdaky görnüşde bolýar

$$\frac{\partial(\alpha \omega(t) \rho(P, T))}{\partial t} = \rho_0 q(t), \quad (9)$$

nirede $\rho(P, T)$ – gatlak basyşyň funksiýasy höküminde gazyň dykzylygy we temperatura T ; ρ_0 – standart şertlerinde gazyň dykzylygy; $q(t)$ – gazyň debity.

Funksiýanyň önümi höküminde (9) deňlemäniň çep tarapyny differensirlemeli.

$$\alpha\omega(t) \frac{\partial(\rho(P, T))}{\partial t} + \rho(P, T) \frac{\partial(\alpha\omega(t))}{\partial t} = -\rho_0 q(t). \quad (10)$$

Hereket edýän ekspluatasion guýlaryň $\rho(P, T)$, $Q(t)$ we $\alpha\omega(t)$ baglanşygy üznüksiz bolýar we wagytda t differensirlenýär.

Onda (10) deňlemede wagtydaky önümde aşakdaky görnüşde bolýar:

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho(P, T)}{\partial t} = \frac{\partial \rho(P, T)}{\partial q_{\text{dob}}(t)} \frac{\partial q_{\text{dob}}(t)}{\partial t}; \\ \frac{\partial \rho(P, T)}{\partial t} = \frac{\partial \rho(P, T)}{\partial q_{\text{dob}}(t)} \frac{\partial q_{\text{dob}}(t)}{\partial t}. \end{cases} \quad (11)$$

(11) gatnaşagy ($q(t) = \partial q(t) / \partial t$) we (10) deňlemädäki ýagdaý goýup (8) görnüşdäki udel drenirlemäniň göwrümini işläp gutarmasynyň differensialyna gaýdyp gelýär.

Usuluň esasy. Drenirlemäniň udel göwrüminiň işläp gutarmasynyň differensial deňlemesiniň täze usuluna seredeliň. Ilki başda udel göwrümleriň usuly göýberilişe esaslada. Her guýy kãnçanyň gaz doýgun göwrüminiň beýleki bölegi bilen wagyt boýunça kesişmeýär. Guýy üçin udel göwrüm $P_i/z(P_i) = f(q_{\text{dob}}(t))$, çyzykly bölşigiň baglanşygynda kesgitlenilýär. Ikinji fazadan başlaýan hereketdäki hemme drenirleýän guýlaryň göwrümini jemläp, başlangyç gorlaryna gabat gelýär. Bu usul ekspluatasion guýlaryň ýerleşişine we olary bir wagytda işe göýberilşinden bagly bolýar. Şonuň üçin ol ulanylmaýar. Ýöne goýulmadyk düzgünlerde guýlaryň barlagy işiň düzgüninden seýrek geçirileni üçin berlen usul gorlary hasaplamak üçin gymmaty ýokdur.

Usuluň täze modifikasiýasy drenirlemegiň udel göwrümini işläp gutarmagyny (7) differensial deňlemesine esaslanýar.

Bu usul wagt boýunça drenirlemäniň göwrümi ütgemesini hasaba alýar we guýlary ekspluatasiýa girizmegini

hasaba alýar. Şonda bu usuly dürli wagytda işe girizilen guýlaryň dürli debitli sistemany ýerleşmede ulanyp bolýar. (7) deňleme guýdan alnan gazyň mukdarynyň gatlak basyşynyň getirilen grafigine galtaşýan bolýar.

Şunuň bilen alynan gazyň ($P_i/z(P_i)=f(q_{dob}(t))$) getirilen gatlak basyşyň hakyky baglanşygyny alyp, (7) deňlemeden drenirlemäniň udel göwrüminiň alamatyny hasaplap bolýar $\alpha\omega(t)$ 1-nji guýy üçin.

(7) deňlemäniň udel drenirlemäniň $\alpha\omega(t)$ otnositel ululygyny transenden häsiýetini bilip, bu ululyga ýakyn alamatyny alyp bolýar

Ýokary ýa-da orta kollektor häsiýetli kánlar üçin guýlaryň işleýşiniň pseudostandart düzgüne garanynda, prosesin geçijilik wagty has az. Bu ýagdaý $P_i/z(P_i)=f(q_{dob}(t))$ hakyky baglanşygyň derňewinde gowy görünýär, ony ügeşik ýaňlyşsyz gönüleriň çyzyklarynda interpolirläp bolýar, şulara laýyk pseudostandart düzgünde. Bu bölekler üçin drenirlemäniň udel göwrüminiň $\alpha\omega(t)$ hemişelik ululygy üçin goşulmanyň ikinji böleginde aňladylýar we (7) deňleme aşakdaky görnüşi alýar.

$$\frac{\partial(P(t)/z(P))}{\partial q_{dob}(t)} = -\frac{P_0 T_{p1}}{T_0 \alpha\omega(t)}. \quad (12)$$

(12) differensial deňleme 1-guýy üçin drenirlemäniň udel göwrüminiň gözlenilýän ululygy üçin ýeňil ýazylýar, ýöne ony $P_i/z(P_i)=f(q_{dob}(t))$ baglanşygyň göni çyzyk bölekleri üçin ulanyp bolýar. Onda teklipe edilýän usul aşakdaky ýaly bolýar.

Goý gaz kánjasy gaz düzgünde guýlaryň ýerleşmeginde Q_{gor} gorlaryň belli däl ululygynda sistema boýunça özleşdirilýär. Goý käbir i-guýy gatlagyň göwrümi $\alpha\omega(t)$ esasynda ululygy kesgitlep bolýar. Bu göwrümiň ululygyny (4) we (5) deňlemeleri ulanyp $P_i/z(P_i)=f(q_{dob}(t))$ haky baglanşygyň esasynda kesgitlenilýär. Onuň üçin nokadyň töwereginde wagyt momentyna baglykda göniçyzykly bölekleri

tapawutlandyrmaly, ol nul debit bilen häsiýetli tapawutlanyp biler.

Drenirlemäniň udel göwrüminiň $\alpha\omega_i(t)$ ululygyny (12) deňlemäniň sanyny andygynyň göniçyzykly böleginden tapyp bolýar.

$$\alpha\omega_i(t) = \frac{P_0 T_p I_{\text{dob}_i}(t)}{T_0 \Delta(P_n / z(P))}. \quad (13)$$

Guýular boýunça t wagtyda hereket edýän drenirlemäniň udel göwrümini jemlemek seredilýän wagtyda känçanyň $\alpha\Omega(t)$ umumy drenirlemäniň umumy göwrümini berer.

$$\alpha\Omega(t) = \sum_{i=1}^N \alpha\omega_i(t). \quad (14)$$

Wagt boýunça drenirlemeginiň umumy göwrümi kesgitlemek känçanyň özleşdirmesiniň taryhyna degişli bolup $\alpha\Omega = \alpha\Omega(t)$ integral egrini gurmaklyga kömek berýär. Bu baglanşyk känçanyň drenirleýän göwrüminiň wagyt boýunça dinamiki baglanşygyny häsiýetlendirýär. Bu egriniň teoretiki görnüşi 1, 2, 3-nji suratlarda görkezilen, ol alynan maglumatlary matematiki eksperimentde alyndy. Integral egriniň derňewi käniň özleşdirmesiniň ikinji fazasyna geçýänligini kesgitleýär.

Bu bolsa belli formula boýunça drenirleýän göwrümi laýyklykda gazyň başlangyç goryny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

$$Q_{\text{gor}} = \alpha\Omega \cdot P_b \cdot T_0 / (P_o \cdot T_{\text{gat}} \cdot Z_b) \quad (15)$$

bu usul gazyň goryny kesgitlemekden başga-da käni özleşdirmeginiň analizini düýpli giňeltmäge ygtyýar berýär we oňa indiki punktlary birikdirýär.

1. Her ulanylýan guýy üçin (debitiň dinamikasy bilen bilelikde) wagta görä gatlagyň dinamiki täsirli göwrüminiň (umumy gazdoýgunly göwrümüne bagly bolan onuň udel

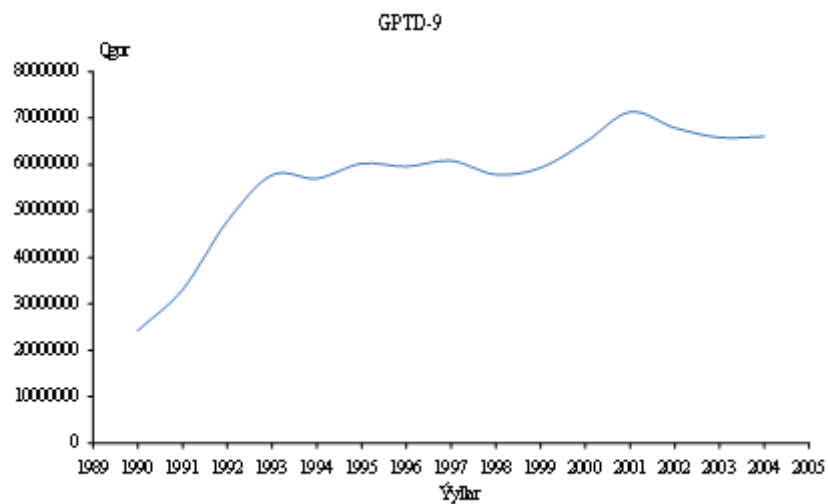
ululygynyň) analizi guýyny ulanmagyň peýdalylygyna we oňa täsir edýän faktorlary bahalandyrmaga ygtyýar berýär. Täsirli udel göwrümine laýyklykdaky gorlaryň ululygyna guýynyň fondy boýunça bu ululygyň ýaýrama (paýlaşma) egrisini gurmak önümlü gatlagy deňölçeğ(siz)li drenirlemegiň derejesi baradaky netijäni üpjün edýär. Wagta görä bu paýlanmanyň dinamiki analizi guýynyň işçi debitleriniň gaýtadan paýlanmagy boýunça teklipleri almaga ygtyýar berýär.

2. Wagta görä kãnleriň täsir edilýän gazdoýgunly göwrüminiň (gorlaryň) integral görkezijisiniň analizi (şol wagtky gaz berijiliginiň we ulanylýan guýynyň täsirli sanynyň baglansyklary bilen bilelikde) drenirlemek bilen gorlary tutmagyň depgineni we oňa täsir edýän faktorlary bahalandyrmaga mümkinçilik berýär. Integral görkezijini şol wagtky gaz berijiligine baglylykda gurmak mümkin.

3. Kãnleriň drenirlenýän göwrüminiň ulanylýan guýynyň täsirli sanyna bolan baglansygy guýynyň täsirli fondy bilen gaz gorlaryny doly gurşap almak baradaky soraga jogap bermäge ygtyýar berýär. Bu baglansyk boýunça kãnleri geljekde burowlamagyň maksada laýyklygy barada bölekleyin pikir ýöretmek mümkin.

4. Bir girizilýän guýa ýa-da wagta görä täsirli guýa ortaça düşýän drenirlemegiň ortaça udel göwrüminiň guýynyň täsirli sanyna ýa-da şol wagtky gaz berijilik koeffisiýentine baglansygynyň analizi gorlardan gurşap alýan ululygyna görä girizilen guýynyň peýdalydygyna baha bermäge bermäge mümkinçilik döredýär.

Hödürlenýa usulyň artykmaçlygy başlangyç maglumat höküminde guýy boýunça ilkinji senagat maglumatlary (guýy boýunça gatlak basyşynyň we debitleriniň üýtgemegi) ulanmak bolup durýar. Meselem gatlagyň ortaça öleşenen basyşyny hasaplamagyň zerurly ýok. Gaz gorunyň umumy ulalygynda guýyny ýerleşdirmegiň tory boýunça olaryň bagly paýlanmagyny alyp bolýar. Bu usul äňleri öleşdirmegiň analizini düýpli giňeltmäge mümkinçilik döredýär.



III. FILTRASIÝANYŇ STASIONAR REŽIMLERINDÄKI GAZ WE GAZKONDENSATLY GUÝULARYŇ GAZGIDRODINAMIKI USULLARYŇ DERŇEWLERI

3.1. Guýyny gazogidrodinamiki derňewlere taýýarlamak

Gaz guýysyny gazogidrodinamiki derňewlerine indikiler bilen şertlendirilýär.

1. Derňewiň maksadyny (ilkinji, häzirki, ýorite) we talap edilýän maglumatyň sanyny kesgitlemek.

2. Känleriň geologiki aýratynlyklary we öýjükli gurşawyň hem-de alynýan önümiň häsiýetnamasy, ýagny çyglygyň möhüm mukdarynyň kondensasion suwunyň, kondensatyň, filtratyň) we gaz düzümindäki agressiw komponentleriň barlygy, prizaboý zonasynyň ýumrulmak mümkinçiligi, derňew prosesinde guýynyň şahasynda gidratlaryň döremegi, dabanlyk suwuň konusynyň sumdürilmegi.

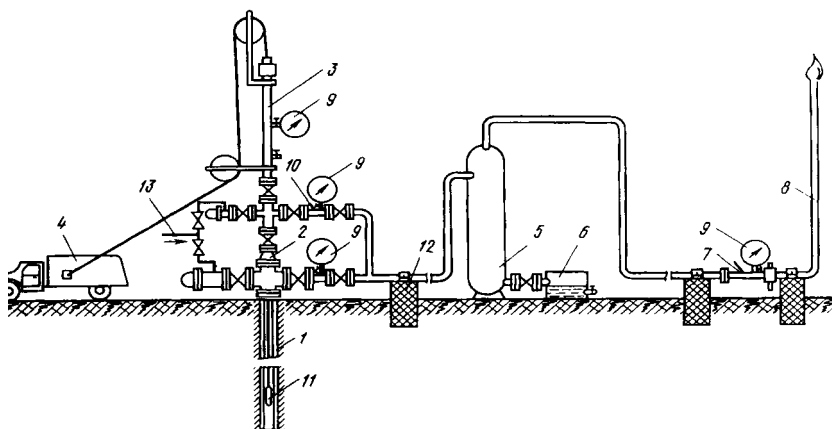
3. Guýynyň we ulanylýan çuňluk enjamlarynyň konstruksiýasy (gurluşy).

4. Käniň özleşdirilmeginiň derejesi, ýagny gazy ýygnama we guratma boýunça ýerasty kommunikasiýalaryň barlygy, derňew prosesinde basyşy, temperaturany we guýy debitini çäklendirýän faktorlar we ş.m.

Burawlanan guýyny barlap görmekden öň, zaboýda cage – toýunsow dykylygyň döremegine ýol bermezden, ony özleşdirmek zerur. Gatlagyň ýumrulma we dabanlyk suwunyň konusynyň süýnme mümkinçilikleriň bolan şertinde gatlagy uly depressiýalary ýetirmek bolmaýar. Garaşylýan debiti laýyklykda guy zaboýyndan gaz akymy bilen gaty we suwuk garyndylary çykarmagy üpjün edýän fontan turbalarynyň konstruksiýalaryny saýlamak zerurdyr. Ady agzalan şertleri berjaý etmek bilen, guýyny gysylan howa bilen arassalamak üçin indiki tertipde jemlenen köptoparly usuly ulanmak gerek: ilki bilen kiçiräk diametrli şaýbany (ştuser) oturtýarlar;

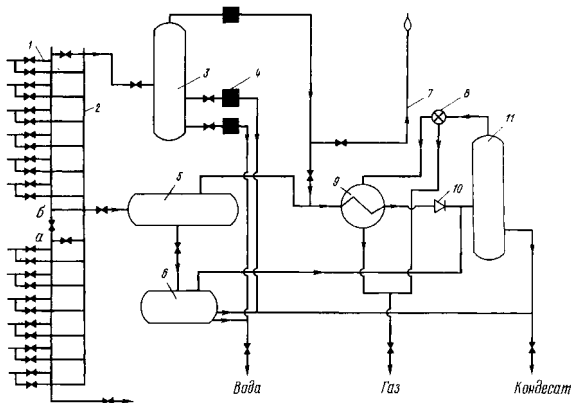
şaybanyň diametrini ýuwaş-ýuwaş ulaltmak bilen 4-5 nokat alýarlar; soňra şaybanyň diametrini başdakysyna çenli kiçeldip, ýene-de ters tertipde 4-5 nokat alýarlar. Düzgün boýunça, arassalama prosesinde hersine 30-40 min sarp edip, 2-3 gezek howa üfleýärler.

Gysylan howa arkaly arassalamak prosesinde separasion gurnaglaryň kömegi bilen gaz akymyndaky garyndylaryň çykyşyna gözegçilik edilýär. Guýyny köptoparly usul bilen özleşdirmе we arassalama prizaboý zonasyny ýokary hilli arassalamaga we onuň arassalanyşynyň derejesini (başdaky we soňraky ýagdaýyny deňeşdirmek bilen) kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Guýy önümçiligine täsir edýän sebäpleri ýüze çykarmak üçin çuňluk debitölçýji, sesölçýji, termometr we ş.m. ulanylýar. Känleriň häsiýetine, maksatlaryna, ulanylmagyna, özleşdiriliş derejesine garaşlylykda gazogidrodinamiki barlaglary geçirmek üçin guýynyň agzy esasan iki shema boýunça abzallaşdyrylýar (1-2-nji suratlar).



1-nji surat. Gazy taýýarlama boýunça gurnaga birikdirilmedik guýynyň agzyny abzallaşdyрма.

1-guýy; 2-fontan armaturasy; 3-lubrikator; 4-ýük galdyryan maşyn; 5-separator; 6-suwuklygy ölçeme üçin gap; 7-DIKT; 8-çyra liniýasy; 9-manometrler; 10-termometr; 11-çuňluk enjamy; 12-asma liniýalary berkidiji; 13-ingibitory girizýän liniýa.



2-nji surat. Gazy taýýarlamak boýunça gurnaga birikdirilen guýynyň agzyny abzallaşdyрма. 1-girelge liniýalaryň blogy; 2-gözegçilik ölçemeleriň liniýasy; 3-gözegçilik separatory; 4-ölçemeleriň merkezi; 5- Ibasgançagyň separatory; 6-bölüji gap; 7-çyra liniýasy; 8-ýylylyk režimini sazlaýjy; 9-ýylylykçaşyjy; 10-sazlanýan ştuser; 11-II basgançagyň separatory; a we b – sürme kiltleri

Önümçilik gazgeçiriji punkta birikdirilmedik guýynyň agzy gazogidrodinamiki barlagyň önünden lubricator, nusgalyk manometrler, separator, çykdaýjyny ölçeýji, termometrler we çyra üçin asma liniýalary bilen abzallaşdyrylýar. Göz önünde tutulýan işlere laýyklykda görkezilen shemadan käbir üýtgeşmeler bolup biler. Hususanda, eger çuňluk debitometriýasy geçirilende ýa-da zaboý basyşynyň we temperaturasynyň distasion enjamlar bilen ölçenilmeginde, adaty lubrikatoryň deregine enjamlary kabul bilen aşak düşürýän lubricator goýulýar. Şunlukda ýük galdyrýan maşyn AKC-64, АПЛ-64, АКЦИ-7 geofiziki karotaz stansiýalaryň maşynlarynyň birine çalşylýar. Eger alynýan gazda çaklanýan çyglyk mukdaryna garaşylmasa we çuňluk enjamlaryny aşak düşürme zerurlygy bolmasa, onda zaboý we gatlak basyşlaryny agyz ölçegleri boýunça hasaplama ýoly bilen kesgitlep bolar, şonda guýynyň agzyny lubricator bilen abzallamagyň zerurlygy ýok. Düzgün boýunça, agzalan ýagdaý tejribede

dabanlyk suwunyň ýoklugynda uly bolmadyk kuwwatlykly çuň däl gaz kânlerinde duş gelýär.

Gazyýygnaýjy kâr punktlaryna birikdirilen guýularyň agzyna birleşdirmeginiň iň giňden ýaýraň shemasy olaryň hersini özbaşdak barlamagy göz önünde tutýar. Şeýle shema guýynyň agzyny diňe lubricator, nusgalyk manometrler, termometrler bilen abzallaşdyrmagy we barlanýan guýyny barlag liniýasyna birikdirmegi talap edýär. Gazyň debiti barlag liniýasynda gurnalan çykdaýjy ölçeýjiniň maglumatlary boýunça kesgitlenýär. Bellenen barlagy geçirmek üçin umumy kollektoryň girelgesi *a* sürme kilti bilen ýapylýar we 2 barlag liniýasynda *b* sürtme kilti açylýar (2-nji surata seret). Gurulan we özleşdirmäge berilen kânlerde ingibitoryň guýa geçmeginiň zerurlygy özleşdirmе taslamasy tarapyndan göz önünde tutulýar. Gazogidrodinemiki we toplumlaýyn barlaglaryň köpüsi gazyýygnaýjy punkta birikdirilen guýularda geçirilýär. Guýa birikdirilen barlaglaryň gowy tarapy derňew işlerini gazy atmosfera çykarmazdan geçirmek mümkinçiligindedir.

Emma gazy gazgeçirijiden çykarmak bilen geçirilýän derňewde gatlak we agyz (separatordan soň) basyşlarynyň tapawudy gazyň gatlakda zaboýa çenli, guýynyň şahasy boýunça hereketindäki basyşynyň ýitgileriniň, şeýle-de derňew usulýetiň göz önünde tutan ähli 5-6 režimlerdeki separatoryň ýitgileriniň öwezini doldurmaly. Käbir ýagdaýlarda, ýagny haçanda guýular pes basyşly gatlaklaryň üstüni açanda we ähli kânleriň özleşdirilmeginiň jemleýji tapgyrynda gazy gazgeçirijiden çykarmak bilen geçirilýän derňewler belli bir kynçylyklara serewar bolýarlar. Bu ýagdaý gazgeçirijidäki basyş bilen separatordan soňky agyz basyşynyň arasyndaky kiçiräk tapawudyň derňew tapgyzларыnyň sanyny çäklendirýänligine baglydyr. Gazyýygnaýjy punkta birikdirilen guýyny abzallaşdyrmagyň umumy shemasynda agyz basyşynyň ýütgemeginiň ýeterlikli diapazonyny üpjün etme maksady bilen gazy atmosfera çykarmak bilen käbir derňewleri geçirmek üçin çyra liniýalary göz önünde tutulypdyr.

3.2. Derňewiň geçirilmegi

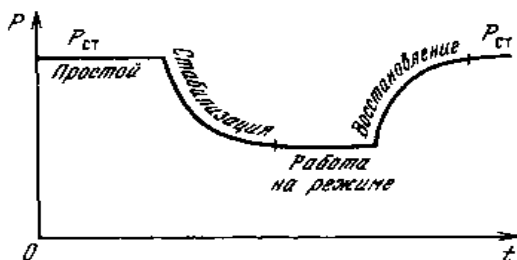
Gaz we gazkondensat guýularyny filtrasiýanyň stasionar režimlerinde derňemegiň meseleleri 1.1. punktda beýan edilen. Emma ýola goýulan saýlamalar usuly bilen kesgitlenip biljek parametrleriň we garaşlylyklaryň sanawy guýularyň ilkinji we toplumlaýyn derňewinde amala aşyrylýar. Guýulary stasionar režimde derňemek üçin öňünden taýýarlanan iş programmasy boýunça hereket etmeli. Programmanyň göz önünde tutan derňewleriniň sanawy taslama çözgütleriniň esasynda ýa-da getirilen bejeriş profilaktiki we intensifikasiýalaşdyrylan işlere görä kesgitlenýär. Derňew programmasyna laýyklykda we abzallaşdyrylyşa garaşlylykda degişli enjamlar, abzallar we gurallar taýýarlanylýar. Olary 1.2-nji suratlarda görkezilen shemalar boýunça guýuda montirleýärler.

Guýyny derňemezden öň ýola goýulan saýlamalar, usuly bilen guýa ýa-da käne degişli bolan geologo-senetçilik materiallary bilen tanyşmak zerurdyr. Eger basyşyň, debitiň we zaboý basyşynyň dikelme we kadalaşma prosesleri birnäçe we ondan köp sagatlap dowam etse, onda guý derňemegiň tizleşdirilen usullaryny amala aşyrmak gerek. Derňew başlanmazýndan öň, guýynyň agzyndaky basyş statistiki P_{st} bolmalydyr. Derňewi iň kiçi debitden başlap, ony režimden režime göni ýol bilen ulaltmaly. Statistiki basyşyň bellenmeginden we debitiň doly kadalaşmagyna garaşmak gerek. Ýola goýulan saýlamalar usuly bilen derňelen wagty guýynyň zaboý arassa bolmaly, ýogsa derňew netijesinde kesgitlenýän garşylyk koeffisiýentler üýtgäp durýarlar, bu bolsa indicator liniýasynyň bozulmagyna getirýär.

Zaboý basyşynyň debitiň we temperaturanyň aňlatmalary basyşyň we debitiň doly kadalaşmagyndan soň bellenmeli. Kadalaşmanyň şertleri basyşy, çykdaýjy ölçejidaky basyşyň düşmegini we temperaturanyň ölçemek üçin ulanylýan enjamlaryň durnukly görkezmeleri esasynda

belleniýär. Birinji tapgyrda diafragma (ştuserde) şu görkezmeler alnandan soň, guýyny basyşyň statistiki ýagdaýa çenli dikelmegi üçin ýapýarlar. Şu geçirilen işler guýynyň işiniň bir tapgyryny emele getirýär.

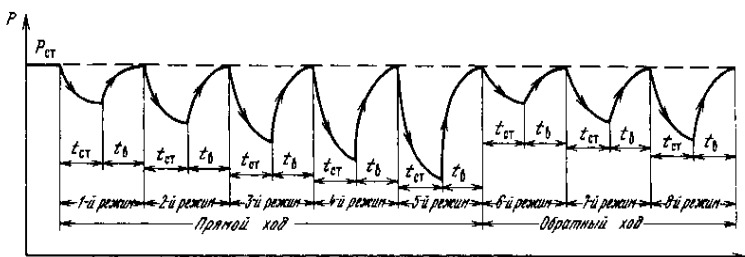
Bir tapgyrda doly kadalaşykly zaboý agyz basyşly we debitli, tapgyrdaky işi we guýynyň ýapylmagyndan soň doly dikelen basyşly basyşyň üýtgeме häsiýeti 70-nji suratda görkezilen. Basyşyň gatlakda täzedен ýerleşme prosesini, ýa-da basyşyň we debitiň kadalaşmagy diýlip atlandyrylan bu proses, goýberilenden soň öüjükli gurşawyň we göwrüm parametrlerine we oňa siňýän suwuklyklara we gazlara garaşly bolýar. Bu garaşlylygy ulanmak bilen, gatlak parametrlerini kesgitlemek bolar. Şonuň üçin guý derňewinde statistiki basyşy guýynyň goýberilmeginden öň, basyşyň we debitiň kadalaşma prosesini, basyşyň, debitiň we temperaturanyň kadalaşmagyndan soň guýynyň iş parametrlerini we basyşyň dikeme prosesini ýapylyşdan soň bellemek gerek. Bu informasiýa toplumy degişli işler bilen alnyp barlanda gatlagy we guý şahasynyň köp sanly filtrasion, göwrüm we tehniki häsiýetnamalaryny kesgitlemäge mümkinçilik döredýär.



3-nji surat. Guýynyň bir tapgyrda (režimde) derňemeginde basyşyň üýtgeме häsiýeti.

P_{st} ýetilenden soň, guýyny birinji režimden uly debiti we pes zaboý basyşy bilen tapawutlanýan täze režimde işledýärler. Ikinji režimde-de birinjidäki ýaly, zaboý basyşynyň

we debitiniň kadalaşma prossesleri, režimiň kadalaşmagyndan soňky parametrlrler we P_{st} ýetilmezden ön basyşyň dikelme prossesi ýazylyp belleniýär. Ähli 5-8 režimlerde hem basyşyň, debitiň we temperaturanyň görkezmeleri şeýle düzgünde alynýar (3-nji surat). Şeýlelikde, eger guý ýola goýlan 8 režimli saýlamalar usuly bilen derňelse, onda basyşyň we debitiň kadalaşmagynyň 8 egri çyzygy, ululygy boýunça dürli bolan zaboý basyşynyň we debitiniň 8 aňlatmasy, basyşyň dikelmeginiň 8 egri çyzygy emele gelýär. Bu maglumatlaryň gaýtadan işlenmegi bilen guýynyň iş režimini; filtrasion garşylyklaryň koeffisiýentlerini üç usul bilen – indikator egri çyzygy boýunça, basyşyň we debitiň kadalaşma egri çyzyklary boýunça we zaboý basyşlarynyň we debitleriniň gatlak basyşyny ulanmazdan utgaşdyrma boýunça; geçirijiligi üç usul bilen; zaboý zonasynyň parametrleriniň ýaramazlaşmagyny ýada oňatlaşmagyny; gatlagyň pýezogeçirijiligini; gatlagyň göwrüm parametrlerini; guýynyň getirilen radiusyny we başg. kesgitlemek bolar.



2-nji surat. Guýynyň filtrasiýanyň stasionar tapgyrynda (režiminde) derňelmwginde basyşyň üýtgeме häsiýeti

Ýola goýlan saýlamalar usuly bilen guý derňelende: basyşyň kadalaşma we dikelme şertlerini berjaý etmek; boşlugyň sütün aralyklanyndaky basyşa gözegçilik etmek; basyşy, temperaturany, gazyň debitini, suwuny, kondensatyny ölçemek; gaty garyndylaryň mukdaryny kesgitlemek zerurdyr.

Gaz akymynda suwuklygyň bolan ýagdaýynda, ters ýöriş režiminiň birinde has kiçi debit bolmaly. Bu ýagdaý zaboýda suwuklygyň barlygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Turbadaşyndaky boşlukda pakeriň we gaz akymynda çyglygyň uly mukdaryny bolmagy agyzdak basyş boýunça zaboý basyşynyň ýalňyş kesgitlenmegine getirýär. Şeýle ýagdaýda dürli režimlerdeki zaboý basyşy ýazga geçirýän çuňluk enjamlaryny ulanmak gerek. Eger zaboý abzaly we korrozion işjeň komponentler zaboý basyşyny çuňluk manometrleri bilen ölçemegi kynlaşdyrýan bolsalar, onda suwuklygyň we gazyň mukdaryna, guýynyň gurluşyna, turbalaryň garşylyk koeffisiýentlerine we akym gurluşyna garaşlylykda şeýle guýularyň zaboý basyşyny doly kesgitlemek üçin empiriki formulany çykarmak gerek.

Eger derňew geçiriljek guy barlaglardan öň işlän bolsa, onda ony ýapyp, basyşyň doly dikelmegine garaşmak gerek.

3.3. *a* we *b* filtrasion garşylyklaryň koeffisiýentlerini kesgitlemek

Filtrasion garşylyklaryň koeffisiýentleri gazyň fiziki häsiýetlerini, öýjükli gurşawyň filtrasion häsiýetlerini we filtrasiýanyň geometriki parametrlerini häsiýetlendirýärler. Filtrasion garşylyklaryň koeffisiýentleriniň aňlatmalary gaz we gazkondensat kânleri özleşdirmegiň taslamasynda we derňewinde ulanylýarlar. Bu koeffisiýentler şu indikilere garaşly bolup durýarlar:

- gazyň düzümine, guýulary derňeme we ulanma proseslerindäki faza geçirijiklere, gazyň we gazkondensat garyndynyň häsiýetlerine;
- filtrasiýa kanunlaryna;
- öýjükli gurşawyň mehaniki, göwrümlü we filtrasion häsiýetlerine, gatlagyň anizotropiýasyna;
- aýratyn režimlerdeki derňew prosesiniň dowamlylygyna;

- öýjükli gurşawyň we gazyň termobariki parametrlerine;
- guýynyň gurluşyna we gatlagyň üstüni açmagyň kämil derejesine;

- önümlü kesimi açmagyň ýuwujy garyndynyň we guýuda bejeriş-profilaktiki işleriň geçiriliş hiline;

- gatlagyň gaz önümliliginiň ululygyna we beýleki faktorlara hem-de parametrlere.

a we b koeffisiýentleri kesgitleýän formula girýän hemme parametrler (şepbeşiklik, ýokarygysyjylyk, geçirijilik, makrobüdürlilik koeffisiýentleri, gazyň dykzlygy, temperature, iýmitlendirmegiň we guýynyň konturlarynyň radiuslary, birsyhçyzlyk koeffisiýentleri) basyşa, derňewiň dowamlylygyna, öýjükli gurşawyň gaz we suw bilen üpjünçiligine, goňşy guýularyň barlygyna we olaryň toplanýş we çykyş şertlerine, öýjükli gurşawyň ýylylyk häsiýetlerine we ş.m. garaşlydyr.

a we b koeffisiýentleriň ululyklaryny bilmezden özleşdirmiş prosesinde guý debitlerini, ylaýta-da, käniň önümçilik mümkinçiliklerini maglumatlaşdyryp bolmaýar. Şonuň üçin käni özleşdirmek üçin alynyp barylýan taýýarlyk işleriniň esasy maksady - a we b koeffisiýentleri kesgitlemekdir. Derňewden geçen guýularyň netijeleri boýunça a we b koeffisiýentleriň ululyklary kesgitlenýär we kânleri özleşdirmegiň taslamasynda olar belli bolup durýarlar. Elbetde, her guýynyň ozone mahsus filtrasion garşylyklarynyň koeffisiýentleri bolýar. Şonuň üçin käni özleşdirmegiň taslamasynda a we b koeffisiýentleriň ortaşalanan aýlatmalary kesgitlenýär.

Gazyň guýa akmagynyň formulasyndan gelip çykyşyna görä, bir deňlemede iki näbelli garşylyk koeffisiýentler bar. Gatlak we zaboý basyşlarynyň we debitleriniň ululyklarynyň aňlatmalarynyň belli bolan ýagdaýynda a we b koeffisiýentleri kesgitlemek üçin iň bolmanda birmeňzeş a we b aňlatmaly akymyň iki deňlemesi bolmaly. Emma, a we b ululyklarynda uly ýalňyşlygy emele getirýän gatlak we zaboý basyşlarynyň

we debitleriniň ýalňyş kesgitlenmegine sebäp bolýan iki režimli usul giň gerim almady, ýogsa matematiki taýdan seredilende bu usul goşmaça teswire mynasyp däl.

a we *b* koeffisiýentlerini kesgitlemek üçin guýyny 5-8 režimden az derňemezligi talap edýän, grafiki usul giňden ýaýrady. Şeýle-de 8 režimiň 2-3-si ters ýörişde, ýagny uly debitden kiçä tarap alnyp barmaly, bu işiň maksady – deňeşdirme kiçi debitlerde alnan maglumatlary barlamakdyr.

Senetgilikde köplenç režimleriň sanynyň, esasan-da haçanda olar debitleriň minimaldan maksimale çenli üýtmeğiniň tutuş diapazonyny öz içine alanlarynda, netijeleri nädogry interpretasiýasyna getirýänligini bellemek gerek. “Gaz we gazkondensatly gatlaklaryň we guýularyň toplumlaýyn derňewi boýunça görkezme” atly tassyklanan normatiw dokumente garamazdan, debitleriň dar diapazonda üýtgemeginiň derňewiniň režimleriniň çäklendirilen sany we ilkinji we döwürleýin derňewleriň çäklendirilen sany zerarly soňky ýyllarda taslama kärhanalarynyň alýan gutarnykly maglumatlarynyň hili diýseň ýaramazlaşdy. Ýlmy-tehniki ösüşiň, taslamada we özleşdirme derňewinde EHM-nyň giňden ulanylýan döwründe gutarnykly maglumatyň mukdaryna we hiline bolan talaplar güýjedi, emma ýokary hilli derňewleri geçirmek işleri bolsa gowşady. Bu gapma – garşylygy aradan aýyrmak üçin gaz we gazkondensat kânlerini özleşdirmegiň taslamasynyň içine girýän derňew işleriniň alnyp barlyşyna gözegçilik etmek gerek.

Aşakda 7 režimde barlag geçirilen bir guýynyň mysalynda *a* we *b* koeffisiýentleriň grafigi usul bilen kesgitlenişi getirilen. Barlagyň maglumatlary boýunça P_{gat} , P_z we Q kesgitlenipdir. $P_{\text{gat}}^2 - P_z^2$ dürli režimlerdeki aňlatmalary hasaplandy. Soňra ΔP^2 we Q arasyndaky garaşlylyk düzüldi we 74-nji suratda görnüşi ýaly, indikator egri çyzyklygy koordinatlaryň başyndan geçýär. Δ^2/Q -dan Q çenli koordinatalarda işlenen indikator egri dykzlygy 3-nji suratda görkezilen grafik boýunça $\Delta P^2/Q$ okda kesilýän $a = 0,180$ we

kesim hökmünde a koeffisiýenti we $b = 0,000138$ deň göni çyzygyň oka gyşaran burçyň tangensi hökmünde b koeffisiýenti kesgitlemäge mümkinçilik berdi.

Nokatlaryň (guy derňewleriniň režimleriniň) köp mukdarynda filtrasion garşylyklaryň koeffisiýentleri sanly usul bilen hem kesgitlenip bilner.

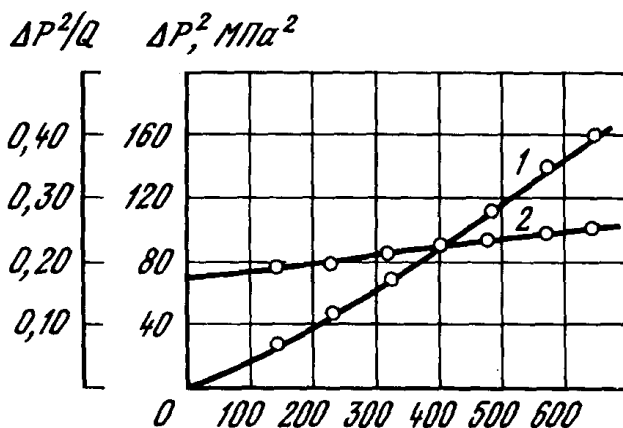
Sanly usuly režimleriň 10 geçen ýagdaýynda ulanmak oňaýly hasaplanýar. Şeýle-de eger nokatlaryň arasynda ΔP^2 we Q umumy kanunylykdan gös-göni tapawutlanýanlara bar bolsa, onda bu nokatlaryň aňlatmalaryny a we b koeffisiýentleriň sanly usulda kesgitlenen ýagdaýynda taşlamak gerek. Ýogsa şu hili göze dürtme ýalňyş nokatlar a we b ululyklarynyň gaty ýokary galdyrylmagyna ýa-da peseldilmegine, köp halatlarda otrisatel b koeffisiýente getirýärler. a we b koeffisiýentleri kesgitlemegiň sanly usuly iň kiçi kwadratlaryň usuly esasynda alynan. Filtrasion garşylyklaryň koeffisiýentlerini kesgitlemek üçin formulanyň şeýle görnüşi bar:

$$a = \frac{\Sigma \Delta P^2 / Q \Sigma Q^2 - \Sigma Q \Sigma P^2}{N \Sigma Q^2 - (\Sigma Q)^2} \quad (1)$$

$$b = \frac{N \Sigma \Delta P^2 - \Sigma Q - \Sigma \Delta P^2 / Q}{N \Sigma Q^2 - (\Sigma Q)^2} \quad (2)$$

bu ýerde N – režimleriň umumy sany.

(1) we (2) formulalar boýunça kesgitlenen a we b koeffisiýentleriň aňlatmalary režim sanynyň $N = 7$ bolan ýagdaýda 0,168 we 0,0001371 deň bolýar. Şeýle deňeşdirme gowy gabat gelişlik seredilýän guýynyň derňew işleriniň hili bilen alnandyr.



3-nji surat. ΔP^2 (1) we $\Delta P^2/Q$ (2) kanunylyklaryň Q garaşlylygy.

Gatlak basyşynyň näbelli bolan ýagdaýlarynda derňewiň netijeleri $(P_{3i}^2 - P_{3n}^2)/(Q_n - Q_i)$ -dan $Q_n + Q_i$ çenli koordinatalarda işlenilip, a we b koeffisiýentler (grafigi ýa-da sanly usul bilen) kesgitlenilip bilner. Näbelli gatlak basyşda a we b koeffisiýentlerini sanly usul bilen kesgitlemek üçin ulanylýan formulanyň görnüşi şeýle

$$a = \frac{\Sigma(P_{3i}^2 - P_{3n}^2)/(Q_n - Q_i) \Sigma(Q_n + Q_i)^2 - \Sigma(Q_n + Q_i) \Sigma(P_{3i}^2 - P_{3n}^2)(Q_n + Q_i)/(Q_n - Q_i)}{N \Sigma(Q_n - Q_i)^2 - [\Sigma(Q_n - Q_i)]^2} \quad (3)$$

$$b = \frac{N \Sigma(P_{3i}^2 - P_{3n}^2)/(Q_n - Q_i)/(Q_n + Q_i) - \Sigma(Q_n + Q_i) \Sigma(P_{3i}^2 - P_{3n}^2)/(Q_n - Q_i)}{N \Sigma(Q_n - Q_i)^2 - [\Sigma(Q_n - Q_i)]^2} \quad (4)$$

bu ýerde N – indiki formula boýunça kesgitlenýän birleşmeleriň sany:

$$N = \sum_{i=1}^n (m-1) \quad (5)$$

bu ýerde m – režimleriň tertip sany.

3.4. Indikator egri çyzygyň formasyna täsir edýän faktorlar. Gatlak we zaboý basyşlarynyň nädogry kesgitlenmeginiň indicator egri çyzygynyň formasyny täsir edişi

Gazyň guýa akyşynyň şekillendiren formula (6) parabolanyň formulasyna meňzrşdir. Şonuň üçin $\Delta P^2 = P_{\text{gat}}^2 - P_{\text{zi}}^2$ we Q arasyndaky garaşlylyk diýlip atlandyrylan indicator egri çyzygy koordinatalaryň taşlanýan ýerinden geçýär. Eger indicator egri çyzyklygy koordinatalaryň başlanýan ýerinden geçmese, onda akyşlaryň deňlemesine ΔP^2 guýynyň Q debiti birleşdirýän parametrleriň biri ýa-da birnäçesi täsir edýändir. Üstesine-de şol parametrleriň bir bölegi ölçelmeli, beýlekisi bolsa – kesgitlenmeli.

Ölçelýän parametrlere gatlak we zaboý basyşlary we dürli iş tertipdäki guy debitleri degişli. Guýynyň debiti basyşyň we gaz temperaturasynyň üsti bilen diafragmanyň belli bolan geçiş kesişmesi üçin goşmaça kesgitlenýär (soplo, ştuser, ugrukdyryjy ştuser we ş.m.).

Ýokarda edilen beýqnlardan gelip çykyşyna görä, indicator egri çyzyklyşynyň formasyny bulaşdyrýan factor hökmünde gatlak we zaboý basyşlaryny we debitlerini ölçemekde goýberilýän ýalňyşlyklary hasap etmeli. Bu parametrleri ölçemegiň takyklygy ulanylýan manometrleriň, difmanometrleriň we termometrleriň takyklygyna garaşlydyr. Nebit we gaz kânlerine niýetlenip öndürilýän manometrleriň dogry işlemegi ölçelýän basyşyň ululyk çäGINE, ölçeýiş usulyna (zaboýda ýa-da guýynyň agzynda), ýazgy etme usulyna (anologly, sanly, wizual) we manometrleriň görnüşine baglydyr. Basyş ölçemekde ulanylýan in gowy nusgalyk manometrleriň iş takyklygy 0,16 %, in ýaramazlarynyňky bolsa - 0,4 %. Eger ýerli ýazga geçirişli çuňluk ölçeme geçirilen bolsa, onda manometriň emele getiren ýalňyşlygynyň üstüne diagrammany aýdyňlaşdyrmanyň ýalňyşlygy-da goşulan. Bu

ýerde diňe gatlak we zaboý basyşlaryny ölçemekde goýberilen ýalňyşlyklar göz astyna alynýar.

1. Meselem, ölçenen P^*_{gat} gatlak basyşy hakyky P_{gat} basyşdan δ_1 ululyga çenli tapawutlanýar. Şonda hakyky gatlak basyşy şu formula boýunça kesgitlener

$$P_{\text{gat}} = P^*_{\text{gat}} + \delta_1. \quad (6)$$

Ölçenen gatlak basyşynyň ululygy üçin akymyň deňlemesi şeýle bolar

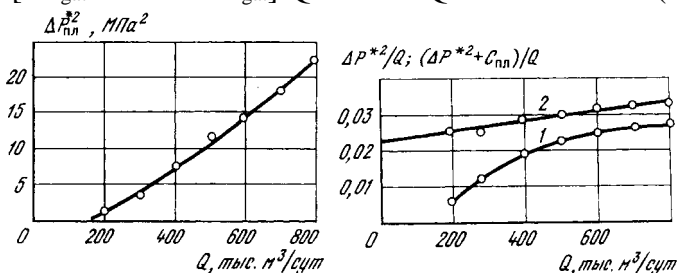
$$P^{*2}_{\text{gat}} - P_z^2 = aQ + bQ^2 - C_{\text{gat}} \quad (7)$$

bu ýerde

$$C_{\text{gat}} = 2P^*_{\text{gat}} \cdot \delta_1 + \delta_1^2. \quad (8)$$

Eger gatlak basyşynyň hakyky aňlatmasy näbelli bolsa, onda ilki bilen guy derňewiniň netijelerini Q debitden başlap $P^{*2}_{\text{gat}} - P_z^2$ çenli gaýtadan işlemek gerek. Şunlukda indicator egri çyzygy ΔP^{*2} okda C_{gat} deň bolan kesimiň arasyny kesip geçer. Soňra, C_{gat} bilmek bilen, δ_1 hasaplamak bolar, filtrasion garşylyklaryň koeffisiýentlerini bolsa Q debitden $(\Delta P^{*2} + C_{\text{gat}})/Q$ çenli koordinatalarda düzülen garaşlylygyň esasynda grafıgi usul bilen kesgitlemek bolar. Netijeli gaýtadan işlemegiň formulasy şu ýagdaýda şeýle bolar

$$[\Delta P^{*2}_{\text{gat}} - P_z^2 + C_{\text{gat}}]/Q = a + bQ. \quad (9)$$



4-nji surat. $\Delta P_{\text{gat}}^{*2} = P^{*2}_{\text{gat}} - P_z^2$ Q arasylylygy.

5-nji surat. $\Delta P^{*2}/Q$ (1) we $(\Delta P^{*2} + C_{\text{gat}})/Q$ Q garaşlylygy.

$\Delta P_{\text{gat}}^{*2} - P_z^2$ Q çenli koordinatalarda gatlak basyşynyň nädogry kesgitlenmegindäki indicator egri çyzygynyň görnüşi 75-nji suratda görkezilen. Indikator egri çyzygynyň $[\Delta P_{\text{gat}}^{*2} -$

$P_z^2]/Q$ we $[\Delta P_{\text{gat}}^{*2} - P_z^2 + C_{\text{gat}}]/Q$ Q çenli koordinatalarda gaýtadan işlenmegi 76-njy suratda görkezilen. Suratdan görnüşi ýaly $[\Delta P_{\text{gat}}^{*2} - P_z^2]/Q$ Q garaşlylygynyň koordinatalarynda gaýtadan işlenen indicator egri çyzygynyň gatlak basyşynyň nädogry kesgitlemegi a we b koefisiýentleri kesgitlemäge mümkinçilik bermeýär. ΔP^{*2} Q we $\Delta P^{*2}/Q$ Q garaşlylygynyň formasy gatlak basyşynyň peseldilendigini ýada ähli iş tertiplerdäki zaboý basyşyň ýokarlandyrylandygyny görkezýär. Bu ýagdaýlaryň ikisi-de 75-nji suratda görkezilen indicator egri çyzygynyň emele gelmegine getirýär. a we b koefisiýentler diňe indikator egri çyzygy C_{gat} (7) formula boýunça gaýtadan işlenen ýagdaýynda kesgitlenip bilner. (7) formula boýunça gaýtadan işlenen netijeler 76-njy suratda 2 liniýa bilen görkezilen, oňa laýyklykda $a = 0,0235$ we $b = 0,0000125$.

2. Meselem, d tertiplerde ölçenen P_{zi} basyşlar hakyky basyşlardan δ_2 ululyga çenli tapawutlanýarlar. Şonda hakyky zaboý basyşlar şu formula bilen kesgitleneler

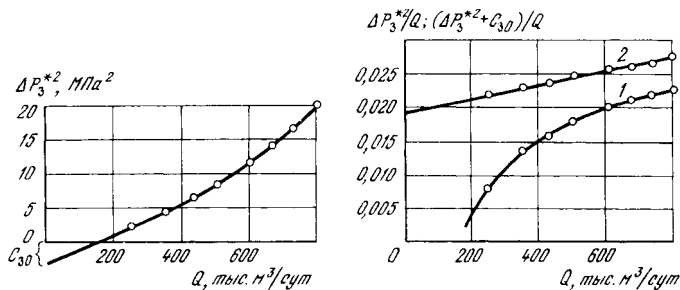
$$P_{zi} = P_{*zi} - \delta_{2i}, \quad (10)$$

bu ýerde δ_{2i} – zaboý basyşynyň i iş tertipde ölçelmeginde goýberilen ýalňyşlyk. (10) formula ölçelen zaboý basyşynyň hakyky basyşdan ýokarydygyny çak edýär. Eger ölçenen zaboý basyşy hakyky P_{zi} basyşdan pes bolsa, onda (10) formula şeýle berler

$$P_{zi} = P_{*zi} + \delta_{2i}, \quad (11)$$

Zaboý basyşyny kesgitlemekde goýberilen bu ýalňyşlyklar ýokarda getirilen gatlak basyşynyň ýalňyşlyklaryna meňzeşdir. Bu ýerde peseldilen gatlak basyşynyň we zaboý basyşynyň ýokarlandyrylan aňlatmalarynyň deň hatarda indikator egri çyzygynyň formasynyň bozulmagyna getirýänligini belläp geçmek gerek. Edil şonuň ýaly gatlak basyşynyň ýokarlandyrylan we zaboý

basyşynyň peseldilen aňlatmalary indikator egri çyzygynyň formasyny bulaşdyrýarlar. Bir wagtda goýberilen, birmeňzeş ýalňyşlyklarda we gatlak hem zaboý basyşlarynyň ölçeginde bu ýalňyşlyklar käbir ýagdaýlarda indikator egri çyzygynyň formasyna zyýan ýetirmän bilerler. Ýene-de bir zady bellemeli, eger-de gatlak basyşynyň kesgitlenmesinde δ_1 ýalňyşlygyň ähli iş tertiplerinde ýenetäk bir aňlatmasy bolan bolsa, onda zaboý basyşynyň kesgitlenmeginde δ_{2i} ýalňyşlygyň her bir iş tertibinde öz aňlatmalary bolup biler. Şonuň üçin derňew netijeleriniň gaýtadan işlenmeginde her bir iş tertibi üçin δ_2 kesgitlenilse ýerlikli bolardy.



6-njy surat. $\Delta P_{\text{gat}}^{*2} = P_{\text{gat}}^2 - P_z^{*2}$ Q garaşlylygy.

7-nji surat. $\Delta P_z^{*2}/Q$ (1) we $(\Delta P_z^{*2} + C_{30})/Q$ Q garaşlylygy.

Zaboý basyşlaryny ölçemegin ululyklarynyň ulanylmagynda akymyň deňlemesi şeýle bolar

$$P_{\text{gat}}^2 - P_{zi}^{*2} = aQ + bQ^2 - C_z. \quad (12)$$

bu ýerde

$$C_3 = 2P_{zi}^{*2} \delta_2 - \delta_2^2. \quad (13)$$

$Q = 0$ bolanda $P_z = P_{\text{gat}}$ göz öňünde tutup, C_{z0} ululygy şu formula bilen kesgitläp bolar

$$C_{z0} = 2P_{\text{gat}}^2 \delta_2 - \delta_2^2. \quad (14)$$

P_{gat} we C_{z0} hakyky ululygyny bilmek bilen, $P_{zi}^{*2} - Q$ garaşlylygynyň grafiginden δ_2 ululygyny kesgitläp

bolar. Belli bolan P_{zi}^* we δ_2 boýunça bir iş tertibi üçin C_{zi} hasaplamak kyn düşmez. C_{zi} ululygy zaboý basyşynyň peselmegi bilen azalýar. Şonuň üçin, düzgüne görä, C_{z0} soňky geljek C_{zi} aňlatmalaryň arasynda maksimal ululyga eýedir. Ölçelen zaboý basyşynyň ululyklaryň esasynda düzülen indikator egri çyzygy 6-njy suratda görkezilen. $[P_{gat}^2 - P_z^{*2}]/Q$ Q-den garaşlylygynyň koordinatalarynda gaýtadan işlenen 1 egri çyzyk 7-nji suratda görkezilen we a we b koeffisiýentlerini kesgitlemäge mümkinçilik bermeýär. P_{zi} ölçemegiň ýalňyşlygynyň düzedilmesini göz astyna almak bilen egri çyzygyň $[P_{gat}^2 - P_{zi}^2 + C_{zi}]/Q$ Q-den garaşlylygynyň koordinatalarynda gaýtadan işlenilmegi 78-nji suratda 2 liniýa bilen görkezilen, oňa laýyklykda $a = 0,0195$; $b = 0,00001075$.

Akymyň kadalaşmadyk düzgüninde gaz guýusyny derňemegiň maglumatlary boýunça gatlagyň süzülme we sygym ululyklaryny kesgitlemek

Guýunyň düýp basyşynyň ösmek görkezjisini gaýtadan işlemek indiki formula boýunça geçirilýär

$$P_d^2 = P_{d.o}^2 + \beta Q_o \ln \frac{2,25\chi}{R_{g.get}} + BQ_o^2 + 2,3\beta Q_o \lg t \quad (15)$$

ýa-da

$$P_d^2 = \alpha + \beta' \lg t \quad (16)$$

bu ýerde

$$\alpha = P_{d.o}^2 + \beta Q_o \ln \frac{2,25\chi}{R_{g.get}} + BQ_o^2 ; \quad \beta' = 2,3 \beta Q_o ;$$

$$\beta = \mu z_{at} P_{at} T_{gat} / (2\pi k h T_{st}); \quad R_{g.get} = R_g^* e^{-c}$$

Q_o – guýy saklanmazýndan öňki kadaly debiti ($t = 0$)

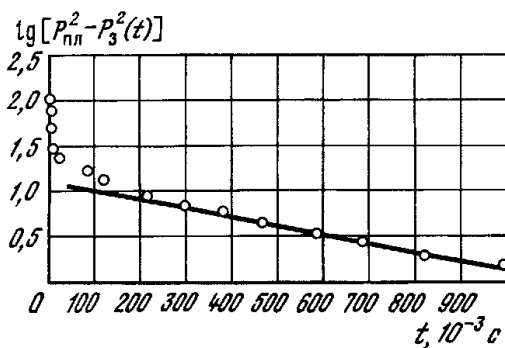
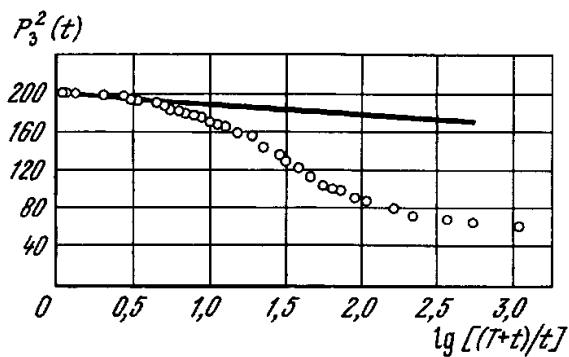
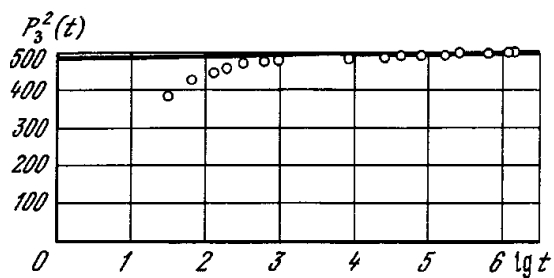
$$kh / \mu = 42,4 * Q_o P_{at} z_{at} T_{gat} / (\beta' T_{st})$$

B belli bolanda pýezogeçirijilik æ we mh
koeffisiýenti kesgitläris

$$\frac{\chi}{R_{g.get}^2} = 0,445 \exp \left[2,3 \frac{(\alpha - P_{d.o}^2 - B Q_o^2)}{\beta'} \right]; \quad \alpha = \left(\frac{k}{m} \right) \frac{P_{gat}}{\mu} \cdot 10^{-4}$$

$$mh = 2,25 \frac{kh}{\mu R_{g.get}^2} \frac{P_{gat}}{R_{g.get}^2} \exp \left[-2,3 \frac{(\alpha - P_{d.o}^2 - B Q_o^2)}{\beta'} \right]$$

bu ýerde, $kh/\mu - \text{mkm}^2 \cdot \text{m}/(\text{mPa} \cdot \text{s})$; $Q - \text{müň} \cdot \text{m}^3/\text{sut}$; T_{gat} we
 $T_g - \text{K}$; $h - \text{m}$; $\alpha/R_{g.get}^2 - \text{l/S}$; $\alpha - \text{m}^2/\text{S}$; $R_g - \text{m}$; $mh - \text{m}$;
 $B - 0.01(\text{MPa} \cdot \text{sut})^2/(\text{müň} \cdot \text{m}^3)^2$; $P_{at} - \text{MPa}$.



Surat 8. Dūyp basyşynyň ösüş egrisi (görkezjisi).

D-2 k nini n mysalynda der ew-barlag i leri durnuksyz d zg nd ki netijesi.

Tablisa 3.1

N� tertip	N� gu�y	hef	α	β	α_1	β_1	B_{hasa} p	kh/ m	hef	k
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	432	27	283 06	182 3,4	4,0 428	0,0 005	9942 ,075	14,5 001 7	27	0,0951 32
2	435	14,4	271 32	251 0,9	3,7 296	0,0 009	4833 ,67	14,7 363 9	14, 4	0,1816 83
3	436	22,4	284 02	190 7	4,2 202	0,0 011	1495 8,12	10,7 263 9	22, 4	0,0848 51
4	440	26	226 50	377 5	3,9 551	0,0 011	8124 ,133	7,32 288 1	26	0,0499 4
5	440	26	328 27	153 7,9	2,6 507	0,0 009	403, 0668	18,4 348 7	26	0,1269 4

3.5. Gatlagy gidrawliki ýarçyklamak

Bu ýerde P_{dk} – kese dag basyşy, MPa

$$P_{dk} = P_{dd} \frac{V}{(1-\nu)} \quad (17)$$

ν – dag jynsy üçin Puassonyň koeffisiýenti ($\nu = 0,2 - 0,3$);
 P_{dd} – dik dag basyşy, MPa:

$$P_{dd} = \rho_d g L_g 10^{-6}; \quad (18)$$

ρ_d – önümlü gatlagyň üstündäki dag jynsynyň dyklyzlygy, kg/m^3 ($\rho_d = 2600 \text{ kg/m}^3$); E – dag jynsynyň maýyşgakylyk moduly ($E = (1-2) 10^4 \text{ MPa}$); Q – jaýryk döretýän suwuklygy gysmagyň depgini, m^3/s (sorujy agregatyň häsiýetine laýyklykda);
 $\mu_{j.s}$ – jaýryk dörediji suwuklygyň şepbeşikligi, $\text{Pa} \cdot \text{s}$.

Süzülýän suwuklygy ulanylanda gatlagy ýarçyklaýyn düýp basyşyna takmynan baha bermek üçin indiki formulany ulanmak mümkin

$$P_{düy.p.ý} = 10^{-2} K L_g, \quad (19)$$

bu ýerde K – $(1,5-1,8) \text{ MPa/m}$ deň düýp alynýan koeffisiýenti.

Çäge äkidiji suwuklygy gysylanda guýunyň agzyndaky basyşy

$$P_a = P_{düy.p.ý} - \rho_{ç.s} g L_g + P_{sür} \quad (20)$$

bu ýerde $\rho_{ç.s}$ – çäge äkidiji suwuklygyň dyklyzlygy, kg/m^3 :

$$\rho_{ç.s} = \rho'_{ç.s} (1 - \beta_{ç}) + \rho_{ç} \beta_{ç}, \quad (21)$$

bu ýerde $\rho'_{ç.s}$ – çäge äkidiji suwuklyk höküminde ulanylýan suwuklygyň dyklyzlygy, kg/m^3 ; $\rho_{ç}$ – çägeniň dyklyzlygy, kg/m^3 ($\rho_{ç} = 2500 \text{ kg/m}^3$); $\beta_{ç}$ – çägeniň göwrüm konsentrasıýasy

$$\beta_{ç} = \frac{C_c / \rho_c}{C_c / \rho_c + 1} \quad (22)$$

C_c – 1 m^3 suwuklykdaky çägeniň konsentrasıýasy, kg/m^3 ($C_c = 250-300 \text{ kg/m}^3$).

Çäge äkidiji suwuklygyň sürtülmeginde basyş ýitgisi:

$$\rho'_{sür} = 8 \lambda Q^2 L_g \rho_{ç.s} / (\pi^2 d_{iç}^5) \quad (23)$$

bu ýerde λ – gidrawliki garşylyk koeffisiýenti:

$$\lambda = 64/\text{Re} , \quad (24)$$

$$\text{Re} = 4Q \rho_{\text{çs}}/\pi d_{\text{iç}} \mu_{\text{çs}}), \quad (25)$$

Q – gysmagyň depgini, m^3/s ; $\mu_{\text{çs}}$ – çägeli suwuklygyň şepbeşikligi, $\text{Pa}\cdot\text{s}$:

$$\mu_{\text{çs}} = \mu'_{\text{çs}} \exp(3,18 \beta_{\text{ç}}), \quad (26)$$

$\mu'_{\text{çs}}$ – çäge äkidiji höküminde ulanylýan suwuklygyň şepbeşikligi, $\text{Pa}\cdot\text{s}$.

Eger $\text{Re} > 200$ bolsa onda (26) formula boýunça sülünmede basyşyň ýitgesi 1,52 esse ýokarlanan

$$p_{\text{sür}} = 1,52 p'_{\text{sür}} \quad (27)$$

Soryjy agregatlaryň zerur sany

$$N = p_a Q / (p_i Q_i K_{\text{tý}}) + 1 \quad (28)$$

bu ýerde p_a – agregatyň işçi basyşy; $Q_i - p_i$ berlende agregatyň berijiligi;

$K_{\text{tý}}$ – agregatyň tilsimat ýagdaýynyň koeffisiýenti ($K_{\text{tý}} = 0,5-0,8$).

Dykyjy suwuklygyň gerek bolan zerur gowrümü (NKT-na gapgarylanda)

$$V_d = 0,785 d_{\text{iç}} L_g. \quad (29)$$

Jaýryk dörediji suwuklygy gysmagyň minimal depgini indiki formula boýunça kesgitlenýär:

kese jaýryklar üçin

$$Q_{\text{min } k} \geq 10^{-3} \frac{\pi R_j \omega_o}{\mu_{js}} \quad (30)$$

dik jaýryklar üçin

$$Q_{\text{min } d} \geq 10^{-3} \frac{h \omega_o}{\mu_{js}} \quad (31)$$

bu ýerde R_j – kese jaýrygyň radiusy, m; ω_o – guýunyň diwarynda jaýryklaryň giňligi (açyklygy), m; μ_{js} – jaýryk dörediji suwuklygyň şepbeşikligi, $\text{Pa}\cdot\text{s}$;

h – gatlagyň galynlygy, m.

Gatlagy ýarçyklamagy süzülmeýän suwuklyk arkaly geçirilen ýagdaýynda suwuklygy gysmagyň hakyky depginini $Q > Q_{\min}$ deň diýip almak bolar. Süzülýän suwuklyk bilen ýarçyklama geçirilende suwuklygy gysmagyň depginini $Q > Q_{\min}$.

Gatlagy bir suwly ýarçyklananda çägeniň mukdary $Q_{\text{ç}}$ 8-10 t deň diýip kabul edilýär. 1 m^3 suwuklygyň çäge konsentrasiýalarynda $C_{\text{ç}}$ suwuklygyň göwrümi

$$V_s = Q_{\text{ç}}/C_{\text{ç}} \quad (32)$$

Jaýrygyň ölçegleriniň hasaplamasy

Kese jaýryklaryň döremegiň ýagdaýynda onuň radiusyny R_j (m) indiki empiriki formula boýunça hasaplamak mümkin

$$R_j = (0,0134 - 1,6 \cdot 10^{-6} L_g)(10^3 Q \sqrt{\frac{\mu_{js} t}{k}})^{0,5} \quad (33)$$

bu ýerde Q – jaýryk döreje suwuklyklary gysmagyň depginini, m^3/s ; μ_{js} – jaýryk dörediji suwuklaryň şepbeşikligi, $\text{Pa} \cdot \text{s}$; t – jaýryk döreje suwuklary gysmagyň wagty, s; k – düýbe ýakyn zolagyň geçirijiligi m^2 .

Süzülýän suwuklyklar bilen ýarçyklananda guýunyň diwaryndaky jaýryklaryň ini (açyklygy) ω_o indiki formula boýunça hasaplanýar

$$\omega_o = \frac{16}{3} \frac{(1 - \nu^2)(p_{duypj} - p_{dd})R_j}{\pi E} \quad (34)$$

Süzülmeýän suwuklyklar bilen ýarçyklananda bolsa indiki formula boýunça hasaplanýar

$$\omega_o = \frac{8(1 - \nu^2)(p_{duyp.j} - p_{dd})R_j}{\pi E} \quad (35)$$

Süzülyän suwuklyklar bilen gatlagy ýarçyklananda dik
jaýrygyň döreýän ýagdaýynda:
jaýryklaryň açyklygy

$$\omega_o = \frac{4(1-2\nu)(1+\nu)(p_{duyp.j} - p_{dk})}{3E} \sqrt{\frac{V_s Q \mu_{js}}{2\pi^2 h^2 m k p_{dk}}} \quad (36)$$

bu ýerde m – gatlagyň öýjükliligi;
jaýryklaryň uzynlygy

$$l = \sqrt{\frac{V_s Q \mu_{js}}{2\pi^2 h^2 m k p_{dk}}} \quad (37)$$

Süzülmeýän suwuklyk bilen gatlagy ýarçyklananda:
jaýryklaryň açyklygy

$$\omega_o = 4(1-\nu^2)/(p_{düýp.j} - p_{dk})/E, \quad (26)$$

jaýryklaryň uzynlygy

$$l = \sqrt{\frac{V_s E}{5,6(1-\nu)^2 h (p_{duyp.j} - p_{dk})}} \quad (38)$$

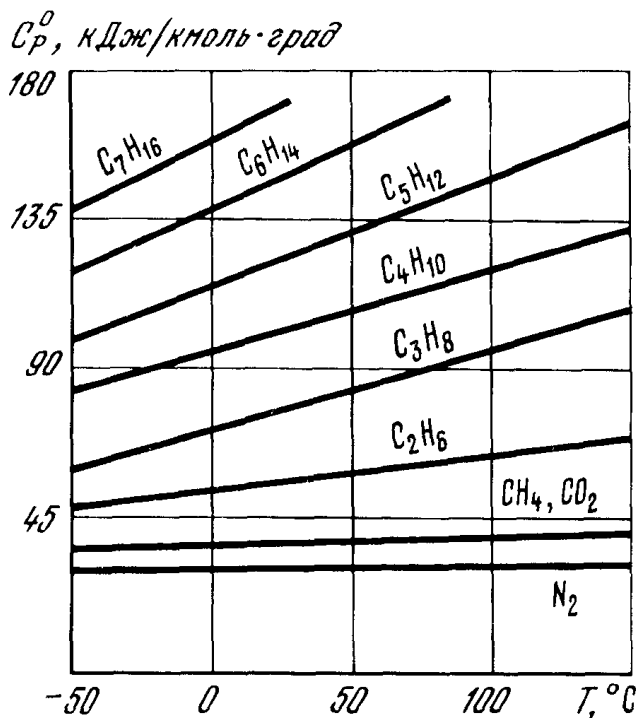
IV. GAZYŇ ÝYLYLYK SYGYMLYLYGY

Gazyň ýylylyk sygymlylygy – berlen termodinamiki prosesde gaza getirilen ýylylyk mukdaryň gatnaşygy. Prosesiň görnüşine baglylykda, haçanda proses $P=\text{const}$ C_p -izobar ýylylyk sygymlylyk we $v = \text{const}$ göwrüm hemişelik göwrümünde C_v -izohor ýylylyk sygymlylyk tapawutlandyrylýar. Ýylylyk sygymlygynyň ölçeg birligi $\text{J/kg}\cdot\text{grad}$ ýa – da $\text{J/mol}\cdot\text{grad}$. Adatça hasaplamalarda udel – massa ýa – da molýar ýylylyk sygymy ulanylýar, ýagny massanyň birliginde ýa – da gazyň bir umumy moluny birligine düşýän ýylylyk sygymlylyk ulanylýar. Tebigy gazlaryň ýylylyk sygymlylygy gazyň düzüminden, temperaturasyndan we basyşdan, şeýle hem ýylylygynyň berilme prosesinden baglydyr. Berlen temperaturada we basyşda gazyň ýylylyk sygymlylygy berlen temperaturada we basyşda C_{p0} – nyň we ΔC_p – nyň jemlerine deň bolýar.

$$C_p(P, T) = C_{p0}(P_{\text{at}}, T) + \Delta C_p(P, T).$$

$C_{p0} - C_{v0} = R$, bolandygy sebäpli alýarys:

$$C_p - C_v = \Delta C_p - \Delta C_v + R$$



Surat 1. Atmosfera basyşynda C_p izobar molýar ýylylyk sygymynyň temperaturasyndan baglylygy

Atmosfera basyşynda C_{p0} gazlaryň ýylylyk sygymlylygy grafiki surat 1 ýa – da analitiki usul bilen kesgitlenilýär.

Gaz garyndysynyň ýylylyk sygymlylygy kesgitlenilende aşaky formula ulanylýar.

$$C_{pCM}^0 = \sum_{i=1}^n g_i C_{pi}^0$$

bu ýerde C_{pi}^0 - berlen temperatura we $P=0,1\text{MPa}$ basyşda i – nji komponentiň ýylylyk sygymlylyk koefisiýenti, g_i – garyndydaky i – nji komponentiň paýy.

C_{p0} – nyň bahasy 2 tablisada we 1-nji suratda $233 \leq T \leq 423K$ temperatura üýtgemesiniň interwalynda görkezilen C_{p0} – yň analitiki ululygy

$$C_{0pi} = E_i + nF_i + n_2G_i + n_3H_i + N_i/n$$

formula boýunça kesgitlenilýär.

Bu ýerde E_i , F_i , G_i , H_i we N_i – tablisadan kesgitlenýän koýeffisiýentler, $n=T/100$; T – gazyň temperaturasy, K.

Şeýle-de C_{p0} ululyk

$$C_{pi}^0 = 4,1868 \left\{ B + C \left[\frac{D/T}{\sin h(D/T)} \right]^2 + E \left[\frac{F/T}{\cos h(F/T)} \right]^2 \right\} \text{ J/mol grad.}$$

formula boýunça kesgitlenilýär.

Bu ýerde B , C , D , E we F – gazyň aýry – aýry komponentleriniň san koýeffisiýentleri, T – gazyň temperaturasy, K.

Atmosfera basyşda azot we turşy komponentler düzüminde saklanmaýan gazlaryň ýylylyk sygymlylygy belli dykzylyk boýunça aşakdaky formulada kesgitläp bolýar.

$$C_{0p} = B_1 + B_2 \bar{\rho} + B_3 \bar{\rho}^2 + T_{\text{get}}(B_4 + B_5 \bar{\rho} B_6 \bar{\rho}^2)$$

bu ýerde B_1 – B_6 – hemişelik koýeffisiýentler we olar deňişlilikde; $B_1 = 5,5967$; $B_2 = -2,2335$; $B_3 = 0,8073$; $B_4 = -1,0039$; $B_5 = 3,1416$; $B_6 = 5,7587$ deň.

Gazyň belli düzüminde we H_2S , CO_2 we N_2 – niň bolmagyndaky ýagdaýynda berlen temperaturada we atmosfera basyşynda aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär.

$$C_{0p} = C_{01p} / (F_{CO_2} + F_{H_2S} + F_{N_2})$$

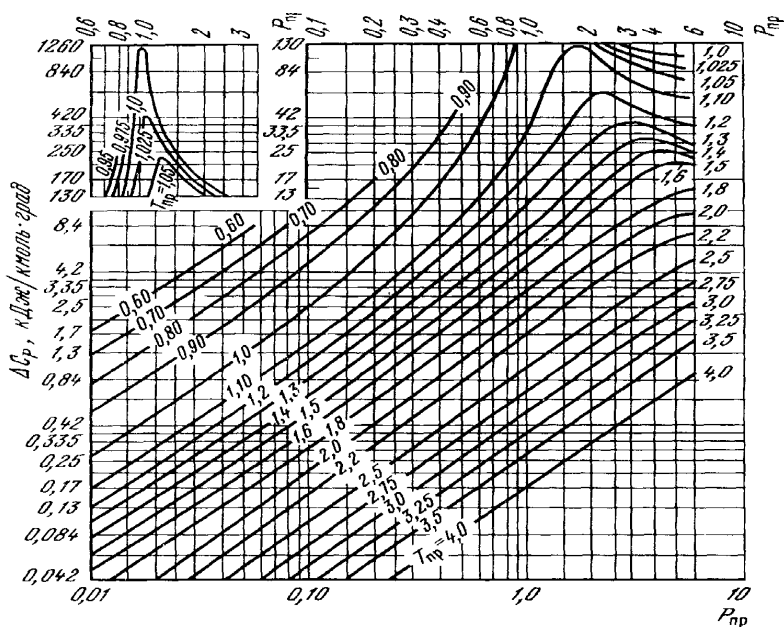
Bu ýerde C_{01p} ýokardaky formula boýunça kesgitlenilýär, H_2S , CO_2 we N_2 – syz gazyň ýylylyk sygymlygy F_{CO_2} , F_{H_2S} , F_{N_2} , - şu komponentleriň barlygyna düzedişler:

$$F_{CO_2} = 1 + x_{CO_2} (B_7 + 1,8TB_8),$$

$$F_{H_2S} = 1 + x_{H_2S}(B_9 + 1,8TB_{10}),$$

$$F_{N_2} = 1 + B_{11}x_{N_2} + B_{12}x_{N_2}^2 + 1,8T(B_{13}x_{N_2} + B_{14}x_{N_2}^2),$$

bu ýerde x_i – gazdaky H_2S , CO_2 we N_2 – niň mol paýlary; T – berlen temperatura, K; B_7 B_{14} – hemişelik koeffisiýentler; $B_7 = 0,4259$; $B_8 = 1,2432 \cdot 10^{-3}$; $B_9 = -0,0406$; $B_{10} = 1,0089 \cdot 10^{-3}$; $B_{11} = 0,3624$; $B_{12} = -0,4661$; $B_{13} = 0,0976$; $B_{14} = 0,2708$.



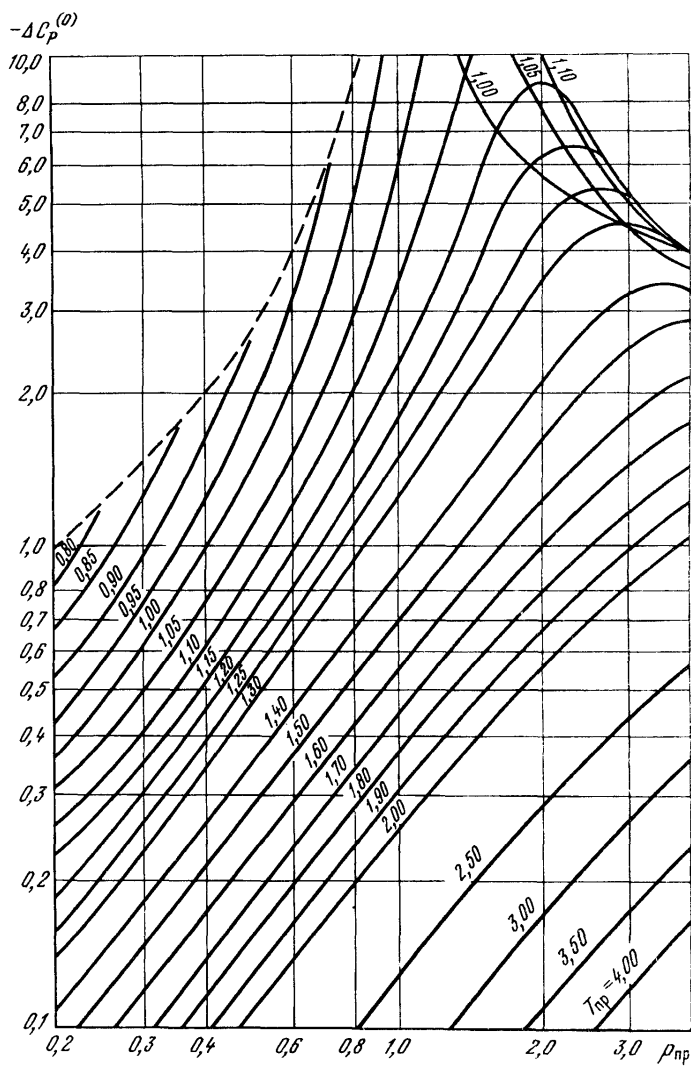
Surat 2. ΔC_p izobar ýylylyk sygymlygynyň ýaýramasynyň getirilen basyşdan we temperaturadan baglylygy

C_{p0} kesgitlemek için deñlemeliñ koeffisiýentleri, J/kg grad.

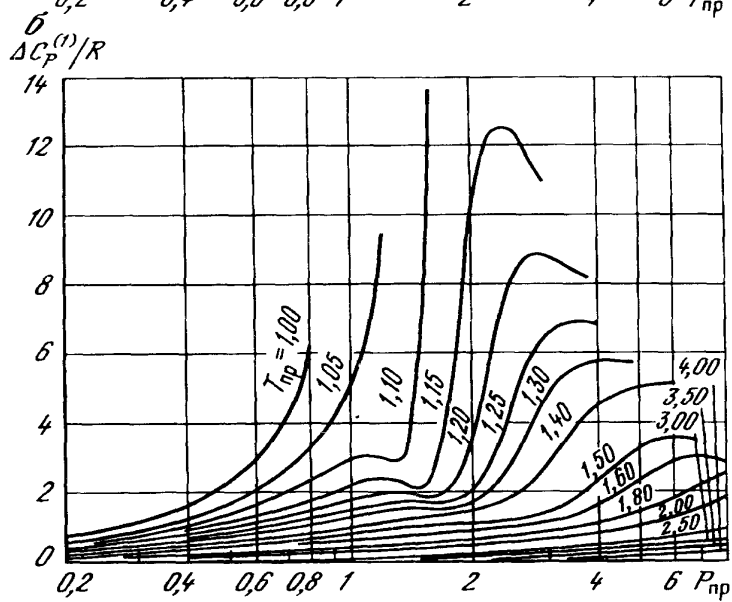
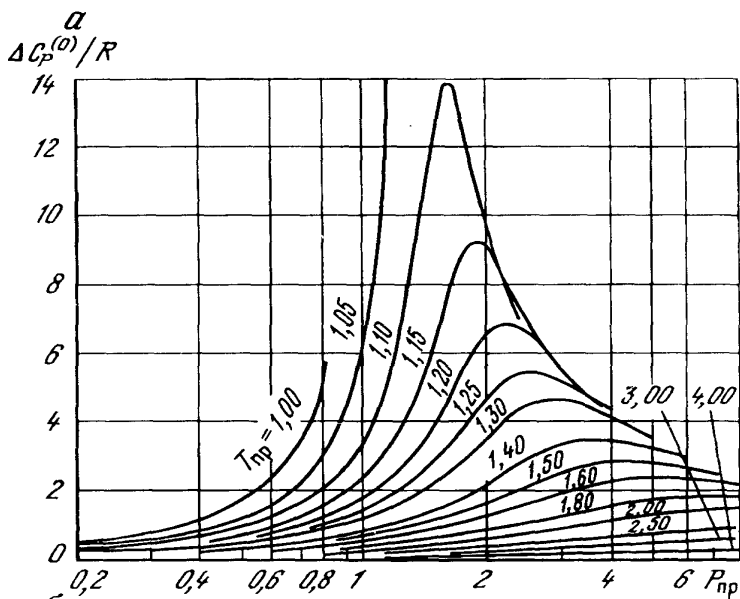
Komponent	Molýar massa M	E	F- 10^2	-G* 10^{-3}	H • 10^5	N • 10
Metan	16,04	0	58522,2 5	15215,0 4	- 2947,6 7	18575,95
Etan	30,07	0	62557,4 9	25663,7 9	36001, 45	3343,11
Propan	44,09	0	66328,1 2	32767,2 4	62295, 40	-782,07
Butan	58,12	0	65812,7 3	33182,4 4	33182, 44	3,8610
Izobutan	-	0	68152,3 1	36790,1 6	75903, 33	-1685,56
Pentan	72,15	0	65762,4 9	33814,9 8	66951, 12	-112,122
Izopentan	-	0	66838,9 1	34687,0 9	69556, 98	-1530,40

Geksan	86,18	0	66060,1 7	34773,6 8	70914, 34	-458,22
Geptan	100,20	0	66040,0 7	35091,5 0	31839, 23	-503,65
Oktan	114,22	0	66094,5 0	35466,8 4	73861, 01	-561,57
Nonan	128,26	0	65986,0 6	35489,5 8	74039, 37	-522,39
Dekan	142,29	0	65991,5 0	35677,7 7	74788, 39	-549,49
Kislorod	32,0	0	21621,0 9	16458,1 4	49445, 62	12051,12
Wodorod	2,02	0	330368, 33	94527,5 1	4165,3 2	200717,79
Suw	18,02	0	40147,2 7	27801,5 2	79225, 56	26409,75
Geliý	4,0	5191,632	0	0	0	0
Argon	39,95	520,712	0	0	0	0

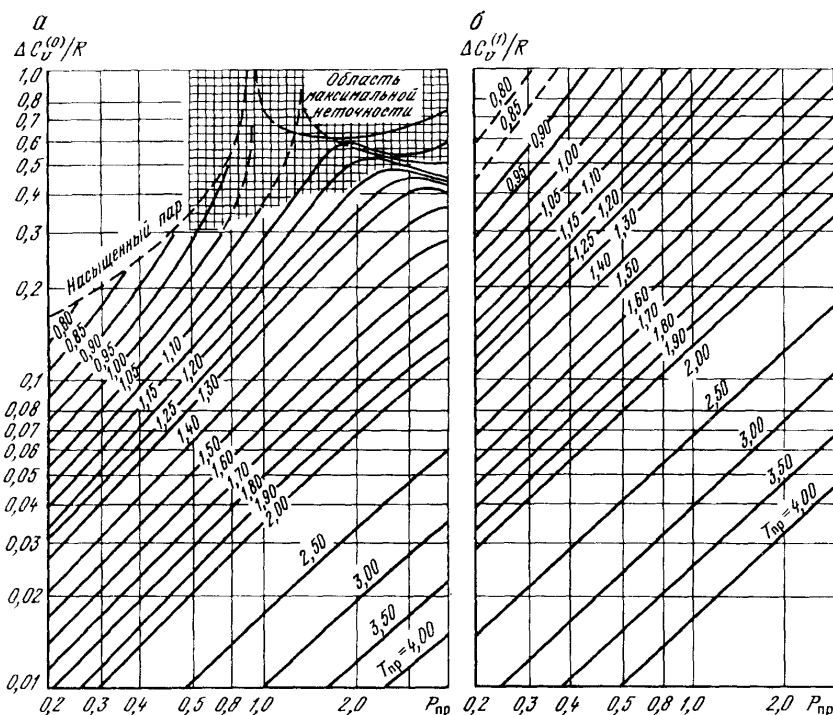
Krypton	83,80	248,696	0	0	0	0
Hlorly wodorod	36,46	741.248	1447,19	187,48	51,33	313,63
Kükürtli wodorod	64,86	0	19097,8 8	15482,9 5	43953, 78	5109,53
Kükürdin ikili okisi	34,08	0	24379,3 6	16676,5 7	45818, 66	11682,30
Azot	28,01	0	21745,1 5	16129,3 1	45183, 53	15429,99
Uglerodyň ikili okisi	44,01	0	25745,7 6	19428,0 1	53589, 36	6924,42
Uglerodyň okisi	28,01	0	22065,6 5	16193,9 1	44592, 35	15197,54



Surat 3. Düzediş - $\Delta C(0)p$ funksiyanyň getirilen basyşda we temperaturadan baglylygy



Surat 4 , 5. $\Delta C(0)p/R$ (a) we $\Delta C(1)p/R$ (б) getirilen bасыда we temperaturadan baglylykda



Surat 6. $\Delta C(0)p/R$ (a) we $\Delta C(1)p/R$ (б) – nyň getirilen basyşdan we temperaturadan baglydyr.

(1) formula $233 \leq T \leq 423 K$ temperatura üýtgeме aralygynda C_{op} hasaplamalary üçin we kükürt wodorod 40 % - e çenli, uglerodyň ikili okisi 20 % - e çenli we azot 25% - e bolanda ulanylyp bilner.

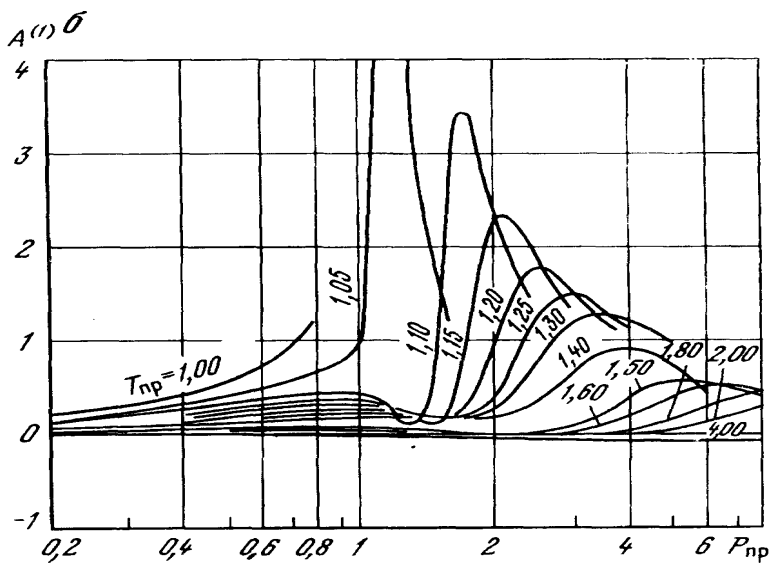
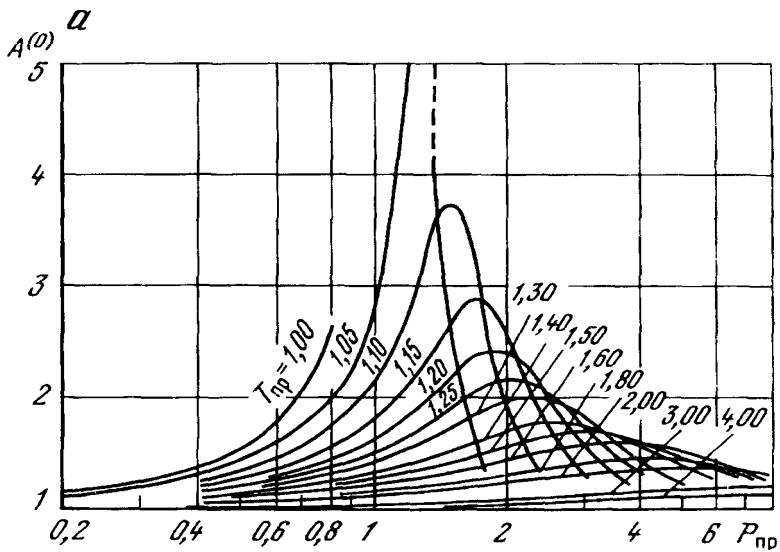
Izobar ýylylyk sygymlygy ΔC_p grafiki ýa – da analitiki usullar bilen kesgitlenip bilner.

ΔC_p ululygy kesgitlemegiň iň ýönekeý usuly belli P_{get} we T_{get} , getirilen parametrler boýunça grafiki usuly bilen kesgilemek bolup durýar. Gazyň berlen düzümi üçin her komponentiň belli kritiki parametri boýunça T_{kr} we P_{kr} pseudokritiki parametrleri kesgitläp bolar:

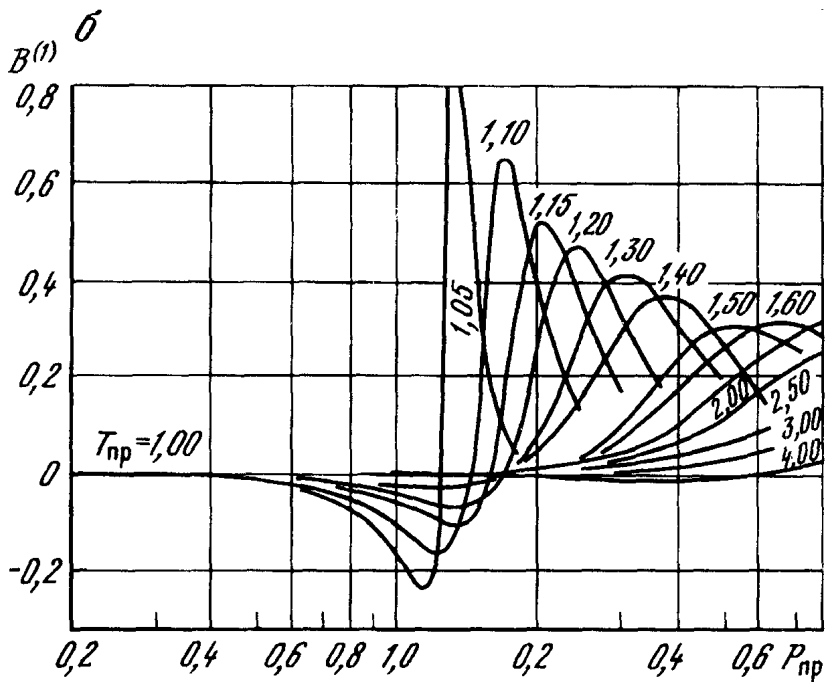
$$P_{pK} = \sum x_i P_{Ki}; \quad T_{pK} = \sum x_i T_{Ki} \quad (2)$$

Soňra getirilen basyş we temperatura: $P_{\text{get}} = P/P_{\text{pk}}$ we $T_{\text{get}} = T/T_{\text{pk}}$ P_{get} we T_{get} boýunça ΔC_p kesgitlenýär. Bu usul gazda metanyň 98 % we ondan hem köp bolanda ulanmak mümkin. Eger ýokary gaýnaýan uglewodorod gazlaryň mol konsentrasiýasy 10% ýokary bolsa, şeýlede gazda polýar maddalaryň bolmagy ΔC_p kesgitlenilende gerek, ýagny ω -molekulalaryň asentrik faktoryny göz önüne tutmaly. Asentrik faktoryň bahasy formula boýunça gazyň belli düzümi boýunça hasaplanýar. P_{get} , T_{get} belli bahalarynda we ΔC_p izobar ýylylyk sygymlylygynyň ýaýramasy aşakdaky formulada kesgitlenýär.

$$\Delta C_p = \left[\Delta C_p^{(0)} + \omega \Delta C_p^{(1)} \right] R / M \quad (3)$$



Surat 7. $A(0)$ (a) we $A(1)$ (b) – nıñ getirlen basyşdan we temperaturadan baglylygy



Surat 8. B(0)(a) we B(1)(b) – nıñ getirilen basyşdan we temperaturadan baglylygy

Tablisa 2.

Gazyň ýylylyk sygymlylygyny kesgitlemek üçin başlangyç parametrleriniň hasaplary.

Gazyň kompone nt-leri	Molekul ýar paýy xi, %	Copi kJ/ kg*gra d	M i, kg*mol	Mi, xi	gi,. massa paýy	C0pgi , kJ/ ko*or
CH4	93 ,70	2,4857	1 6,042	15,030	0,8620	2,142 6
C2H6	3, 04	2,0934	3 0,068	0,914	0,0524	0,109 7
C3H8	1,	2,2834	4	0,463	0,0265	0,060

	05		4,094			5
C4H10	0, 71	2,1654	⁵ 8,120	0,413	0,0236	0,051 1
C5H12	0, 17	2,2094	⁷ 2,151	0,123	0,0070	0,015 5
CO2	0, 72	0,9093	⁴ 4,011	0,317	0,0188	0,016 9
H2S	0, 61	1,0467	² 8,016	0,171	0, 0097	0,010 1
Σ	10 0	-	-	17,431	1, 000	2,406 4

Gazyň komponent-leri	P _{kri} MPa	P _{kri} X _i , MPa	T _{kri} , K	T _{kpi} X _i , K	ω _i	ω _i X _i
CH	4,6	4	1	1	0,0	0,009
C2 H6	4,9 76	1 ,151	³ 05,43	⁹ ,28	0,0 986	0,002 9
C3 H8	4,3 33	0 ,045	³ 69,82	³ ,88	0,1 524	0,001 6
C4 H10	3,6 71	0 ,027	⁴ 25,60	³ ,02	0,2 010	0,001 4
C5 H12	3,4 48	0 ,006	⁴ 69,65	⁰ ,80	0,2 539	0,000 4
CO 2	7,5 21	0 ,054	³ 04,20	² ,19	0,2 310	0,001 6
H2 S	9,1 35	0 ,056	³ 73,60	² ,28	0,1 000	0,000 6
Σ	-	4	-	2	-	0,018

ΔC_p ululygyň ölçeglilik R gaz hemişeligiň ölçeglilikinden baglydyr. Köp ýagdaýlarda $R=1,986$ kkal/mol grad. bahasy ulalýar. Bu ýagdaýda ýylylyk sygymlylygy J/mol grad – da almak üçin hasaplanan netijäni 4186,8 – e köpeltmeli. Ýylylyk sygymlylygy J/mol grad – da almak üçin ΔC_p ululygy gazyň molekulýar massasyna bölmeli.

$0 < P_{\text{get}} \leq 6$ we $1 \leq T_{\text{get}} \leq 4$ getirilen basyşyň we temperaturanyň üýtgame aralyklarynda $\Delta C(0)p/R$ we $\Delta C(1)p/R$ ululyk suratdan grafigi kesgitlenip biler. Değişlilikde, ΔC_p Benedikta – Webba – Kubinyň deňlemesiniň getirilen formasy boýunça hasaplanyp bilner:

$$\Delta C_p = C_p - C_p^0 = R \left[F_1 / F_2 + (C_1 + C_2) e^{-A_8 \rho_{\text{get}}^2} - C_1 - 6 A_3 \rho_{\text{get}} / T_{\text{get}}^3 - 1 \right], \quad (4)$$

$$C_1 = 6 A_7 / A_8 T_{\text{get}}^3; \quad C_2 = 3 A_7 \rho_{\text{get}} / T_{\text{get}}^3, \quad (5)$$

$$F_1 = T_{\text{get}} \left[1 + 2 A_1 A_3 \rho_{\text{get}} / T_{\text{get}}^3 + A_4 \rho_{\text{get}}^2 - 2 A_7 \rho_{\text{get}}^2 / T_{\text{get}}^3 \cdot (1 + A_8 \rho_{\text{get}}^2) e^{-A_8 \rho_{\text{get}}^2} \right] \quad (6)$$

$$F_2 = T_{\text{get}} + 2 \rho_{\text{get}} (A_1 T_{\text{get}} + A_2 + A_3 / T_{\text{get}}^2) + 3 \rho_{\text{get}}^2 (A_4 T_{\text{get}} + A_5) + 6 A_5 A_6 \rho_{\text{get}} + \quad (7)$$

$$+ [A_7 \rho_{\text{get}}^2 / T_{\text{get}}^2] (3 + 3 A_6 \rho_{\text{get}}^2 - 2 A_8^2 \rho_{\text{get}}^4) e^{-A_8 \rho_{\text{get}}^2}$$

bu ýerde ρ_{get} , t_{get} , - gazyň getirilen parametrleri, ýagny getirilen temperatura we garyndynyň getirilen dykzlygy; $a_1 - a_8$ - laýyklykda kesgitlenýän hemişelik koeffisiýentleri.

C_v izohor ýylylyk sygymlylygy kesgitlemek üçin aşakdaky formulany ulanyp bolar:

$$c_v = c_0 p + \delta c_v - r, \quad (8)$$

bu ýerde δc_v – izohor ýylylyk sygymlylygynyň ýaýramasy.

$$\delta c_v / r = \delta c(0) v / r + \omega \delta c(1) v / r. \quad (9)$$

formula boýunça kesgitlenýär.

$\delta c_v / r$ ululyk aşakdaky formula boýunça hem kesgitlenilýär.

$$\Delta C_v / R = \Delta C^{(0)} p / R - \frac{[A^{(0)} + \omega A^{(1)}]^2}{B^{(0)} + \omega B^{(1)}} + 1, \quad (10)$$

Mesele. 2-nji tablisada berlen $p=14,71$ mpa we $t=410$ k – de gazyň ýylylyk sygymlylygyny kesgitlemeli. C_p hasaplamak üçin c_{0p} – ni bilmek zerur. Belli xi boýunça g_i hasaplanýar. soňra formula boýunça $c_{0psm}=2,406$ hasaplanýarlar (2-nji tablisa seretmeli).

Berlen düzüme laýyklykda ppk we tpk hasaplanýar, soňra p_{get} we t_{get} hasaplanýar. bu hasaplamalar 22 tablisada getirilen. şeýle – de, $p_{get}=14,71/4,74=3,10$; $T_{get} = 410/200 = 2,05$. P_{get} we T_{get} üçin $c_p=0,355$ kJ/kg grad tapylýar. şonda $C_p = C_{0p} + \delta_{ort} = 2,406 + 0,355 = 2,761$.

δ_{ort} – ny üç parametr boýunça hasaplamak üçin (1) formula ulanylýar. Belli P_{get} we T_{get} $\delta c(0)p = 0,77$ we $\delta C(1)p =$ tapylýar, soňra δ we C_p hasaplanylýar.

$$\delta_{ort} = 8,315 (0,77 + 0,0182 * 0,11) / 17,431 = 0,367 \text{ kJ/kg*grad.}$$

$$\delta_{ort} = 2,406 + 0,367 = 2,773 \text{ kJ/kg*grad.}$$

4.1. Gaz käni tutuşlygyna diýen ýaly bir düzümlidir. Suwlandyrmagyň udel göwrümi barada düşünje.

Nebit we gaz ojaklaryny özleşdirmegiň teoriýalarynyň kämilleşmeginiň başlangyç basgançagynda guýynyn täsir edýän (ýüze çykarýan) radiusy barada görkezli alynylyndy. Akyp gaýtmagyň başlangyç çaklendirilen radiusynyň nazara alnan ulgamyndan görnüşi ýaly daşlaşdyrylmagy bilen alynman gelýän gaz böleginiň alynmagy üçin gaz guýylarynyň arasyny hökmany guýynyň täsir edýän radiusynyň ikisinden uly bolmadyk ýagdaýynda ýerleşdirmeli. Bu ýagdaý häzirki wagta ähtibarsyzlygy subut edilen. Eger özleşdirmegiň dengini we möhleti baradaky hem-de nebit, gaz alynýş koeffisiýenti baradaky soraglar gyzyklandyрмаýan bolsa, onda guýynyň

ulgamy barada gürrüň etmezden diňe bir guýyda islendik käni özleşdirmek teoretiki mümkinligini tassyklamak bolar.

1948 ýylyň tomsynda Sultangulow ojagynda B.B.Lapukanyň hödürlemesi boýunça gatlagyň basyşyny gaýtadan paýlaşdyrmagyň zerurlugyny derňemek üçin ähli çykaryş guýylaryny saklanylyndy. Saklanmagyna çenli ähli çykaryş guýylarynyň ýokarsyndaky statiki basyşy ölçenen. Soňra ýokarky basyşy göni kesgitlenen wagt aralygynda tertipli ölçenýär. Bu ýerde ordinata oky-boýunça sakalanan guýynyň ýokarsyndaky basyş görkeziler, absissa oky boýunça barlag guýysyndan gabat gelýän çykaryş guýysyna çenli aralygy görkezilen.

Merkezi meýdanynda peselen basyşy bu ýerde has önümlü 39, 40, 41 we 43 guýylary ulanylmagy bilen şertlendirilýär. Ýapyk guýy gatlagyň basyşyny gaýtadan paýlaşdyrmagyna getirýär. Merkezi meýdanda akmagynda merkezden daş böleginde gaz galýar. Netije merkezden daş bölegindäki basyş peselýär, merkezde bolsa, ýokarlanýar.

Şeýle ýagdaýda gaz käni (eger onuň tektoniki bosulmasy aýratyn bloklara bölünmedik bolsa) özünde onuň ölçeğine bagly bolmazlygynda tutuşlygyna diňe gaz dinamikasyny görkezýär.

Gaz käninden gaz alynylanda diňe gazyň däl-di, eýsem gatlagyň suwly böleginiň basyşynyň düşmesine getirýär. Bu barada pýezometriki guýyda suwuň derejesini ýa-da basyşyň ölçepleriniň netijeleri şaýat bolup biler. Gaz käninde gazly meýdanynda basyşyň düşmegi suwuň gelmegine getirýär.

Eger birnäçe tebigy gaz ojaklary bir we şoňa meňzeş suw howdanlaryna ganat getirilen bolsa, onda özleşdirmek işinde olaryň özara baglanşygy bolup geçýär. Şonuň ýaly Ugersk gaz ojagyňyň (Günbatar Ukraina) özleşdirmegi gönşy Bilçe-Wolişko ojagyňy basyşyň peselmegine getirýär. Ondan gaz alnan başlanan hökmündäki ýagdaýyna geyirýär. Bu barada ojagyň özara täsiriniň giňelmeginde uly aralygy hökmünde wezdbaýyn gatlagyny gabat getirilen ABŞ-da

Houkine we Gündogar Teksas nebit ojağyny özleşdirmek baradaky maglumatlar boýunça tesir ýöretmek bolar: Gündogar Teksas ojağyny özleşdirilmegi önünden bölünen 20 km-den gowrak aralykda ýerleşen Houkins ojağynda basyşyň 2 MPa düşmegine getiren. ABŞ-nyň beýleki ojaklary boýunça täsin maglumatlaryny [353] işden tapmak bolar.

Diýmek gaz käni ony bar gatlagyň suwly batlandyryjy ulgamynda kân toplumy ýa-da suwly gatlagyň gurşamagy bilen bilelinde bir gaz suw dinamiki ulgamyny özünde görkezýär.

Soňkyn ýyllarda nebit we gaz ojaklaryny özleşdirmegiň iş tejribesinde aýratyn takyklygy bilen ýeke bir hähti ýeke täkligini görkezilen, diňe gaz we nebit kânleri, olaryň kollektory we flýuidleri üçin bolsa, aşagynda we ýokarsynda ýatýan dag jynsalry bolan tutuşlygyna bir zat hökmünde seretmek hökman.

Tebigy gaz ojağyny özleşdirmek we taslamak teoriýasy bilen bilelikde suwlandyrmagyň udel göwrümi barada düşünje peýdaly. Mysal üçin gönüburçlyk şekilme, kollektorlyk häsiýeti boýunça bir meňzeş heme üç birmeňzeş debitli gyýýlar özleşdirilýän gatlagla seredeliň. Gatlakda 2 bitarap çyzynlary I we II bellemek bolar. I çyzygyň çepi bitewilige gaz, şol sanda a nokatdan 1 guýa akyp gelýär, I çyzygyň sagy bolsa b nokatdan 2 guýa akýar. Diýmek gaz her guýa suwlandyrmagyň göwrümüne laýyklykda akýar.

Gaz kâniniň özünde görkezýän bir gaz dinamiki ulgamynyň esasynda garşy gelmeýän suwlandyrmagyň udel göwrümi barada düşünje girizilýär.

Dogry, goý seresilýän gatlakda basyş paýlaşdyrylanda birnäçe ýagdaýy üçin görnüşi shematiki şekillendirilen bolar. Bu ýerde öňki ýaly I we II çyzyklar bitarap goý, 2 guýy saklanan bolsun. Onda gatlakda basyşyň gaýtadan paýlaşdyrylmak işi başlanýar. Ýöne birnäçe wagtdan gatlakda basyşyň paýlaşdyrylmagyň görnüşi bolar. Guýynyň açylmagy suwlandyrmagyň udel göwrüminiň gaýtadan paýlaşdyrylmagyna getirilýär.

Indi bitarap çyzyk, seýle hem suwlandyrmagyň laýyk göwrüminiň bölýän (üst) çyzygy 2 guýynyň üstünden geçýär. Ege 2 guýynyň debiti azalsa, onda buda suwlandyrmagyň udel göwrüminiň we gatlakda basyşyň gaýtadan paýlaşdyrylmagyn getirýär.

Kogbandaş pikiri dowam etdirmek bolar, ýöne eýäm bu ýönekeý mysallar düşnükli.

Suwlandyrmagyň udel göwrümi baradaky düşüňjesi her guýa gatnaşýan gazyň goryny kesgitlemekde ulanylýar. Her guýa gatnaşýan goryň jemi gatlakda gazyň başlangyç goryny tapmaga ygtyýar berýär. Suwlandyrmagyň udel göwrümi we “ortaça” guýy düşüňjesiniň giridilmegi gazly we suwly batlandyrma düzgüninde ojagy özleşdirmegiň görkezjisini, şeýle-de köp gatlakly ojagyň özleşdirmе görkezjisini peýdaly kesgitlemäge ygtyýar berýär.

Gaz kondensat we gaz nebit ojagy üçin doly ölçegde getirilen tekir dogry.

4.2. Tebigy gaz ojagynyň düzgünler

Gaz ojagynyň düzgüni diýip guýynyň düýbüne gazyň akyp ýygnanmagy şertlenýän gatlakda hereket edýän güýjiň üýze çykmagyna düşünilýär. Gaz ojagyny ulanmagyň iki düzgüni bar: gazly we suw batlandyryjy.

Gaz režiminde guýynyň düýbüne gazyň akyp ýygnanmagy gysylan gazyň maýyşgak energiýasy şertlendirilýär. Gazly düzgüni özleşdirmek işinde gaz känine çäk ýa-da aşakda bolan suwuň praktiki girmezligini ýa-da bolmazlygyny häsiýetlendirýär.

Şonuň üçin gaz düzgüni kaniň gaz doýgunly öýjükli göwrümini özleşdirmek işinde üýtgemeyän şerti goşmaça ýazylmaly.

Wuktylski (Komi ASSR) ýaly ojagy özleşdirmegiň ilkinji iş tejribesi gaz düzgüninde känleriň gaz goýgynlylyk göwrüminiň gatlakda kondensatyň düşmegi netijesinde

kiçelýändigini görkezýär. Känleriň öýjükli we gaz doýgunly göwrüminiň kiçelmegi bilen jaýrykly, jaýrykly-öýjükli (karbonatly) formasyny üýtgetýän kollektorly ojalary özleşdirilende hasaplamasy birmeňzeş bolmaýar.

Suwly batlandyrma düzgüninde gaz kânini özleşdirmek işinde çäk ya-da aşaky suw gelip girýär. Bu wagtyň geçmegi bilen gaz kâniniň boş aralygyndaky gaz doýgunly göwrüminiň kiçelmegine getirýär. Diýmek, suwly batlandyrma režimi wagtynda gazyň guýynyň düýbüne akyp ýygnanmagyny gysylan gazyň maýyşgak energiýasyny, şeýle hem gaz kâniniň çäk ýa-da aşaky hereket edýän suwlaryň badyna şertlendirilýär. Gaz kâninde suwlaryň hereketi gatlagyň basyşynyň düşme denginiň haýallanmagyna getirýär.

Suwly batlandyryjy şertinde tebigy gaz ojagyny özleşdirmeginde esli böleginde gaz düzgünindäki ýaly başda basyş düşýär soňra kâne suwuň girmegi gatlak basyşynyň düşme denginiň haýallanmagyna getirýär. Ojagy ilki gazly soňra suwly batlandyrma düzgüninde özleşdirilýär. A.H.Mirzadžanzadanyň, G.I.Barenblattanyň, W.M.Ýentowanyň, Ýu.W.Želtowanyň, G.D.Margulowanyň, G.W.Rassohinanyň we W.M.Ryžikanyň kybanda derňewlerinde gaz kânine suwlaryň gelip başlamagyndaky haýallamagy suwly gatlakda çäkli gradiýent basyşyň bar bolmagy we üýze çykmagy bilen baglanşykly bolup biler diýlip görkezilýär (toýunsow kollektorda) [216, 218].

Birnäçe hasaplamalara boş aralygyň gaz doýgunly göwrümi boýunça seredilýän wagtda Ogatlagyň basyşynyň ortaça ölçenen düşünjesi ulanylýar. Bu düşünjäniň fiziki manysy indikilere birinýär. Bu ähli çykaryş guýysyny ýeterlikli dowamly saklanandan soňraky gaz kânindäki saklanan basyşdyr (saklanýan wagtynda gaz-suwy bölýän çägiň haýal hereketiniň bolup geçmeýänligi çäk edilýär). Gaz düzgüninde gatlagyň ortaça basyşy wagta görä üýtgemegini indiki deňlemeden kesgitlenilýär

$$\tilde{P}(t) = \left(\frac{P_{bas}}{\Gamma_{bas}} - \frac{P_{at} Q_{aln}(t)}{\tilde{\alpha} \Omega_{bas}} \cdot \frac{T_{gat}}{T_{st}} \right) = [\tilde{P}(t)]$$

Bu ýerde we soňra ortaça basyşyň täsirinde ýenilleşdirmek üçin kăniň boş aralygynyň gaz doýgunly göwrümi boýunça ortaça ölçenen bölek-leýin basyşa düşmek bolar.

Seretýän deňlemämizde $P_{baş}$ - gatlagyň başlangyç basyşy; $Q_{aln}(t)$ - atmosfera basyşyna P_{at} , standart temperatura T_{st} getirilen t wagtda jemi alnan gazyň möçberi; $\tilde{\alpha} \Omega_{baş}$ - kăniň baş aralygynyň gazgoýgunlylyk göwrümi; $\tilde{\alpha}$ - gaz goýgunlylyk koeffisiýenti; $\Omega_{baş}$ - kăniň oýjukli göwrümi; $Z_{baş}$ we $Z[\tilde{P}(t)]$ - gatlagyň temperaturasyndaky T_{pl} , başlangyç we ortaça basyşyndaky $P_{baş}$, $\tilde{P}(t)$ gazyň ýokary gysylma koeffisiýenti.

Şol deňlemeden gaz düzgüni üçin göni gyzyňly baglanşygyny $\tilde{P}/Z(\tilde{P}) = f[Q_{aln}(t)]$ häsiýetlendirilmegine eýe bolýar.

Suw batlandyryjy düzgüninde baglanşygy $\tilde{P}/Z(\tilde{P}) = f[Q_{aln}(t)]$, gaz düzgüni üçin digry bolan laýyk baglanşygyna gabat gelmeýär.

Suwly batlandyрма düzgüninde gatlagyň getirilen ortaça basyşynyň $\tilde{P}/Z(\tilde{P})$ alynýan gazyň möçberine baglylygynyň başlangyç meýdanyndan gaz düzgüni üçin dogry formulany ýazmak bolar. Kăhalatda (gaz kănini) özleşdirmegiň az denginde, gatlagyň geçirijiligi gowy bolanda) gaz kănine ýokary derejede suw girýär, özleşdirmek döwründen ip suwly batlandyryjy düzgüni üýze çynýar. Çäk ýa-da aşaky suwuň hereketiniň dengini gatlak basyşynyň düşmek dengini gös-göni gaz guýysynyň debitiniň düşmek denginden öňünden kesgitlemek bolar, diýmek, guýynyň sany ojakdakdan gazy aýratyn almagy planlaşdyrmagy üpjün etmek üçin zerurdyr. Gatlagyň basyşynyň düşmek dengini batlandyryjysyz we

batlandyryjyly ulanmak döwrüniň dowamlylygyndan, üýtgeýän we üýtgemeyän gaz çykaryşdan, promysel gurluşyň peýdaly gurluşyň peýdaly işlerinden, gysyp batlandyryjy stansuýanyň, emele sowadyjy gurluşyň zerur kuwwatlylygy wagta görä üýtgemeginden kesgitlenýär. Kähalatda suwly batlandyryjy düzgüniň üýze çykmagy promysel gurluşynda we ojagy özleşdirmegiň bu görkezjisinde amatlydygy aýdylýar. Gaz käninde suwuň başlangyç hereketiniň netijesinde zyýanly netijä duşulmagyna getirýär.

Gazly meýdan boýunça önümlü gatyň kollektorlyk häsiýetiniň durnuksyzlygy netijesinde, şeýle-de guýy boýunça gaz almagy deň ölçegsiz paýlaşdyrylsa olar wagtyndan öň suwlanýar. Galyňlygy boýunça önümlü, gatyň dirmeňleş bolmazlygy we olaryň bölümi boýunça suwlandyrmagy deň ölçegsiz bolmagy suwlandyrylýan gatyň, gatlanlaryň hös köp geçirijiligi boýunça suwuň hereket etmegine getirýär, şonuň ýaly-da guýynyň wagtyndan öň suwlanmagyna getirýär. Netijede ojagy özleşdirmegiň tehniki-ykdysady görkežjileri ýaramazlaşýar. Täze guýyny burawlamak üçin goşmaça pul goýumynyň gitmegine getirýär.

Tejribe derňewleri we promysel gözegçileri ojagyň suwlanan meýdanyndan gaz alnyş koeffisiýentiniň birden birnäçe esse kiçidigini görkezýär. Meselem A.A.Aksenowanyň, A.G.Gabrielýanyň, R.A.Pedýuhiniň we W.I.Sobolewanyň maglumatlary boýunça Nižnego Powolžýa tebigy gaz ojagy boýunça etilen ýa-da garaşylýan gaz alnyş koeffisiýenti 0,48-den 0,92-ä çenli üýtgeýär.

Diýmek, gatlakdan gaz alynylyşy keselse suwly batlandyryjy düzgüniň üýze çykmagy ikinji zyýanly netijesidir.

Suwly batlandyryjy düzgüniň şertinde ojagyň tebigy işini we gaz guýysynyň suwlanmak işini belledik.

Tebigy gaz ojagyny özleşdirmegi amala-aşyrmada we taslamada ilkinji bilen çykarýan guýynyň sanyna, olaryň gazly meýdanda ýerleşişine we ulanmagyň tehnologiiki düzgünine laýyklykda gurluşyna, gaz promyslynyň gurulýan

ulgamyna, halk hojalyk ähmiýetiniň netijeliligine has köp üpjün edilmegindeki gaz alynysy koeffisiýentine seredilýär.

Suwly batlandyryjy düzgüniniň üýze çykmagynyň ýagdaýynda gaz promyslynyň gurulýan ulgamy çylşyrymlaşýar, şeýle hem ýöriteleşdirilen guýylarda galyndy suwlary yzyna akdyrmak ýoly bilen gazdan suwy aýrylmagyna seretmek zerur. Suwlanan gaz guýysyndan gaz almak işi çylşyrymlaşýar. Şeýle ýagdaýda promyslyň gurulýan ulgamlarynda we guýyny ulanylanda döreýän çylşyrymlylyklar bilen baglanşykly suwly batlandyryjy düzgüniň üýze çykýan üçinji zaýanly netijesini görkezýär.

4.3. Käniň düzgünini gurma

Tebigy gaz ojagynyň amaly düzgünini indiki ýagdaýlarda kesgitlenilýär. Alynýan gazyň möçberi $Q_{\text{aln}}(t)$ baradaky we gatlagyň ortaça basyşynyň $\tilde{P}(t)$ üýtgemegi barada promysel maglumatlaryny $\tilde{P}/Z(\tilde{P}) - Q_{\text{aln}}(t)$ koordinatasynda işlenilip taýýarlanylýar. Eger görkezilen koordinatada hakyky maglumatlar göni ýatan bolsa, onda bu gazly düzgüniň üýze çykanlygyny görkezzer.

Eger haýydyr bir ýagdaýda getirilen ortaça basyşynyň $\tilde{P}/Z(\tilde{P})$ düşme dengini peselmäge başlanýar, bu kände suwuň haýalyk bilen gelmeginiň başlanmagyna şaýatlyk edýär.

Seredilýän koordinatada $\tilde{P}/Z(\tilde{P}) = f [Q_{\text{aln}}(t)]$ göni çyzykly baglanşygy zerur, ýöne gazly düzgüniniň döreme şerti ýeterlik däl. Gazly ojagy özleşdirmegiň tejribesi, bu baglanşygynyň suwly batlandyryjy düzgüninde hem göni çyzykly bolup bilmegini görkezýär.

Şol baglanşygynyň görnüşinden suwly datlandyjy düzgüniň üýze çykmagynyň işjeňligi düşündirilýär. F.A.Trebitiň we W.W.Sawçenkonyň özleriniň derňewlerinde gaz ojagynyň göni çyzykly baglanşygy.

Diýmek, käniň düzgünini ynamly taýýarlamakda diňe bu baglanşyga esaslanmak kyn bolýar. Şonuň üçin ojagyň

düzgüni barada goşmaça maglumatlar zerur ulanylýar. Ojagyň düzgüni baradaky maglumatlara bagly däl goşmaça çeşmeleri bolup bilen:

- gaz kânini özleşdirmek işinde suwly howdanyň täsirini görkezýän, suwly gatakda burawlanan pýezometriki guýylarynda basyşyň (derejesiniň) üýtgemegi baradaky maglumat; kände suwuň gelmegi barada yzygider görkezýän pýezometriki guýynyň ulgamynda basyşyň (derejesiniň) düşmegi;

- dürli ýagdaýda gaz-suw böleginiň çäginin ýagdaýy üçin barlamak mümkin bolan guýyny derňemeginiň geofizika maglumaty, şeýle hem ojagyň düzgüni barada baha bermek; bitarap gamma karotaž (BGR) usuly, meselem Ugersk we Bilçe-Wolisko ojagyň düzgüni taýýarlanynda. Suwly batlandyryjy düzgüniň tebigy alamaty gaz guýylaryny suwlandyrmak. Bir ýa-da birnäçe suwlanan guýy suwly batlandyryjy düzgüniň üýze çykmagynyň işjeňligi barada elmudama habar berip bilmeýär, şoňa görä has geçirijilikli we suwanan gatlaklar boýunça üýze çykyp biler, şol wagtda gazyň esasy göry suwuň itekleme işinde tutulmaýar.

Krasnodarsk sebitiniň gazkondensat ojagyny özleşdirmeginiň tejribesiniň gellen netijesi kânleriň düzgüni üçin barlagyň gidrohimiki usuly giňişleýin ýaýramagyna getirýär (I.A.Leontýew, W.I.Petrenko [247]). Işläp taýýarlamagyň netijesinde suwlanmagy öň bolup geçende gaz bilen suw alynmagynda hloryň düzyän ionlarynyň birden ýokarlanmagyň hakyky maglumatlary bellenen. Orenburg ojagy görnüşli karbonatly kollektorynda kaliniň düzyän ionlaryny barlamagyň gidrohimiki usuly demellendirýär. Orenburg ojagynda uly masştabda guýynda dur kislotaly işläp taýýarlamak amala aşyrylýar. Şonuň üçin suwlanýan guýyny barlag etmek we alanýan suwda hloryň ionlaryna gözegçilik etmek boýunça barlag etmek başa barmaýar.

Krasnodars sebitiniň ojagynda we beýleki regionlarda kondensat gatlagyna düşýän suwuň kände ýuwup arassalaýjy

hereketi bolup geçýär. Gaz suw çaknyşygyndan öňürti kondensat tolkuny bir şekile gelyär. Şonuň üçin bu guýy boýunça kondensatyň udel alynlyşynyň ösmegi guýy hatarynyň suwlanmagy öň bolup geçýär [113, 246, 247].

Birnäçe ýerasty saklanýan gazda ýurtlar gaz suw araçäginiň (GSA) meýdanlaýyn formasyny üýtgetmek üçin barlagyň grawimetriki usulyň ulanylyp başlanýar. Şol usul gaz ojagynda ulanylmagyna degişli, şeýle hem belli bir ýere degişli bolsa, eýsem suwly batlandyryjy düzgüniň üze çykmagynyň (gaz-suw bölümiň hereketiniň araçägi) meýdanlaýyn aýratynlygynyň äşgär bolmagynda ygtyýar berýär.

W.N.Matwiýenko we G.W.Rassohin çak üçin pýezometriki guýynyň düýbünde temperaturanyň hemişelik galmaýandygyny görkezdiler. Temperaturanyň ösmegi uly çuňlukly gatlak suwlarynyň suwlandyrylmagy bilen girizilýän ýylylyklara şertlenen.

Praktiki bellenenen maglumatlary diňe bilelikde we toplumlaýyn ulanylmagy ojagyň düzgüni barada ynaly tikir ýöretmäge ygtyýar berýär. Şeýle görkezmäni položitel hökmünde ulanmak gatlakda başlangyç gaz görüny skorrektirlenen (düzedilen) Korobkowsk iri kánleriň düzgüni barada täze nukdaý nazara laýyklykda aýdylan işinde [137] görkezilýär.

Soňky ýyllarda içinden suwly batlandyryjy düzgüni diýip atlandyrylýan görnüşi boýunça çykarylýan işiň sany köpeliýär. Ol çäkli ýa-da aşaky suwly, şeýlede olaryň bolmazlygyndaky kände ýaýramakly ýumuş hökmünde üze çykyp biler.

Hassi R'Mel gaz kondensat ojagynda (Alžir) W.I.Petrenkonyň (1985 ý.) maglumatlary boýunça kollektorlaryň we olary doýgunlaşdyrýan suwuň indiki gatnaşygy bar (tablisa 4.1).

Eýýäm şol ojagyň suwlarynyň suwly howdanyndan akyp ýygnanmagynyň bolmazlygynda guýynyň önümünde we

gatlagyň gutarnykly gaz almak koeffisiýentinde suwuň gelmegini gatlak basyşynyň peselme denginiň täsirini görkezýär.

Tablisa 4.1

Hassi R'Mel ojagy boýunça olarda suwuň göwrüminiň we jynsnyň gatnaşygy

Fiziki ululyklary boýunça jynslaryň görnüşi	Jynsla-ryň göwrümi %	Gazdoýgunlylyk koeffisiýentini, %	Suwlar		
			görnüş i	göwrümi	
				10 ⁹ m ³	%
Kondision kollektorlar	36	74	galýany	2,75	21,2
Kondision däl kollektorlar	10	24	şertli galýany	1,29	9,9
Kollektor däller	54	4	öýjüklü	8,96	68,9
Ähli jynslar	100	43	ähli suwlar	13	100

(4.1 tablisa serediň) bu ýagdaýda gaz doýgunly öýjügiň göwrümlü kollektorynda suwuň göwrümlü köpeliýär.

Gaz alynýş işinde öýjügiň içki basyşynyň peselmegi netjesinde kollektor dällerden ýagny, olaryň gysylmagynyň hasabyna suwlaryň gelmegi has ylamly. Kondision däl kollektordan suw giňelýän gaz köpürjilerini itenläp biler. Mundan başgada suwlaryň ähli görnüşi göwrümde maýyşgak giňelmesiniň hasabyna ulanýar.

Soňky ýyllarda demirgazyn Týumensk welaýatlarynyň (Urengoýsk, Ýamburg, Medwežye we beýlekiler) senaman düzmeginde ägirt uly geänleri suwly batlandyryjy düzgüniň üýze çykmagynyň işjeňliginde açylýar we ýazlaşdirilýär.

Olaryň aýratyn tapawutlanmagy. Olar suw erediji bolup özrýar, senamansk suwly batlandyryjy howdany bolsa, köp üýz metrlik galyňlygyny häsiýetlendirýär. Meňzeş ojagyň prinsipine esasanyp özleşdirmek görkezjisini prognozirlenende suwly batlandyryjy düzgüniň üýze çykmagynyň real işjeňligini öňünden kesgitlenende suwly gatlagyň galyňlyklarynyň şol böleklerini bilmeklik (ýa-da bilmezlik) bolup durýar.

Kollektorlaryň gat-gatlygy bilen baglanşyklylykda özleşdirilýän kände basyşyň peselmegi ähli galyňlyga täsir edip bilmez. Şonuň üçin şeýle ojaklarda çuňlykda zonalara bölmegi amala aşyrmak hödürlenen [155, 273]. Bu suwly gatlakda suwly kollektory açýan dürli çuňlykly birnäçe pýezometriki guýylaryny maksada görä burawlamagy aňladýar. Her guýy glinaly gatlajyklaryň laýyk golaýyna çenli burawlanylýar we ondan az ýolarsyndan deşilýär (perforirlenýär). Onda şol ýa-da başga pýezometrler suwly batlandyryjy düzgüniň üýze çykmagynyň işjeňlik derejesi täsir eýän suw batlandyryjy howdanyň galyňlygyny gurmaga ygtyýar berýär. Meňzeş maglumatlaryň bar bolmagynda suwly batlandyryjy howdan känininiň geologiki-metamatiki anyklama modelleri boýunça ters mysallary gözmek ýenilleşýär. Urengoýsk ojagynda položitel netijelere gabat gelýän barlag alynan.

Orenburg ojagynda ilkinji tutuş suwlandyrylmagyň şeýle ulgamlarynyň barlagy başlangyç derejesinden 350 m aşakda bolan bellikli çuňluga çenli özleşdirilende suwly howdana täsir edýänligi görkezilen.

Ýeňil alyp barmakda ters täsirleriň gurluşy üçin öňünden ölçegleri almaly, suwly batlandyryjy düzgüniň üýze çykmagynyň. Ähli mümkin bolan netijelerini öňünden dogry prognozirmek zerur.

Şeýle aýratynlykda eger aşaky suwlar konus döremeginiň hasabyna ulanylýan guýynyň düýbine girmegi bolan walasynda semona suw erediji känleriň önümlü kollektorlarynyň täsiri barada amagyzylanma soragy görkezilen. Şonuň üçin awtor Urengoý ojagyň seniman

känlerine ulanmaga degişli suwly batlandyryjy düzgüniň netijeleri we üýze çykmagyň mümkinçiligi üçin işjeň barlamak usuly hödürlenen. Bu maksat bilen iki-üç guýynynyň gaz alynşyny çaltlandyrmagy amala aşyrylýar. Çaltlandyrylan alnşy aşaky suwlaryň konus şekilli dartylýança we önümlü gatlakda oňa girmegine çenli döredilýär. Bu tejribeli işi seredilýän guýyda konus döremek kinetikasy gurulan netijede geofiziki derňewiň toplymy ýerine ýetirýär. Şeýle maglumat özleşdirmegiň dowamy üçin örän wajyp, geçirijilik boýunça gatlagyň aniotropiýa - ululygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär (gatlagyň din geçirijiliginiň kese geçirijiliginiň gatnaşygy). Mundan başgada her guýynyň önümi üçin barlagy önümlü çägeleriň aşaky suwlar bilen özara baglansygyndan soňra olaryň durnuklylygy baradaky soraga jogap berýär. Kollektoryň durnuksyzlygy tapylan ýagdaýynda ýene ters netijeleriň önümi almak maksady bilen ölçemegiň kompleksini zerur şertlendirmek üçin wagt bar.

4.4. Material balansyň deňlemesi. Azalan gaz känleriniň differensial deňlemesi.

Gaz känleri üçin material deňlemesi boş öýjügiň gaz doýgunly göwrümi boýunça ortaça ölçenen gatlak basyşy we alynýan gazyň möçberiniň üýtgemegi baradaky maglumat boýunça gazyň goryny kesgitlemegiň esasy usuly. Ýazgynyň şol formasynda material balansynyň deňlemesi gazly ýa-da suwly batlandyryjy şertinde tebigy gaz ojagyny özleşdirmegiň görkezjisini kesgitlenende ulanylýar. Azalan gaz känleriniň differensial deňlemesi üýtgeýän gaz alynşy döwründe gaz ojagyny özleşdirmegiň görkezjisiniň hasaplamasynda ulanylýar. Bu giň germi alan deňlemäniň netijesine seredeliň.

Gazly düzgüni

Material balansyň esasynda laýyk gatlakda gazyň başlangyç massasy $M_{baş}$ t wagta alynan gazyň massasynyň M_{aln} we t wagtda gatlakda galýan gazyň massasynyň M_{gal} jemine deň bolýar.

$$M_{baş} = M_{aln}(t) + M_{gal}(t)$$

Eger boş öýjügiň başlangyç göwrümini $\Omega_{baş}$ bilen bellek, kánler üçin ortaça gaz doýgunlylyk koeffisiýenti bolsa $\tilde{\alpha}$ bolsun, (gaz doýgunly göwrümiň kánleriň umumy boş göwrümüne gatnaşygy), onda kände gazyň başlangyç massasy onuň özleşdirilmegine çenli:

$$M_{baş} = \tilde{\alpha} \Omega_{baş} \rho_{baş}$$

bu ýerde $\rho_{baş}$ - $P_{baş}$ we T_{gat} görä gazyň dykzlygy.

Deňlemäniň esasynda real gaz üçin ýagdaýy

$$\rho_{bas} = \rho_{at} \frac{P_{bas} \cdot Z_{at}}{P_{at} \cdot Z_{bas}}$$

bu ýerde ρ_{at} - P_{at} we T_{gat} görä gazyň dykzlygy, $Z_{baş}$ we Z_{at} gatlagyň temperaturasynda T_{gat} we $P_{baş}$ we P_{at} basyşyndaky gazyň ýokary gysylma koeffisiýenti.

Diýmek, gatlakda gazyň başlangyç massasy

$$M_{bas} = \tilde{\alpha} \Omega_{bas} \rho_{at} \frac{P_{bas} \cdot Z_{at}}{P_{at} \cdot Z_{bas}} \quad (4.1)$$

deň bolýar.

Gaz kánlerini özleşdirmegiň ölçegi boýunça onda basyş düşýär. Gaz ojagyny özleşdirmek işinde gatlagyň temperaturasy üýtgemän (praktiki) galýar. Onda gatlagyň ortaça basyşynda $\tilde{P}(t)$ birnäçe t pursata gatlakda gazyň massasy

$$M_{gal}(t) = \tilde{\alpha}\Omega_{bat}\rho_{at} \frac{\bar{P}(t)Z_{at}}{P_{at}Z[\tilde{P}(t)]} \quad (4.2)$$

Goý, kánlerden gaz alynylyşy wagta görä üýtgesin, birlin wagtda funksional baglanşygy $Q^* = Q^*(t)$ anyklanylýar. Onda t wagt üçin alnan gazyň jemi massasy

$$M_{aln}(t) = \rho_{at} \cdot Q^*_{aln}(t) = \rho_{at} \int_0^t Q^*(t) dt \quad (4.3)$$

bolar.

Gaz kánleri üçin (4.1)-(4.3) deňlemelerden material balansyň deňlemesi gaz düzgüni ýagdaýynda indiki görnüşde ýazylýar.

$$\frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}P_{bas}Z_{at}}{Z_{bas}} = \frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}\tilde{P}(t)Z_{at}}{Z[\tilde{P}(t)]} + P_{at}Q^*_{aln}(t) \quad (4.4)$$

bu ýerde $Q^*_{aln}(t)$ - P_{at} basyşyna we T_{gat} - temperaturyna getirilen t pursata alynýan gazyň mukdary, m^3 .

Känden alynýan gazyň göwrümi hemişe standart basyşynda P_{at} we temperaturasynda T_{st} (293 K) hasaplanýar. Standart şerte getirilen alynýan gazyň möçberini $Q_{aln}(t)$ aňladylýar. Bu ýagdaýda material balansyň deňlemesi indiki görnüşde kabul edilýär.

$$\frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}P_{bas}}{Z_{bas}} = \frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}\tilde{P}(t)}{Z[\tilde{P}(t)]} + P_{at}Q_{aln}(t) \frac{T_{gat}}{T_{st}} \quad (4.5)$$

Z_{at} koeffisiýenti bire ýakyn. Şonuň üçin bu ýerde we aňry $Z_{at} = 1$ diýip alynýar.

Azalan gaz kániniň material balansynyň deňlemesinden (4.4) integrirlenen differensial deňlemesini almak balar. Ters hereket ederis. Azalan gaz kániniň (4.4) deňlemesinden differensial deňlemesini alarys. Munuň üçin (4.4) deňlemäni wagt boýunça differensirlmeli:

$$\frac{dQ_{aln}^*(t)}{dt} = -\frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}}{P_{at}} \cdot \frac{d}{dt} \left[\frac{\tilde{P}(t)}{Z[\tilde{P}(t)]} \right]$$

Alynýan gazyň möçberi üçin (4.3) deňlemäni hasaba almak bilen indiki gözlenýän deňlemesini alýarys

$$Q^*(t) = -\frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}}{P_{at}} \cdot \frac{d}{dt} \left[\frac{\tilde{P}(t)}{Z[\tilde{P}(t)]} \right] \quad (4.6)$$

(4.6) deňlemeden şol pursatda kände gatlagyň getirilen ortaga basyşynyň üýtgemeginiň proporsional tizlikleriniň (dengininiň) t pursatda birlin wagtda alynýan gazyň möçberini anyklanylýar.

4.5. Suwly batlandyryjy düzgüni

Suwly batlandyryjy düzgünde material balansyň esasyňy anyk kesgitlemek indiklerden ybarat: gatlakda başlangyç gazyň massasy alynýan gazyň massasynyň we gatlagyň suwlanan M_{suw} we gaz doýgunly göwrümünde galýan gazyň massasynyň jemine deňdir.

Şeýle hem gatlagyň suwlanan göwrümi $\Omega_{baş} - \Omega(t)$ deň, onda bu göwründe galýan ortaça gaz doýgunlylygynyň α_{gal} ortaça koeffisiýentinde indiki möçberde gaz ýerleşýär.

$$M_{suw}(t) = \rho_{at} [\Omega_{bas} - \Omega(t)] \cdot \alpha_{gal} \frac{\tilde{P}_{suw}(t)}{Z[\tilde{P}_{suw}(t)] P_{at}} \quad (4.7)$$

Diýmek, suwly batlandyryjy şertde gaz kânleri üçin suwuň gazy kemli iteklemesini hasaba almak bilen material balansyň deňlemesi aşäky görnüşde ýazylýar.

$$\frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas} P_{bas}}{Z_{bas}} = \frac{\tilde{\alpha}\Omega(t) \tilde{P}(t)}{Z[\tilde{P}(t)]} + P_{at} Q_{aln}(t) \frac{T_{gat}}{T_{st}} + [\Omega_{bas} - \Omega(t)] \cdot \alpha_{gal} [\tilde{P}_b(t)] \frac{\tilde{P}_{suw}(t)}{Z[\tilde{P}_{suw}(t)]} \quad (4.8)$$

bu ýerde \tilde{P}_{suw} - gatlagyň suwlanan göwrümünde ortaça basyş; $Z(\tilde{P}_{\text{suw}}) - \tilde{P}_{\text{suw}}$ we T_{gat} bolanda ýokary gysylma koeffisiýenti; α_{gal} - tutulan gazyň göwrüminiň (\tilde{P}_{suw} basyşynda we T_{gat} - temperaturada) gatlagyň suwlanan meýdanynyň umumy öýjükli göwrümüne gatnaşygy. Tejribe derňewiniň maglumaty boýunça [137, 302] galan gaz doýgunlylyk koeffisiýenti (4.8) deňlemede görkezilen suwlanan göwrümdäki basyşa bagly.

Galan gaz doýgunlylygyň ortaça koeffisiýentinde $\alpha_{\text{gal}}(\tilde{P}_{\text{suw}})$ birnäçe t pursada kände gelýän suwlaryň jemi mukdary $Q_{\text{suw}}(t) / [\tilde{\alpha} - \alpha_{\text{gal}}(\tilde{P}_{\text{suw}})]$ göwrümde paýlaşdyrylýar. Onda t wagta görä (gaz-suw çägininiň içi) gaz doýgunlylyk göwrümini düzýär:

$$\tilde{\alpha}\Omega(t) = \tilde{\alpha}\Omega_{\text{bas}} - \frac{Q_{\text{suw}}(t)}{\tilde{\alpha} - \alpha_{\text{gal}}(\tilde{P}_{\text{suw}})} \quad (4.9)$$

Şeýle ýagdaýda (4.8) gündelik gaz doýgunlylyk göwrüminiň täsirine önuň deňlemesiniň (4.9) laýyklygy düşündirilýär.

(4.8) material balansyň deňlemesinden işi görkezilmeýär, azalan käniň suwly batlandyryjy düzgüninde differensial deňlemesi alynýar.

Suwly batlandyryjy düzgüni bolmadyk şertinde gaz ojagyny özleşdirmegiň görkezjileri kesgitlenende (4.8) we (4.9) ulanmak üçin berk kynçylyklar ýüze çyňýar. Emma, görkezilen formulany ulanmak üýtgeýän basyşa \tilde{P}_{suw} göre α_{gal} we bu koeffisiýentiň üýtgemeginiň hasabyny anyklamagyň zerurlygyna düşünilýän hasaplamalaryň metodikasy çylşyrymlaşýar. Mundan başgada hakyky maglumatlary analizlenende $\tilde{P}_{\text{suw}} = \tilde{P}_{\text{suw}}(t)$ baglanşygy kesgitlemek kynlaşýar. Eger (4.8) de $\tilde{P}_{\text{suw}}(t) \approx \tilde{P}(t)$ (4.10) diýlip alynmaga ygtyýar berime hasaplamalar has ýönekeýleşýär (4.10) şerti gatlagyň ortaça basyşynyň wagta görä üýtgemeginiň kesgitleýän galan gaz doýgunlylyk koeffisiýentiniň üýtgemeginiň şeýle hem $\alpha_{\text{gal}} = \alpha_{\text{gal}}(\tilde{P})$ deňliginiň basyşynyň

kände gatlagyň ortaça basyşyna deň bolmagynda gazyň tutulmagy barada ygtyýar berilmegini häsiýetlendirýär. Onda (4.9) we (4.10) hasaba almak bilen (4.8)-den

$$\tilde{P}(t) = \frac{Z[\tilde{P}(t)]}{\tilde{\alpha}\Omega_{bas} - Q_{suw}(t)} \left[\frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}}{Z_{bas}} - P_{at}Q_a \ln(t) \frac{T_{gat}}{T_{st}} \right] \quad (4.11)$$

alýarys.

(4.11) deňlemäniň möhümligi ony ulanmak üçin gatlagyň suwlanan meýdany we onuň wagta görä üýtgemeginiň baglansygyny taýýarlamak üçin kyn kesgitlenýän α gal bilmegi talap etmeýän (4.10) zerarly ygtyýar berilmeginden düzülýär (4.11) deňleme gaz kâninden gatlagyň başlangyç gaz görundan 50% we ondan gowrak alynmagyna çenli maglumatly hasaplamalarynda ýokary takyklygyny üpjün edýär. Köp alynmagynda hökmany (4.8) we (4.9) deňlemäni peýdalanmaly.

Kollektorlyk häsiýeti boýunça gatlagyň meňzeş dälliginiň uly bolmagynyň birnäçe ýagdaýynda suwlanan meýdanynda makro tutulma göwrümi görnüşinde gazyň galmagy mümkin. Onda material balansyň deňlemesinde özleşdirmegiň analizinde ony hökmany hasaplamaly. Maglumatly hasaplamasynda gazyň makro tutulmak göwrüminiň bir görnüşe gelmek mümkinçiligini öňünden hasaplamak juda kynçylykly. Olaryň özleşdirmek ulgamlaryny sazlaşdyrmak boýunça laýyk ölçegleri öňünden kabul etmegiň esasynda goýbermän eýe bolmanlygy berk aýdylýar.

4.6. Gatlagyň ortaça basyşyny anyklamak barada

Guýlardan gaz alynda düýp basyşyň we gatlanda guýylaryň töwereginiň basyşynyň peselmegi bolup geçýär. Wagtyň her pursadynda guýylaryň onundan radiusyň boýuna basyşyň birnäçe paýlaşdyrylmasy bolýar - guýguç şepilli peselme.

Gaz kănleri özleřdirilende ayrıratyn guýynyň işinde belli bir ýere degiřli guýguç řekilli peselmegiň çylşyrymlylygynda umumy guýguç řekilli peselmegi bir görnüşe gelýär. Goý, seretýän t wagtymyzyň pursadynda kăniň uza boýuna uzyk akyny basyşyň epýury bar bolsun.

Indi ähli guýyny ulanmagy bes edýäris. Onda gatlakda basyşyň gaýtadan paýlaşdyrylmagy başlanýar. Başda lokal peselýän guýguga řekilini ýapmaly. Düyþ basyşy Pguýy guýynyň täsir edýän meýdanynda gatlagyň basyşsyz çenli etýär. Bu  r n az wagtylyk proses. Soňra tutuř gatlak boýunça basyşyň gaýtadan paýlaşdyrylmagy başlanýar. Gatlagyň basyşynyň deňlenmegi bolup geçýär. Guýyny uzak duruzylmagynda, řol wagtyň dowamynda k ne suwuň girmegi bolmazlygynda k niň ähli ýerinde basyř $\tilde{P}(t)$ deň we birmeňzeř saklanýar. Seredilý n basyřyň fiziki maksady řunuň ýaly.

$\tilde{P}(t)$ -li (5.4), (4.5), (4.8) we (4.11)-de hut řeýle ortaça, takyk bolsa t wagtyň pursadynda k niň gaz doýgunly  ýj giniň göwrümi boýunça ortaça ölçenen gatlagyň basyřsyz d ř nilý r.

Diýmek, kesgitleme boýunça

$$\tilde{P} = \frac{1}{\tilde{\alpha}_{\Omega_{bas}} \Omega_{bas}} \int P \alpha d\Omega \quad \text{alarys} \quad (4.12)$$

bu ýerde P - ýönekeý gaz doýgunly göwrümde $\alpha d\Omega$ ortaça basyř, MPa.

Praktikada $\tilde{P}(t)$ sygymly ulylygyň deň ähmiýetli kartalaryny we t wagtyň pursadynda izibar kartalaryny ulanmak bilen kesgitlenýär. Parametriniň deň ähmiýetiniň  mh we izobar partalarynda Δx we Δy edimli kwadrat tory goýulýar. Torly   kleriň dařky   gine has gowy appoksimasiýa ge ilý r (4.12) deňlemäniň integrally gutarnykly jemi galşyřýar. Onda

$$\tilde{P} = \frac{1}{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}} \sum_{i=1}^n [P_i(\alpha mh)_i \Delta x \Delta y] \quad (4.13)$$

bu ýerde i - ýönekeý öýjükleriň nomeri; n - gaz kâniniň appoksimirlenen ýönekeý öýjügiň sany.

$P(t)$ gözlenýän ähmiýeti ýerleşýän (4.13) formula boýunça gabat gelýän kartadan ýönekeý öýjügiň merkezinde αmh we P ähmiti hasaplanýar. Ähli görkezilen operasiýalar häzir gabat gelýän programma boýunça kompýuterde ýerine ýetirilýänligi mese-mälim. Üç ölçegli süzülmegine seredilmeginde \tilde{P} deň derendeli ýagdaýda kesgitlenýär.

4.7. Gaz gidratly kânleri özlesdirmegin aýratynlyklary

1969 ýylda SSSR ministrler Sowetinde açym we oýlan tapys isi boýunça Komitetinde W.G.Wasiýewyn, Ýu.F.Mosogonyn, F.A.Trebinyn, A.A. Trofimynanyn we N.W.Çerskonyn “Kesgitlenen termodinamiki sertde ýüze çykan gaz gidratly kânlerin we gaty halında ýer gabygynda ýerleşýän tebigy gazyn häsiýeti” diýen açylysy registrirlenen bolupdy. Häzirki wagta çenli biziň ýurdumyzda we dasary ýurtlarda seýle ojagyn birnäçesi açyldy.

1970 ýylda ilki bilen tejribe-senagaty ulanylmagynda (TSU), sonra bolsa özleşdirmek senagatynda Messoýah gaz gidrat ojagy girizilen. Sol ojagy özlesdirmegin aýratynlygyny dernemegi nähili bolsada jikme-jik seretmek mümkinçiligi görkezilmeýän awtorlaryn köp sanly isleri edildi. Şonuň üçin bu ýerde bu mundan beýläk [128, 129, 130] dernewinde bazalasdyrmaly bolar.

Messoýahyn gurlusy alob-senoman ýasynyn dolgan switalarynyn dasky çägi boýunça 12,5 x 19 km we amplitudasy 84 m bolan ölçegleri bar. Kân suw erediji. Gatlagyn temperaturasy dasky çäginin derejesinde (8,4 - 8,8) °C, gaz-suw araçägi (GSA) derejesinde (11,5 - 11,8) °C-den durýar.

Gatlagyn baslangyç basysy kän boýunça ortaça 7,8 MPa den diýip kabul edilýär.

Görkezilen termobariki sertden berlen önümlü gatlagyn ýokarky böleginde PS-in görkezjisinin durnuksyz otirisatel anamallaryndan, uly boslyklardan, ikinji galsma - isjenliginin ähmiýetinin pesmeginden tebigy gazyn kristal gidratlarynyn bar bolmagy çaklanylýar. Gidrat doýgunlylyk koeffisiýentinin bahalary $20 \div 50$ we gowran prosentler düzýär. Öz wagtynda çaklanylýan gaz gidratly böleginden kernler alypmaýar gabat gelýän çaklama görä gidrat sonrak üze çykýar.

Seýle ýagdaýda Messoýah kânlerinde gazyn gorynyn gurlysynyn ýokarky böleginde bölekleýin erkin faza görnüsünde we gidrat görnüsünde ýerleýär. Gaz gorynyn galan bölegi erkin galygy görkezilen we olar gidrat doýgunlylyk zonasyndan asakda ýerlesýär. Seýle kânlerin görnüsine ýene gaz-gazgidratly kânler diýlip kabul edilen.

Burawlanma fondundan 70%, ulanylýan fondundan bolsa 85%-li guýysynyn tutus kesigi bir düýbi açýar. Güýýnyn debit ölçejjisi gazyn akyp ýygnamagynyn ýokarky aralykda asaka seredeninde örän azlygyny görkezýär netijede özlesdirmegin esasan 4-den 8 ýyla çenli döwründe asaky we ýokarky interwallarynyn arasyndaky gatlak basysynyn tapawutlanmagyna gelýär.

Messoýah görnüsli kânleri suwlandyraga seýle ýoly guýýnyn düýbinin we gatlagyn düýp töwereginin meýdanynyn çalt gidratlasmagy bilen baglylykda delillendirilmeýär. Sonun üçin guýyda dine asaky ýatan önümlü interwallary açman has ynamly bolýar.

Gidrat doýgunlylylyk meýdanynda basysyn peselmegi, basysda görkezilen dürliligi bir görnüse gelmegi kânin gaz doýgunly böleginde gazyn akyp ýygnanmagyna gabat gelýän gidratlaryn dargamagyna (bölünmegine) ýardam berýär. Bu ýagdaýda 1970-1977 ýyllarda Messoýah kâni tejribe-senagaty ulanylmagynda (TSU) we senagaty özlesdirmende ýerlesen,

1978-1981 ýyllarda konserwirlenmelerde, 1982-1986 ýyllarda möwsümlü ulanma ýeri bolan.

Bu döwürleri üçin gabat gelýän özlesdirmegin görkezjilerine kânleri kesgitlemek modellerini [130] ulanmak bilen alnan hasaplama maglumatynyn esasynda seredilen. Ters mysallaryn çözüwi gatlagyn gaz doýgunly böleginde, gaz gidratly böleginde gazyn görларыny, süzülme ulylyklaryny, gatlagyn gaz doýgunly we gaz gidratly zonalaryn arasyndaky göwrümlü proseslerin häsiýetlendirýän güýgli dengini, şeýlede suwly gatlagyn geçirijilik ululyklaryny kh/μ (k - geçirijilik koeffisiýenti; h - suwly gatlagyn galynlygy; μ - suwlaryn dinamiki sepbesiklik koeffisiýenti) tapmaga ygtyýar berýär.

Göni mysallaryn gözüwi üçin (özlesdirmek görkezjilerini prognozirmek) dört denlemeden indiki ilgamy ulanylan. Birinji denleme gursaýan jynsdan ýylygyn alyp ýygnaýmagynyn gidratlary dargatmak prosessinin izotermiki däl hasaplamagyndaky pes suwlanýan ýokarky interwal üçin gazyn material denlemesini (differensial formada) özünde görkezýär. Ikinji denlemesi - asaky suwlaryn gelmeginin we pes suwlanýan meýdandan gazyn akmagyny hasaba almak bilen gatlagyn azalan gaz doýgunly zonalaryn differensial denlemesi. Üçünji denleme pes suwlanýan meýdanlarda gaz doýgunlylyk koeffisiýentiniň üýtgemeginin herekete degisligini kesgitleýär, dördünji bolsa, gatlagyn gaz doýgunly böleginin suwlanmagynda pes suwlanmagyndan gazyn akmak depginini kesgitleýär.

On de görkezilen dört ululyklary takykklamak boýunça ters mysaly gatlagyn gaz doýgunly zonasynda gatlagyn hasaply we hakyky basysynyn ortaça kwadratly gabat gelmeýän jemini kemeltmegin esasynda islenýär.

Talyplanan ululyklary ulanmak bilen Messoýah oýagyny özlesdirmegin taryhynda täzeden islenmeginin netijeleri 2.19 suratda görkezilen.

Tejribe - senagatly ulanylmagy we senagat özlesdirmе döwründe 17 ýyl üçin alnan jeminden 85%. 8 ýylda alynýar. Gazyn has köp alynmagy (goryndan ýylda 7% çenli) birinji bäs ýylda bölüp geçýär, sonra çykarys peselýär. Sonun üçin birinji 5 ýylyn dowamynda gaz döýgunly zonada basysyn has köp düsmegi bolup geçýär. \tilde{P}_1 we gaz gidratynda we asakda basysyn dürlilikleri ösýär \tilde{P}_2 , sonra basysyn düsmegi \tilde{P}_1 haýallasýar we seredilýän döwrün sonuna ösmäge baslaýar. Ortaça basysyndaky dürliligi $\tilde{P}_2 - \tilde{P}_1$ aýrylýar.

Kände seredilýän döwrün akýryna 15 mln m³ suwlar girýär. Bu ýagdaýda guýyn köp sanynyn suwlanmak pursady bilen gabat gelmeginde sonky üç ýylda suwlaryn has köp gelmegi bölüp geçýär.

\tilde{P}_2 basysyn peselmegi, $\tilde{P}_2 - \tilde{P}_1$ basysynyn dürliliginiň ösmegi gatlagyn asaky ol ýokarky zonasynda gazyn akmagyna we gidratyn dargamagyna çagyryýar. Gidratyn dargama prosessiniň netijesiniň gidrat döýgunlylyk koeffisiýenti ortaça 0,04 gysgalýar.

Seýle ýagdaýda kânin gaz döýgunlylyk böleginde suwlaryn akyp ýygnanmagy, gatlagyn pes suwlanýan zonalaryndan gazyn akymlary we gidratyn dargamagy birinji periodyn akýrynda \tilde{P}_1 basysyn ösüp baslamagy önünden kesgitlenen.

Känleri ýapylan dört ýylyn dowamynda \tilde{P}_1 we \tilde{P}_2 basysy önde görkezilen ululyklarynyn ýüze çykmak netilesi uly ölçegi denesdirmeyär. Kânin ýapylan döwründe ýene 12 mln. m³ suwlar giren, bu özlesdirmegin ähli möhleti üçin giren suwlaryn jemi möçberinden 34%-ni düzýär. Gaz alynmaýan sertinde suwlaryn akyp ýygnanmaklarynyn ululygy. Gatlagyn basysynyn tebigy ösmegine getirýär. Ýapylma döwründe gidrat döýgunlylyk koeffisiýenti 0,01 çenli peselýär \tilde{P}_2 basysyn as üýtgemegi bilen baglansykly gidrat döýguma prosessi haýalynýar.

Möwsüleli ulanmalaryn döwri üçin gaz alynysynyn umumy ýygnaşmagyndan 15% alynan. Bu döwür \tilde{P}_1 basysyn hereketinde yzyna gaýtmanyn bolmagynda döwürleýin alynmagyny häsiýetlendirýär. Käniň seredilýän döwründe asaky suwlaryn 7 mln.m³ giren. 2.19 suratyn 5 we 6 görkezjisiniň analizinden ýapmagyn sonky ýyllary bilen denesdirme boýunça gidratlary özargaýma we gazyn akmak prosesinde düýpli üýtgemegi bolup geçmeýänligi görünýär.

2-nji tablisada ulanmagyn seredilen üç döwri üçin Messoýah kânlerini özlesdirmegin häsiýetme görkezjisiniň ähmiýeti berilýär. Sol tablisadan has uly derejede gidratyn dargamagy bolan birinji döwründe galysýan prosesslerini berýär. Bu tebigy, şeýle hem bu ýerde gaz alynys dengini has uly, $\tilde{P}_2 - \tilde{P}_1$ basysda dürliligi has uly, \tilde{P}_2 basysyn düsmegi haýal. Özlesdirmegin ähli möhleti üçin gidratyn dargamagyndan bölünip çykýan gazyn göwrüminiň hasaplamanyn esasynda 2 mlrd.m³ töweregini düzüýänligi görkezilen.

Gatlagyn gaz doýgunly böleginde has sowuk gazyn akmak, gidratyn dargama prosesi asaky we ýokarky interwalda temperaturanyň peselmegine getirýär. Daäsnyň gursaýan jynsdaň ýylylygyn gemkeçi temperaturanyň peselmeginiň haýallanmagyna geçýär. Hasaplama maglumaty gatlagyn gidrat doýgunly zonasynda temperatura ortaça 1,3oS, gaz doýgunly zonadada bolsa ortaça 0,3oS peselmegine getirilen 17 ýyl üçin görkezilen ululyklarynyň jemi barada görkezme berýär.

4.8. Gatlakda gazyň we suwuň belli bir wagt boýunça süzülmeginiň differensial deňlemesi

Häzirki wagtda tebigy gaz ojagyny özlesdirmegin teoriýasy gazyn we suwun kadasyz süzülmeginiň köp ölçegli (iki ölçegli, üç ölçegli) denlemesini integrirlemekde esaslandyrylýar (bazalasdyrylýar).

Formasyny üýtgeýän öýjükli sredanyn kollektorlyk häsiýeti boýunça real menzes dälliginde real gazyn kadasyz süzülmek prosessi ýazylýan differensial denlemesi indiki görnüşde ýazylýar.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{k(x,y,p)h(x,y)}{\mu(P)z(P)} \cdot \frac{\partial P^2}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{k(x,y,p)h(x,y)}{\mu(P)z(P)} \cdot \frac{\partial P^2}{\partial y} \right] = \quad (4.14)$$

$$= 2h(x,y) \frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{P\alpha(x,y,p)m(x,y,p)}{z(P)} \right]$$

Bu ýerde k , α , m , h - geçirjilik, gaz doýgunlylyk, öýjüklilik we gatлага gabat gelýän peýdaly ganyňlyk koeffisiýentleri; P -t pursatda x we y koordinataly gatlagyn nokadynda basys; μ , z - gatlagyn temperaturasyňa we P basysyna laýyklykda gazyn ýokary gysylmak we dinamiki sepbesiklik koeffisiýentleri.

(4.14) denlemäniň ýazgysyndan gatlagyn ululyklary - koordinata funksiýalary çaklanylýar, geçirjilik we öýjüklilik (sonun ýaly-da gaz doýgunlylyk) koeffisiýentleri gatlagyn basysynyn peselmeginde önümlü kollektoryň formasyny üýtgemeginin netijesinde üýtgeýär (peselýär). Ygtyýar bermeginde (4.14) denlemeden gazyn kadasyz süzülmeginin sahsy denlemesi alynýar. (4.14) denleme Darsiniň kanuny boýunça süzülmegin hadysasy üçin alnan. Seýle hem bu dine guýynyn düýbüne ýakyn zonasynnda süzülmegi göni çyzyksyz saklanmagy ýerlikli.

Birnäçe ýenillesdirilen çaklamalarda gazyn kadasyz filtrlenmeginiň birinji denlemesi 1929 ýylda akademik A.S.Leybenzon tarapyndan alynlypdy.

Praktiki mysal üçin gyzykly gözüwi çesmeli differensial denlemesiniň netijesinde alynýar. Onda (4.14) denlemäniň ýerine indiki denlemäni (käpleri ýazisdirmekde öýjüklilikligi hasap edilmezligine üýtgemegi) alýarys.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{k(x,y,p)h(x,y)}{\mu(P)z(P)} \cdot \frac{\partial P^2}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{k(x,y,p)h(x,y)}{\mu(P)z(P)} \cdot \frac{\partial P^2}{\partial y} \right] = \quad (4.15)$$

$$= 2\alpha(x,y)m(x,y)h(x,y) \frac{\partial}{\partial} \left[\frac{P}{z(P)} \right] + 2P_{at} q^*(x,y,t)$$

Bu ýerde $q^*(x,y,t)$ - P_{at} we T_{gat} getirilen t pursatda (birlik wagtda) x we y koordinataly nokatda gatlagyn birlik meýdanyna geçirilen sarp edilýän gazyň göwrümi.

Soňky ýyllarda guýyny we gatlaklary dernemegini geologo-geofiziki we gazodinamiki dernewleriň maglumat berijiligi köp ösen. Bu gursaýan suwly gatlagyň we kânlerin ähli göwrümleri boýunça gatlagyn kollektorlyk häsiýetinin birmenzesdälligini hasaplamagyn netijesinde bir, iki we üç fazaly süzülmeýini teoriýalarynyň mysallaryny ölçegli islemäge we goýmaga ygtyýar berýär.

Bir fazaly filtrlenmeýini (gazly düzgün) üç ölçegli mysalyna seredilende (4.15) deňleme bilen bilelikde indiki deňlemede san paýdan integrirlenýär.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{k(x,y,z,p)}{\mu(P)z(P)} \cdot \frac{\partial P^2}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{k(x,y,z,p)}{\mu(P)z(P)} \cdot \frac{\partial P^2}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\frac{k(x,y,z,p)}{\mu(P)z(P)} \cdot \frac{\partial P^2}{\partial z} \right] =$$

$$= 2\alpha(x,y,z)m(x,y,z) \frac{\partial}{\partial} \left[\frac{P}{z(P)} \right] + 2P_{at} q^*(x,y,z,t)$$

Gaz kânleri gatlagyn basysyny saklamasyz sol gazyn maýysgak energiýasynyň hasabyna özlesdirilýär. Şonuň üçin suwly batlandyryjy düzgüni gatlagyn suwly howdanynyň siletiniň we gatlak suwlarynyň maýysgak güýçleriniň ýüze çykmagy we gaz anykmagy netijesinde bolýar. Filtrlenmeýini maýysgak düzgüni teoriýasynyň differensial denlemesini biribirine garassyz W.N.Selkaçew we K.Ýe.Džeykob alypdylar.

Öýjüklü sredanyň kollektorlyk häsiýeti boýunça birmenzes bolmazlygynda gatlagyn suwlarynyň kadasyz filtrlenmeýiniň differensial denleme indiki görnüsde ýazylýar.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{k(x,y)}{\mu_{suw}} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{k(x,y)}{\mu_{suw}} \cdot \frac{\partial P}{\partial y} \right] = \beta^*(x,y)h(x,y) \frac{\partial P}{\partial} \quad (4.16)$$

Bu ýerde μ_{suw} - suwuň dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti; β^* - suwly gatlagyň maýyşgak sygym koeffisiýenti [334.335].

Analiz mysaly islenende tebigy gaz ojagyny kânlerini aýratynlykda ýa-da ojaklarynyň toparyny özlesdirmek mümkinçiligini kesgitlemek we sazlamak (4.14) ýa (4.15) ýa-da (4.16) deňlemäni integrirlemekden ýa-da (4.15) we (4.16) denlemesinin ulgamyny islemekden gelip çykýar.

Iki fazaly akymda (gaz, suw) suwly batlandyryjy düzgün teoriýasynyň tejribe ähmiýetli köp mysallary islenilýär. Onda özlesdirmegin görkezijisini progonizlemek laýyk gelýän sertinde hususy döredilende iki differensial denlemäniň ulgamyny islemegin zerurlygyny anladýar. Nebit gaz kondensatly kânleri özlesdirmegin mümkinçiliklerine seredilende gaz, nebit we suw üçin kadasyz süzülmek prosessleri ýazylan üç differensial denlemeden ulgamy integrirlemekden gelip çykýar. Gaz kondensat kânleri üçin taslama dokumentleri düzülende fazaly öwrülisigin geçmegini hasaba almak bilen her komponentin aýratyn süzülmegini dernemegi talap edilende köp komponentli süzülmegin teoriýasyny ulanmakdan ýerine ýetirilýär. Sol paragrafy gosulma galýar, sonun üçin differensial denlemesinin laýyk ulgamlary laýyk mysaly islenmeginde we taýýarlanmagynda sonrak getirilen bolar.

Sonky ýyllarda ähli taslama dokumentleri süzülmek teoriýalarynyň üç ölçegli mysalyna seretmekde esaslandyrylýanlygy ýene bir gezek bellenen. Seýle gurlusda kollektoryň real menzes dälilik häsiýetini, meýdanda guýynyň denölçegsiz ýerlesmegini we dik koordinatalaryň uzaboýuna suwlanmagynyň (we basylmagynyň) interwallaryny hasaplamak basa barýar.

4.9. Gazyň, suwuň we nebitiň guýynyň düýbüne akyp ýygnanmagynyň aýratynlyklary

Guýy - tebigy gaz ojağyny özlesdirmek ulgamynyň gerekli esasy. Zerurlygynda guýydan gaz we kondensat seýlede nebiti we suwy alynýar. Guýylar ojağy özlesdirmekde bolup geçýän prosessleri sazlamagy amala asyrylmagynda gatlak bilen bagly kanallar bolup hyzmat edýär. Guýyny dernemegin netijesinde, görkezjiler üçin gözegçiligi olary ulanylmagy nebit we gaz kânlerinde olary özlesdirilmeginde bolup geçýän prosessi barada we suwly gazly we nebitli gatlaklary, düýbe ýakyn zonalarynyň ululyklary barada maglumat alýar.

Guýylar anladylsý boýunça barlag, çykaryjy, basgylaýjy, gözegçi we pýezometriki ýaly böleklere bölmek mümkin.

Gözleg guýylary kânleriň ölçegini we geologiki gurlusynyň aýratynlygyny, kânleri gursaýan gatlagyn suwly batlandyryjy ulgamlaryny öwrenmek üçin hem-de gatlagyn ululyklaryny we önümliligini anyklamak üçin burowlanýar.

Çykaryjy we basgylaýjy guýylary gazy, nebiti, kondensaty çykarmak üçin tebigy uglewodorodlar ojağyny özlesdirilende gatlakda bilelikde bolan prosessleri dolandyrmak üçin niýetlenen. Bu guýy ähli taraplaýyn we döwürleýin dernelmegi ojak barada bizin görkezmelerimizin üstüni ýetirýär. Bu guýyny ulanylanda alynýan düşünjesi suwly batlandyryjy howdanyň isjenligi, nebit, gaz we kondensat gory barada, gatlagyn ululyklary barada habar berýär.

Gözegçi we pýezometriki guýylary kände bolup geçýän prosesslerde barlag geçirmek üçin ulanylýar. Gözegçi diýip gazly ýa-da nebitli meýdanynda burowlanan guýylara aýdyp bileris, pýezometriki bolsa kânleriň araçäginin dasy üçin (suwly meýdanynda) burowlanan. Seýle guýylar üçin gözegçiik edilmegi ojağyn düzgüni barada, gazly, nebitli we suwly meýdanynda gatlagyn basysynyň wagta gärrä we göwrümi boýunça üýtgemegi barda maglumat berýär, hem-de

gözəgçi geofiziki guýysynda gazly we nebit gazly känlerde suwlaryn hereketi üçin esewan bolmagyna ygtyýar berýär. Sonun üçin “çykaryjy-gözsgçi” guýylary burawlamak hödürilenilýär. Seýle guýy üçin olary normal ulanylmagynda basysyn dowamly ölçeglerinin wagtyň üýtgesikliginde dernew geçirmegin ýörüte wagty planlasdyrylýar.

Sol paragrafda esasan çykaryjy guýa nebitin we gazyn akyp ýygnanmagynyn aýratynlygyna üns berilýär.

Basda gaz guýsy ulanylanda bilelikde bolan häsiýetli pursatlara serederis. Birinji aýratynlygy - gatlagyn düýbe ýakyp zonasynda gazyn süzülmeginin ýokary tizlikleri sertlenen süzülmegin göni çyzykly kanunynyn bözulmagy. Nebit guýysynyn debitinin 100 m³/cut-sy artynmaç ýokary hasaplanýar. Gaz guýysy üçin ýokarylygy 1 mln.m³/cut debiti kabul etmek bolar. Goý, gatlagyn basysy 15 MPa, düýp basysy bolsa 10 MPa bolsun. Onda düýp basysyna getirilen gazyn debitini 10000 m³/cut bolar, seýle hem guýynyn düýbinin ýakynynda gazyn süzülmeginin tizligi nebitin süzülmeginin tizliginden uly.

Darsinin kanuny bozulanda birnäçe t pursat üçin ideal gaz-ýagdaýynda guýa gazyn akyp ýygnanmagynyn denlemesi indiki görnüşde ýazylýar [37, 213].

$$P_k^2(t) - P_C^2(t) = Aq(t) + Bq^2(t), \quad (4.17)$$

Bärde $P_k(t)$ - sol pursatda guýylaryn sol meýdanynda gatlagyn basysy; $P_C(t)$ - t pursatda guýynyn düýp basysy; A we B - süzülmegin garsylyk koeffisiýenti; q(t) - P_{ar} we T_{st} getirilen t pursatda guýylaryn debiti.

Birnäçe guýylarynyn meýdanynda gatlagyn basysynyn täsirine ön bellesimid ýaly ony uzak wagtlap saklanmagy netijesinde düýbin saklanmagyndaky seýle basysa düşünilýär. Guýylaryn uzak wagtlap saklanmagy seredilýän guýylaryn meýdanynda (güýçuç sekilinin lokal peselmegi) güýçuç sekillerini denlesdirmek üçin zerur bolan wagtdygyny düşündirýär.

Guýa gazyn akyp ýygnanmagynyn basga aýratynlygy - akma çyzyzygynyn gysarmagy. Bu gysarma desilmek häsiýeti boýunça kämil däl guýynyn ýapynda bolup geçýär, eger guýy önümlü goýlagy bölekleyin kesip geçen bolsa, onda açma derejesi boýunça kämil däl guýynyn netijesinde gysarma bolup geçer. Açmagyn derejesi we häsiýeti boýunça kämil däl guýylar gazyn guýa akyp ýygnanmak denlemesinde A we B süzülmegin garsylyk koeffisiýentiniň ýokarlanan bahasynda öz sepişini tapýar (4.17). Dürli ýagdaý üçin A we B koeffisiýentiniň gurlusyny [14, 30, 37, 69] isin esasynda bilmek mümkin.

Guýa akyp ýygnanmagynyn indiki aýratynlygy gaz kondensat garyndysynyn süzülmegine sertlenen (iki fazaly süzülmä). Gaz kondensat ojagyny özlesdirilende, hatda gatlagyn basysyny ýokarlandyrylmagy bilen bolanda her i-u guýyda düýp basysy $P_{\text{guýy}}$ kăkalatda kondensirlenip baslanan basysdan $P_{\text{kön.bas}}$ kiçi. Düýbe ýakyn zonada we gatlagyn ýanasyk zonasynda kondensatyn düşmegi (4.17) denlemede A we B süzülmä garsylygyny üýtgetýär. Düýbe ýakyn zonada iki fazaly süzülmegi guýylaryň önümlerini çäk ýa-da asaky suwlaryň suwlandyrmagynda gapma-garsy bolup geçýär. Eger guýyda gelen suwuklygy aýyrmak boýunça ýörite ölçeg akynmadyk bolsa, onda ol özüňden basyp biler. Gaz boýunça debitleri peselmeginde özlesdirilmeginin sonky ýyllarynda suwuk flýuidleriň guýa akmagynyn üstünde ewakuasiýa serti aýratyn ýaramazlasýar [23, 174, 246].

Özlesdirmekde gazda kükürtli wodorodyn uly mukdary bolan gaz kondensatly ojagy girizilen (Astrahan, Karakalpak). K.S.Basniýewin dernewine laýyk düýbe ýakyn zonada seýle köp komponentli ulgamy guýa akyp ýygnanmagynda ýönekeý kükürdin düşmeginiň bolup geçmegi mümkin [29].

Ýumsak, durnuksyz kollektorlary kesir geçýän guýyny ulanylanda guýyny ulanma prosesinde enjamlaryň bozulmagy we çägeli dyky döremegi ýaly çylsyrmylylygyn we gatlagyn düýbe ýakyn zonalarynyň jynsyn bölejikleriniň zynylmagyna

ygtyýar bermegini goýbermezi ýaly guýynyn debitini çäklendirmeli bolýar.

Krasnodar sebitinin gaz kondensatly ojagyny özlesdirmegin tejribesi guýynyn suwlanmagynda hatda durnukly kollektoryn akyp baslaýanlygyny görkezýär (P.T.Smyglýa, 1967).

Guýa gazyn akyp ýygnanmagynyn aýratynlygynda asma nasos-kompressor turbasynyn (NKT) uzynlygy uly täsir edýär.

Krasnodar sebitinin ojagyny ulanmagyn tejribesinden NKT-nyn dabanyňy perforasiýa desiginin asaky derejesinde maksada laýyk goýlanda düýpde çäge toýunly, suwuklykly dykynyn döremeginin önüni almak hasaplanylýar. Kähalatda düýbin dykylary asaky önümlü interwallary bekleýär, guýynyn debitinin peselmegine, täsirli suwlandyrylmagyna getirýär, diýmek, çykaryjy guýy wagtyndan ön suwlanýar.

NKT-ni goýbermek boýunça görkezilen hödürlenme terrigen kollektorlar we önümlü gatlagyn uly bolmadyk galyňlykly kánler üçin dogry. Orendurg gaz kondensatly ojagynda aýratyn guýyda açyk düýbin beýipligi 200-300 m ýokarlanýar, düýbin we NKT-nin dabanyňyn bellikleri bolsa GNA (gaz nebit araçäginde) 50 m töweregi aralykda ýerleşýär. Netijede karbonatly kollektoryn asaky interwallary has köpräk suwlanýar. Bu suw çelme tertipli 50 guýy bilen ulanylanda ojakdan jemi alynmagy gaz gorunyn 4% töweregine getirýär.

Orenburg ojagynda gatyn suwlanmagynyn görkezilen den ölçegsizliginin sebäbinin biri NKT-nin dabanyňa turba ara bosluk boýunça üstünden basylýan gazyn hereketinde basysyn gosga ýitmegini aýyrmagyn zerurlygy bilen bagly. Sonun üçin NKT-nin dabanyňyn derejesinde interwallardan gazyn akyp ýygnanmagy üçin serti has dogry hasaplanýar. Seýle ýagdaýda guýyda gatlagyn açylan we perforirlenen galyňlygy (ýa-da açyl düýbin ulylygy), goýberilen NKT-nin çunlygy galyňlygy

boýunça önümlü gatyn islöp berme derejesini önünden kesgitleýär.

Eger karbonatly kollektorda dik jaýryklylygy ösen bolsa, onda guýynyn düýbi (we goýberilen NKT-nin çunlugy) SGA-den dasda ýerlesmeli bolar. Eger karbonatly massiw üçin bölek-bölek gatly gurlysly we uly gazly gatlary häsiýetlendirilen bolsa, onda birinjiden aýratyn ulanylýan is yerinin böleginde maksada laýyk bolýär, ikinjiden her ulanylýan is yerinin guýysynda perforasiýa interwalynyn asaky desigine çenli NKT-ni goýbermeli.

Ojagyn bir görnüşe gelmeginde gaz garymlaryn aralygynda suwy gysyp çykaýär. Bu ýagdaýda gaz öýjükli aralykdan suwy dolylygyna itelemeýär, seýle-de önümlü kollektorda mydama galyndy suwlar bolýär. Dernew gatlagyn guýynyn düýbe ýakyn zonasyna gazyn akmagynda basysyn düsme prosesinde çyglanmagyny görkezýär. Galan suwdaý çunlylyga guýydan uzanda üýtgemän galýär [170].

Ön bellenen ululyklary guýynyn önümlü häsiýeti ýaramazlasdyrýär.

Guýynyn önümliliginin ösmegi onun düýbe ýakyn zonasynyn suwuny çekdirmegi bilelikde bolup geçýär. Sonun üçin A.A.Litwinow, A.K.Sewçenko we O.A.Babenko gaz guýysynyn önümliligini ýokarlandyrmak üçin gatlagyn düýbe ýakyn zonasynyn emeli suwuny çekdirmek hödürleýär.

Tebigy gaz ojagyny özlesdirmek gatlagyn basysynyn we düýp basysynyn düsmegi bilen alnyp barylýär. Bu gatlagyn formasyny üýtgetmegini getirýär. Promysel we tejribe dernewi gatlagyn basysynyn peselmegine görä gatlagyn geçirijilik we öýjüklilik koeffisiýentlerin üýtgemegini (peselmegini) görkezýär. Bu ýagdaýda geçirijilik koeffisiýentleri has düýpli (kähalatda 90%-e çenli we göwräk) üýtgeýär. Elbetde, suwlanýan formasyny üýtgetýän kollektoryn guýysynyn töwereginde güýguç sekili peselmesinden basga-da “geçirijiligin güýguç sekili” we “öýjüklilikin güýguç sekili” emele gelýär.

Formasyny üýtgetmegin üýtgemegi maýysgak. maýysgak plastiki, plastiki bolup biler. Basysy saklanandaky ilkinji pursadynda (guýyny ýapmak, gatlagga gatarmak meselem saklamakda kânin öwrüsigindäki gaz) gatlagyn spleti baslangyç gurlusyna ýetýär. Diýmek, geçirijilik we öýjüplilik koeffisiýentleri basysy saklanylanda özünin baslangyç bahasyna galaýlasýar. Ikinji pursatda basys saklananda kollektorlyk häsiýeti özünin baslangyç belligine ýetmeýär. Kollektoryn plastiki formasyny üýtgetme häsiýetinde hatda gatlagyn basysy ösendede gatlagyn dürli nokadynda minimal basysyn ýeten derejesinde galýar.

Gatlagyn basysyn üýtgemeginde, düýp basysynda gazy häsiýeti meselem guýylagyn prognozirlenen debitin ululygyny aýdyp baslaýar. Baha goýulýan hasaplamalar [196] isinde getirilen, Boýlýa-Mariottanyn kanunundan real gazyn üýtgesikligi hasapda bolmazlygynda olaryn sepbesikligi basysyn üýtgemegi netijesinde üýtgemegi tebigy gazyn seredilýän düzümi üçin prognozirlenme debitlerinin ýalnyslygy 10-dan 16% çenli metan üçin 23-den 28% çenli üýtgeýänligini görkezýär.

Guýy desip geçende gatlagyn düýbe ýanyn zonasynda süzülen ýuwujy ergin syzyp geçýär, önümlü gat glinalasýar. Akyp ýygnanmagyny çaltlandyrma boýunça isli çykaryjy guýyny düýpli abatlaýys isini geçirmezinden ön ýapmagyn menzes çylsyrmylylygyna seredilen. Düýbe ýakyn zonanyn dowamynda hapadan we toýun kesmeginden arasalanýar suwuny çekdirinýär, emma haýsydyr bir wagtda guýa gazyn akyp ýygnanmagynda ählisi gaýtalanýar. Toýunly böleklerin zynylmagyna ygtyýar bermegi bilen guýynyn önümlililigi düýpli ösýär. Önümlü gatlajyklaryn toýunlasmagynyn dürli derejesi , galyňlygy boýunça önümlü gaýyn denölçegsiz suwlanmagyny ulanylmaga olary gosmagyn dürli wagtlylygyny anyklaýar. Bu faktorlary guýyny dernelende, tebigy gaz ojaýyny özlesdirmegin mümkinçiliklerini

kesgitlemegin we analizinin taslamasynda hasaplamazlyk bolmaýar.

Guýy burawlananda we olary düýpli obatlananda, seýlede ölçeğ döredilende düýbe ýapyn zonada täsir edýän kynçylyklary, gerek bolan guýynyn önümliligini peseltmegin päsgeçiligi barada dine bir ýylyn dowamynda iki dogtorlyk dissertasiýalary goralan [222, 243].

Guýa gazyn akyp ýygnanmagynyn aýratynlygy gatlagyn düýbe ýakyn zonanynda basysyn uly ýitgisine degisli bolýar. Guýylaryn arasy 1500 m aralykda we $\varepsilon = P_c/P_k = 0,9$ bolanda gatlagyn düýgüne ýakyn zonada süzerlme garsylygyny aýrylanda 10 m radiusynda basysyn umumy ýitgisinin 52,9% bölup geçýär, ondan 18,8% düýbe ýakyn zonanyn 0,4 m radiusynda bolup geçýär.

Gatlagyn güýguç sekilli peselmeginin ulanmagy bilen (ε häsiýetlendirilýän) basysyn ýitgisi guýynyn golaýynda ulalýar. Guýylaryn arasy sol bir aralykda (15000 m), ýöne $\varepsilon = 0$ bolanda ($P_c = 0$ anladýar) gatlagyn düýbe ýakyn zonasynda 10 m radiusynda basysyn umumy ýitgisi $\varepsilon = 0,9$ bolanda 52,99, seredeninde 71,9% bolup geçýär.

Guýguç sekininin peselmegi üýtgemezliginde guýylaryn aralygynyn üýtgemegi gatlakda basysyn ýitgisini paýlasdyrmakda uly täsir görkezmeýär. Meselem guýylaryn aralygy 500 m-den 1500 m çenli ulaldylanda, umumy ýitgiden basysyn ýitgi paýy düýbe ýapyn zonanyn 10 m radiusynda 60,4-den 52,9% çenli pesselmegi bolup geçýär ($\varepsilon = 0,9$ bolanda). Kämildäl guýylaryn, sertinde süzülmegin göni çyzykly däl kanunyna we guýa gazyn kadasyz akyp ýygnanmagyna laýyklykda gatlagyn düýbe ýakyn zonasynda bolup geçýän basysyn umumy ýitgisinin paýy ösýär.

B.B.Lapuk gatlakda gazyn süzülmeginin prosessi praktiki izotermiki bolýanlygyny görkezýär. Basysyn düsmegi netijesinde gatlagyn düýbe ýakyn zonasynda, Džoulýa-Tomsonyn effektinin hasabyna temperatura peselýär. Sonun üçin guýa gazyn akypýygnanmagy hakanda gatlagyn

temperaturasy uly bolmasa gatlagyn düýbe ýakyn zonasynnda gidratlaryn döremegi bilen bile bolýar.

Gaz gidrat käninini özlesdirmegine ön seredilen, özüniň aýratynlyklary bar. Messoýah ojagyny özlesdirmek prosessini ýatlasak aýratyn gidrat doýgunly interwalynda gidratyn dargamagy netijesinde temperatura peselýär. Sonun ýaly gazdoýgunly zonasyndada gatlagyn temperaturasy peselýär, kristal gidratlaryn pyramagyndan has sowuk gazyn akyn ýygnanmagyna düşünilýär.

Messoýah ojagynyň çykaryjy guýysynyň köp sany üçin käniň göwrümi boýunça ulgamsyz paýlasdyrylan “Tutuslygyna içindäki” suwlara bölekleýin sertlenen suw gelmegi häsiýetlendirilen. Gidrat darganda boman suw guýa gelýär.

Gidrat doýgunly interwallar suwlanmagyndaky guýyda çege zynyllagyna seredilýär. Gidratlar dargandan son, kesgitlenen ölçegde ýerine ýetirelýän berkidiji maddanyň rolyna kollektor ygtyýar berýär.

Gazly we nebitli guýyny ulanylanda asfalt-smolaly maddanyň gatlanmagy bilen bilelinde parafin, çüwdürümlü turbada duz bolýar, şeýlede olaryň gatlagyn düýbe ýapyn zonasynnda ýerlesmeginde guýynyň önümliligi peselýär.

Eger ulanylýan guýyda ýörüte ölçeg alynmasa, guýynyň içki we basga enjamlarynyň poslamagy bir wagtda bolup geçmegi mümkin. Gaz guýysy üçin asaky suwlaryň konusly dartylmagynnda kykçylyk ýüze çykýar. Nebit örtügi suwlanan pursadynda gazly we susly konusy ojagy tutuslygyna özlesdirmegin we aýratyn guýynyň isiniň peýdalylygynyň peselmeginin sebäbi bolýar.

Gazyn we suwun guýa akyp ýygnanmagynyň netijeliligi berkliginin hiline bagly. Gakyzlygy boýunça önümlü gatyn dürli mehaniki häsiýeti guýylaryň düýbinin ýakynynda gapdal görnüsini hasaplaýar. Bu sementli halkanyň galyňlygy çunluga görä üýtgeýänligini anladýar. Diýmek, perforasiýanyň netijesinde önümlü gatlar bilen guýylaryň dürli maglumatlaryny alynýar. Guýynyň sütüninde ulanylýan kolonnalaryň ýerlesisi

umumy bolmazlygynda den hadysa seredilýär. Ýaramaz sementlenmegi gorizontlaryn asagynda we ýokarda gazyn barlanmaýan akymyna, grifon döremegine getirip biler.

Guýynyn düýbinin düzümini, gatlagyn ululyklary we düýbe ýakyn zonalary we olaryn wagta görä üýtgemegi guýynyn önümlü häsiýetini, seýle-de ojagy özlesdirmek üçin guýynyn zerur, sanyny kesgitleýär. Guýa gazyn akyn ýygnanmagynyn aýratynlygyny, gatlagyn hut düýbe ýakyn zonasyna täsir edýän, guýa akyp gelýän gazyn ýokary derejeli usullary saýlamakda we esaslanmakda hökmany hasaplamaly.

Guýynyn debiti näçe uly bolsa, tebigy gaz ojagyny özlesdirmegin ykdysady görkezjisi sonçada amatly. Guýylar-gymmada durýan oturtma. Bu Demirgazyk Týumen töwereginiň ojagynyn ýokary önümlü goýynda ýokary debitli çykaryjy guýyny maksadalaýyk we hökmany dikilmegine düşünilýär, seýle-de diametrini ulaltmak bilen debitleri ulaldylmagyny düşündirýär. Özi guýylaryň öz diametri boýunça debite az täsir edýänligini belleýäris. Seýle hem bolsa ulanylýan kolonnalaryň diametri NKT-nin goýbermäge mümkin bolan diametrine bagly.

4.10. Gaz we gaz kondensat ojagyny özlesdirmeginň mahsus döwürleri

Tebigy gaz ojagyny özlesdirmegin teoriýasynda we praktikasynda tapawutlanýar: I-çykarlymyn ösýär döwri; II - çykarlysyn üýtgemeýän döwri; III - çykarysyn düşme döwri. Bu döwürler uzak gaz hyzmat çesmesi bolup hyzmat edýän gory boýunça ortaça, iri we ägirt ojagynda mahsusdyr. Gory boýunça uly bolmadyk ojagy adaty uly bolmadyk dowamlylygy boýunça gazy üýtgemeýän çykarys döwri bilen özlesdirilýär. Seýle ojagy özlesdirilende esasan düşýän gaz çykarys döwriňi görkezmek bolar. Ojaga mahsus dine çykarysyn düşme döwri ýa-da çykarysyn ösýän we düşýän döwürleriň bilelikde bolmagyna düş gelinýär.

Gaz akyllylsynyň ösmeginde promysly gurmak, ojagy burawlamak we ojakdan üýtgemeýän gaz çykarylmanynda gelinýän netijesi amala asyrylýar. Seýle hem bu döwür ulanylmakda gaz geçiriji magistralyn ugry boýunça çyzykly sazlaýjy stansiýasyny girizmek bilen baglansykly. Ol 1-2-den 7 ýyla çenli (Demirgazyk-Stawropol ojagy) we 11 ýyl (Sebelin ojagy) dowam edýär. Demirgazyk-Stawropol ojagyndan çykarymyn ösýän döwri üçin gazyn baslangyç gorynyn 23,6% alynan bolundy.

Çykarymyn üýtgemeýän döwründe gaz ojagynyn baslangyç gorynyn ýaryna golaýy alynýar. Bu döwür ojagy burawlamagy dowam edilmegine çenli ýa-da gysyjy kompressor stansiýalaryn kuwwatyny ýokarladyrmak maksada laýyk bolmadyk, seýle-de özüni ödemeýän ykdysadyýetin galmagyna çenli dowam etdirilýär. Çykarysyn üýtgemeýän döwri ojakdan gaz gorynyn jemi alynany 60-70% we gowragyna çenli (özlesdirmegin basyndan) dowas etdirilýär.

Gaz çykarysyn düsýän döwri üçin çykaryjy guýynyn sany praktiki üýtgemegine mahsus (ýa-da suwlanmagy bilen baglansyklylykda azalýar). Ulanmakda guýynyn kesgitlenen sany girizilmegine sertlenen sol meýdanda gazyn resurslary we ulanylýan göwümi birnäçe ýagdaýda ulanylmaýar. Emma bu guýylar dine birnäçe derejede düsýän gaz çykarlysynyn has ýokary derejesinde galtgy birnäçe ygtyýar berýär. Bu döwür ojakdan minimal girdeýjili alynmagyna ýetýänçä dowam edýär.

Bellenen döwürler üçin özlesdirmegin esasy görkezjisiniň üýtgame häsiýetinde tapawudy ojakdan gaz alynsynyn esasan wagta görä üýtgemeginde onun denlinini anyklaýar.

Mundan basgada özlesdirmegin görkezjilerinde ojagyn dürüni uly täsir edip biler. Ähli bellenen döwri gatlagyn ortaça we düýp basysynyn, guýynyn debitlerinin wagta görä peselmegine mahsusdyr. Diýmen bu - I we II döwürlerde guýynyn zerur sany wagta görä ýokarlandyrmagy we

özlesdirmegin III döwründe ojakdan gaz çykarylýsýnyn azalmagy. Meselem, gaz çykarmagyn üýtgemeyän döwründe ojagy guýýnyn üýtgemeyän debitini saklamaga ygtyýar bermeginde gatlagyn guýguç sekilinin peselmeginin ösmegi mümkin bolanda guýýnyn üýtgemeyän sanynda özlesdirilýär. Gatlagyn gazly we suwly zonalarynyn arasyndaky basysyn tapawudynyn ösmeginin we düsmezligi mümkin bolan çykarysyn düsme döwründe ojakdan gaz almagyn peselmegi netijesinde kände gatlagyn ortaça basysy ýokarlanýar. Bu ýerde ojakdan gaz alynmagynyn Q peselmegi meselem, guýýnyn suwlanmagy netijesinde bolup geçýär

Ýyllyk gaz alynlysynyn derejesi näçe uly bolsa sowly bolýanlygy, az bolsa gaz çykarylýsyn üýtgemeyän döwrünün dowamlylygyny görkezýänligi belli. Bu gatnasynda Sebelin ojagy mahsus.

Sebelin ojagy boýunça çykaryjy guýýnyn fondunyn wagta görä üýtgemegine baglansygy getirilen. Bu baglansykda sol ojagyn geologiki gurlusynyn aýratynlyklarynyn täsiri görkezilen. Alynmagyn ösmegi gazy sarp edijilerin köplügi we ojagyn juda amatly ýerlesmegi bilen baglansykly. Sebelin ojagynyn burawlanmazlygy we çykarysyn düsme döwründe ýyllyk alynýan gazyn düsme denginlerini haýalladyp merkezden das ýerlesen önümlü gorizontlar bölegini suwlandyrmaga çekmegin netijesinde gazyn gorlaryny ýokarlanozyrmaga ygtyýar berlen.

Ojagy adaty özlesdirmegin ykdysady görkezjisinin we promyslyn düzülisinin has gowusy ösýän döwrün ahyrynda, gaz alynlysynyn üýtgemeyän döwrünün baglynda we ortasynda bolup geçýär. Gaz alynlysynyn ykdysady görkezjisinin ýaramazlasmagy ulanylmakda girizilýän guýýnyn sanyny ulaltmak, gysyjy kompressor stansiýalaryn sarp edilýän kuwwatlylygyny we emeli sowatmagyn düzülmegini, ulatmak, seýle hem ojakdan gaz alynlysyny peseltmek (çykarynyn düsme döwründe) bilen baglansykly.

Gaz alynylysnyň düsme döwründe ulanylýan guýydan çykan we suwlanan sany köpeliýär, suwlanan önümlü guýynyň fondy ösýär. Pes gatlak basysy sertinde guýynyň düýbünden kondensirlenen we gatlak suwuklyklygyny aýyrmak kynlasýär. Gaz promysel enjamlaryny (ýylylyk çalsyjylar, separatorlar) we NKT eger, alnan önümleri ingibirlеме boýunça ölçegler kabul edilmese dykyz çökündi duzlar sandan çykarmagy mümkin.

Ojagy özlesdirmekde kompressorsyz we kompressorly ulanma döwürleri bilen tapawutlanýar. Bu döwürlere ojak üçin uzak gaz hyzmata kömek ediji çesme mahsus. Häzirki wagtda gazy yzaga ugramakda hasaplanan işçi basysynda 7,5 MPa ýa-da 5,5 MPa, uly diametrli turbalar ulanylýar. Sonun üçin promyseldan magestral gaz geçirjiniň kabul etmeginde girýän basysy 5,5 MPa ýa-da 7,5 MPa bolmalydyr. Demirgazyk-Stawropol ojagyny özlesdirmegin tejribesi Medwežýe ojagy üçin tehniki-ykdysady hasaplamalary magistral gaz geçirijide gazyn berilmegi gysygy kompressor stansiýasynyň 0,15-0,20 MPa we azrak basysynda kabul edilmegi maksada laýyklygy barada saýatlyk edýär.

Ojagy özlesdirmegin baslangyç ýyllarynda gatlagyn basysy promyslyn iri üçin gazy ugratmaklyga, talap edilýän basysly ony magistral gaz geçirijä bermek we islöp taýýarlamaga ýeterlik. Kesgitlenen pursadynda gatlagyn basysynyň peselmegi ulanylmakda emeli sowatma düzümini girizmegin zerurlygyna getirýär. Sonra ulanmakda gysygy kompressor stansiýasy girizilýär. Ojagy özlesdirmek boýunça taslama dokumendinde gysygy kompressor stansiýasynyň isine seretmek zerur, sebäbi promyslyn düzümi we ojagy özlesdirmegin saýlanan we isi ýüzüne geçirilen sistemasy bilen baglansykly wagta görä onyň göwrüminiň üýtgemegidir.

1980 ýyla çenli $N_k = f(t)$ baglansygy bas kompressor stansiýalaryň göwrüminiň üýtgemegini häsiýetlendirýär, 1981 ýyldan bäri bolsa, gysygy kompressor stansiýasy häsiýetlendirýär. 1991 ýyldan bäri ojakdan gaz almagyn

peselmeginin netijesinde bas we gysyjy kompressor stansiýasynyn sarp edýän göwrümi kiçelýär.

Seýlede tejribili-senagaty ulanmak döwrüne we tebigy gaz ojagyny senagatly özlesdirmek bölünýär.

Tejribili-senagaty ulanmakda gaz sarp edijä berilýär we birwagtda ojagyn barlagyndan ön gazyn garyny hasaplamak, ojagyn özlesdirmek taslamasyny düzmek üçin baslangyç maglumaty taýýarlamak bolup geçýär. Gaz we gaz kondensat ojagyny tejribeli-senagaty ulanmagyn dowamlylygy 2-3 ýyldan durýar. Ojagy senagatly özlesdirmek döwründe esasy mysalgazy we beýleki önümleri sarp etmegin ulgyltyly we amatly hyzmaty.

Gaz kondensat ojagy üçin, eger ol gatlagyn basysyny saklamak usulyny ulanmasyz ulanyýar, seýlede bellenen döwürler mahsusdyr. Eger gaz kondensatly ojagynda gatlagyn basysy kontur üçin ýa-da konturyn içinden suwlandyrmagyn netijesinde saklanýar, ýöne gaz çykarysyn ösýän, üýtgemeyän, düşýän döwürlerini bu ýerde bellemek bolar.

Gatlaga gury gazy gataryp gatlagyn basysyny saklamak bilen gaz kondensatly ojagy özlesdirilende gaz gorynyn ýapylmak döwrüne bölüýär. Bu kondensat almak maksady bilen ojakdan gaz alynýanlygyny ösňadýar. Gaz goryny ýapylmagy döwründe haryt önümi hökmünde sarp edijä berilmeýär. Emma gaz kondensat ojagynda gatlagyn basysyny baslangyç derejede saklamak elligrama delillendirilmeýär. Kähalatda ýapylmagyn baslangyç basysy gatlagyn baslangyç basysyndan kiçi, seýle hem basysy saklanmagyna çenli birnäçe gazyn alynmagyna goýberilen basysyndan kiçi. Ykdysady nukdaý nazarly gatlagyn basysyndan kiçi bolan gatlagyn basysyny saklanmagynda ýa-da onun wagta görä düşmeginde haryt önümi hökümünde kondensaty çykarmak maksada laýyk bolup biler.

Nebit gaz kondensat ojagyny özlesdirmekde nebit çykarlysynyn ösýän döwri bilen bilelikde çykarlysyn üýtgemeyän otnositel döwrünün az görkezilmegi we esasan

dowamlylygy boýunça çykarysyn düsýän döwri bar. Birinji döwür ojagy burawlamagyn we promysly guramagyn netijesinde bolýar. Nebit alynysynyn üýtgemeýän dörünin dowamlylygy suwlanma meseleleri bilen baglylykda we konus döremeginin ýüze çykmagynda ulanylýan guýynyn gazlasan önümi bilen baglylykda juda azdyr. Sonra bu prosessler ösýän masstabda dowam edýär ykdysady gymmada durýan, düýpli we ulanmaly gosmaça çykdajylar gidýän isine- guýyny burawlamaga ygtyýar bermeýär. Nebit gaz kondensat ojagynyn ulanylýan we basgylaýjy guýynyn sany gaz we kondensat ojagynyn guýysynyn fondyna seredenin de has artyk bolýar. Sonun üçin burawlanan 10-larça ýa-da ýüz guýy köplenç tasdanam hiç zat bermeýär, burawlanýan guýynyn uly sany bolsa, ykdysady girdiýsizligini görkezýär.

4.11. Tebigy gaz ojagyny özleşdirilmeginde gaz we kondensat alnylyşy

Gaz senagatynda zerur meselelerinden biri gatdan gaz we komponent çykarmakdyr. Gatlakdan gaz we komponent almak geologiki, tehnologiki we ykdysady ululyklaryna bagly.

Gaz düzgüninde gaz alynlyşy

Eger birnäçe ojagy özlesdirmek gutarnykly gatlagyn basysyna çenli \tilde{P}_{gut} ykdysady ödelen bolsa, onda gatlakda alynmaly gaz goryny indiki ýaly denlenýär

$$Q_{a\ln} = \frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}P_{bas}}{Z_{bas}P_{at}} \cdot \frac{T_{st}}{T_{gat}} - \frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}\tilde{P}_{gut}}{Z(\tilde{P}_{gut}) \cdot P_{at}} \cdot \frac{T_{st}}{T_{gat}} \quad (4.18)$$

Onda gaz gutarnykly gaz alynys koeffisiýenti alynmaly goryn (4.18) denlemäni almak bilen gazyn baslangyç goruna bolan gatnasygyna den we indiki görnüsde ýazylýar

$$\beta_{gut} = 1 - \frac{\tilde{P}_{gut} Z_{bas}}{P_{bas} Z(\tilde{P}_{gut})} \quad (4.19)$$

Ojakdan gaz alynmagynyn birnäçe pursadynda \tilde{P}_{gut} bolman, eýsem gatlagyn suwlanan zonasynda ortaça basysy kesgitlenilýär. Eger ojadga gazly düzgün bolsa onda ony (4.19) boýunça gaz alynlyys koeffisiýentini kesgitlemek mümkin.

Suwly batlandyryjy düzgüni pursadynda gutarnykly gaz alynys koeffisiýentini indiki formuladan almak bolar

$$\beta_{gut} = 1 - \frac{\alpha_{gat} \Omega_{suw} \tilde{P}_{suw} Z_{bas}}{\alpha_{bas} \Omega_{bas} \tilde{P}_{bas} Z(\tilde{P}_{suw})} - \frac{\Omega_g \tilde{P}_{gut} Z_{bas}}{\Omega_{bas} P_{bas} Z(\tilde{P}_{gut})} \quad (4.20)$$

Bu ýerde Ω_{suw} , Ω_g - kânin özlesdirmegi gutarandaky suwlana we gaz doýgunly öýjükli göwrümleri.

(4.20) denleme gatlagyn suwlanan zonasynda galýan gazyn dine mikrotutylma göwrümi hasaplanýar. Gazyn makrotutulma göwrümi barada maglumat bar bolsa, onda olar material balansynda degisli bolýar. Emma buny hasaplamak ýönekeý bolmaýar, çünki garsylykly ýagdaýda gatlagyn seýle zonasyndan gaz çykarmak boýunça ölçegleri önünden kabul edilýär.

(4.19), (4.20)-dan tebigy gaz ojagyny özlesdirmegin praktikasy we teoriýasy gaz çykarylys koeffisiýentinin ojagyn ýerleşýän çunluklaryna we önümlilik häsiýetlerine, gaz almak depginine, sarp edijä çenli aralygyna, gaz bermek üçin sarp edilýän zerur basysyna we beýleki ululyklaryna baglylygyna eýe bolýar. Ojagy özlesdirmek boýunça real we in onat görkezilen maglumatynyn analizinin esasynda gaz alynlyysynyn koeffisiýentinin dürli mümkin bolan bahasyny kesgitlemek bolýar. A.A.Kozlow amatly geologiki sertinde (gatlaklaryn saklanyp bilijiligi we kollektorlyk häsiýeti we s.m.), gatlagyn baslangyç basysynyn 5 MPa ýokary bolmagynda gaz alynys koeffisiýentinin 0,97 töweregine garasmagyn mümkindir diýip hasap edýär. Gatlaklaryn menzes

dälligi uly bolan, çylsrymly geologiki gurlusly, pes gatlak basysly ojak üçin gaz alynys koeffisiýenti 0,8 bolup biler.

M.A.Ždanow we G.T.Ýudin gaz düzgüni pursadynda gaz alynys koeffisiýentini 0,9-0,95-e den diýip kabul etmegini, suwly batlandyryjy düzgünde bolsa, 0,8-e den diýip kabul edilmegini hödürleýärler. Getirilen we beýleki ortaça gaz alynys koeffisiýentlerine dine ugur görkeziji hökmünde seýlede her ojagyn dine onun aýratyn mahsuslaryny häsiýetlendirilmegi hökmünde seretmek mümkin.

Suwuň gazy itekmegi boýunça eksperimental derňewi

Tebigy gaz ojagy köplenç suwly batlandyryjy ulgamyn isjenligi boýunça dürliligine gabat getirilen. Menzes ojagy özlesdirilmeginde gatlagyn gaz doýgunly meýdanynda çäk ýa-da asaky suwun hereketi bolup geçýär.

Tejribe we promysel (geofiziki) dernewlerinde suwun gazy (ýa-da suwly gatlakda ýerasty saklamagy döredilende gazyn suwy) dolylygyna iteklemeýänligi düzülen. Öýjükli sredadan suwun gazy iteklemegi boýunça M.T.Abekowyn, L.B.Bulawinowyn. D.Džefonyn. Ýu.W.Želtowyn, D.Katsin, R.M.Kondratyn, W.N.Martosyn, N.D.Tairowyn, O.F.Hudýakowyn eksperimental isleri we beýleki köp dernewleri ýerine ýetirilen.

Getirme dernewlerin analizi we çelnen netijeleri suwly batlandyryjy düzgüninde gaz alynyls koeffisiýentinin dürli ululyklarynyn dürli täsirini ýüze çykarmaga ygtyýar berýär. Eger gatlagyn ýa-da kernin modellerinde basys galysýar, onda çykarmak koeffisiýenti barada düşünjesi maksadalaýyk ulanylýar. Asakda geçirilen netijeleri emeli we tebigy kernler üçin itekleme koeffisiýentine birinýär. Tejribäniň üýtgameýän ortaça basysynda suwun gazy itekleme koeffisiýentinin täsirinde kernden alynýan gazyn mukdarynyn onun jynsyn nusgasynda baslangyç düzümine bolan gatnasygyna düşünilýär.

1. İtekleme koeffisiyenti näçe uly bolsa, kernin baslangyç gaz doýgunlylygy α sonça uly, sonçada öýjüklilik koeffisiyenti uly we geçirjilik koeffisiyenti kiçi. Emma itekleme koeffisiyentin geçirjilik koeffisiyentine baglylygynyn ähmiýeti ýok.

2. İtekleme koeffisiyenti suwun we gazyn sepbesiklik koeffisiýentlerinin gatnasygyna praktiki bagly däl. Suwun gazy itekleme tizliginin we itekleme koeffisiýentinin poslamak bilen baglansygy ýok.

3. Tejribänin basysy ulananda (eksperiment-wagtynda üýtgemeyän modellerin uzyklygy boýunça ortaça basysy) itekleme koeffisiyenti peselýär. Eger tejribidji basys 5 MPa bolanda itekleme koeffisiyenti 0,814-e den bolýar, onda 4,5 MPa basysda ol 0,615 düzülýär.

Jynsyn toýunlylygynyn ulalmagy bilen (0-dan 15% çenli) itekleme koeffisiyenti eýeli kiçelýär (15%-i).

4. Uly ölçegde itekleme koeffisiyenti suwun gazy iteklemeginde bolup geçýän kapillýarly prosessleri kesgitleýär. Diýmek, gatlagyn suwlanan göwrümünde gaz alnys koeffisiyenti suwun gazy iteklemeginde kapillýarly prosessleri kesgitleýär. Bu tebigy gaz ojagyny özlsdirmekde suwun gazy itekleme tizliginden kapillýarly indiriji tizlikleri has artykdygyny düşündirýär.

5. İtekleme koeffisiyenti bas aralyklaryn gurlyslarynyn birmenzes däl derejesini, seýlede birmenzes däl derejesinin ulanmagynda peselýän kollektorlyk häsiýeti boýunça menzes dälligini kesgitleýär.

Tejribe eksperimentlerinin netijesinde gaz doýgunly suwlanan kernler üçin itekleme koeffisiýentinin 50-den 90%-e çenli düzýänligi görkezilýär. Bu ýagdaýda gaz ýakyp baslykda, suwlanan suwly boslukda, aýratyn köpürjik görnüsde galýar. Tebigy gaz ojagyna ulanylmaga degisli mikro we makro menzes dälligi näçe uly bolsa, songada gatlagyn suwlanan göwrümünün gaz alnys koeffisiýentinin kiçiligini aýtmak mümkin. Gaz alnys koeffisiyenti gatlagyn suwlanan

göwrümünde gutarnykly basysa bagly. Gatlagyn suwlanan göwrümünde gatlagyn gutarnykly basysy näçe kiçi bolsa, songada gaz alnys koeffisiýenti uly.

Hakyky maglumatlar

M.L.Fis, I.A.Leontýew, Ýe.N.Hromenkow [308] özlesdirilligi gutarylan ojagyn 47-si boýunça gaz alnys koeffisiýentini hasapladylar. gaz kâninin 15-ni gazly düzgünde, 32-ni bolsa suwly batlandyryjy düzgününde ulandylar. Gaz kâninin 15-si boýunça ortaça arifmetiki gutarnykly gaz alnys koeffisiýenti 86,1 gory boýunça ortaça ölçeneni 89,5% den diýip düzülen. Mundan basgada Demirgazyk Stawropol we Sebelin ojagy boýunça gaz düzgününde praktiki özlesdirilen, 95% tertipli ýokary gaz alynylys koeffisiýentine garasylýar.

Suwly batlandyрма düzgününde itekleme koeffisiýenti gazyn mikro tutulma prosessini häsiýetlendirilýär. Suwly batlandyryjy düzgünde gaz alnys koeffisiýenti gatlary tutuslygyna gursamadyk ýa-da za gursan suwlandyrylmagynda gazyn makro tutulmagyna bagly. Basgaça aýdylanda gazly meýdanlary we kesiçi boýunça gatlak suwunyn täsir edýän hereketi bilen baglansykly gazyn makro tutulmagy.

Netijede bellenen 32 ojak boýunça ortaça arifmetiki gaz alnys koeffisiýenti 85,2% gory boýunça ortaça ölçeneni 87,1% den diýip düzülen. Aýratyn ojak üçin suwly batlandyryjy düzgünde gutarnykly pes gaz alnys koeffisiýentine mahsusdyr (Linýow - 50%-ad, Aleksandrow - 60%).

Krasnodar sebitiniň ojagy boýunça garasylýan gaz alnys koeffisiýenti 60-dan 85%-e çen aralykda bolýar. Bu ýagdaýda Krasnodarsk sebitinin gazkondendatly ojagy üçin gaz alnys koeffisiýentinin gaz almagyn ortaça depginine baglylygyna mahsusdyr: gaz goryny isläp çykarmagyn ýokary deplininde gaz alnysynyn peselen koeffisiýentlerine seredilýär (W.F.Kanamukanyň we L.G.Korsunowyn maglumatlary boýunça [167]).

Megerem, kernler üçin getirilen itekleme koeffisiýentleri (50-90%) suwly batlandyryjy düzgünde gaz alnysyn pes geçirijilerini doly tebigy düşündirýär. Emma gaz suw dinamiki hasaplamlaryň netijesinde we tutulýan gazyn derňewi boýunça ýörüte eksperimentler özlesdirme prosesinde gaz alnyş koeffisiýentiniň ýeten ýokary bahasyna alyp barýar. Bu dernewin netijesinde sonra durup geçeris.

Gazyň makro tutulmagy

Suwly batlandyryjy düzgünde özleşdirilýän tebigy gaz ojagyndan pes gaz alnysynyň esasy sebäbi gazyň makro göwrüminiň itekleme frontunda galmagy bolýar.

Bu kollektorlyk häsiýeti boýunça gatlagyň önümliliginiň meňzeş dälliginiň we (ýa-da) guýy setkasy bolan, ony suwlandyrmagyň deň ölçegsizliginiň - şu iki ululygyň ýüze çykmagy bilen baglanşykly.

Gazyň makro tutulmagyny aýdyňlaşdyrmak üçin Seýrab (Türkmenistan) ojagynyň gapdan görnüşiniň gatly - meňzeş dälliginiň derňewleriniň netijeleri alnyp barylýar [120]. Öňümlü gorizontyň geologiki gagdal görnüsi, uzynlygy 14 km, giňligi 1 km we beýlekligi 72 m gatlagyň gaz doýgunly galyňlygy 56 m bar. Başlangyç gatlagyň basyşy 26,5 MPa deňdir, kän boýunça ortaça gaz doýgunlylyk koeffisiýenti 0,66, GSA 2448 m bellinde ýerleşýär, geçirijilik koeffisiýentiniň üýtgame derejesi - 0,1-den 1,5 mkm², gazyň düzümi indikler (%): CH₄ - 96,3; C₂H₆ - 1,58; C₃H₈ - 0,14; i-C₄H₁₀ - 0,02; n - C₄H₁₀ - 0,03; CO₂ - 0,22; N₂ - 1,7; seýrek komponentler - 0,01. Fazaly geçirijiligiň görkezjisi suw doýgunlylygy S_{suw} 0,38 deň bolanda suwuk fazanyň hereketiniň başlamagyny häsiýetlendirýär. $S_{suw} \geq 0,9$ bolanda gaz üçin fazaly geçirijilik nola deň, $S_{suw} \leq 0,24$ bolanda gaz üçin fazaly geçirijilik absolýut derejä deň.

EHM-de matematiki eksperimentleri geçirmek üçin iki ölçegli, iki fazaly gaz suw dinamiki modelleriň esasynda OZ (j

$= \overline{1,9}$) oky boýunça 9 öýjüklü we OX ($i = \overline{1,21}$) oky boýunça 21 öýjüklü integrirleme meýdanyny setka örtýär.

OX we OZ oky boýunça öýgügiň ölçegleri $\Delta X = 670$ m, $\Delta Z = 8$ m deňdir. Hasaplamada 2.40 suratyň ýokarky gapdal görnüşli kesiginiň tutuş çyzyklary şekillendirilen geçirmeýän berkidiji gatlaklaryň kesiginde barlygyny hasaplanýar. Modelde gazyň başlangyç gory $15,095.109 \text{ m}^3$.

Käniň gapdal görnüşli modeliliň hasaplamasynyň ähli wariantynda esasanda gorundan ýylda 6% almak depgini bilen üç galereýaly suwlandyrylýar. Bölegiň geçirijili boýunça birmeňzeş dälligiň 5 görnüşi derňelen. I we II görnüşde bölek boýunça geçirijiligiň üýtgemegiň meňzeş dälligi çydykly bolup geçýär: I görnüşde 1 mkm^2 -dan (üstünde) $0,01 \text{ mkm}^2$ çenli gatlagyň aşagyna, II-de bolsa 0,01-den 1-e çenli ösýär. Galan üç görnüşinde (III-V) geçirijiligiň üýtgemegi OZ okunyň uzabyna berilýär.

Käniň kesilen böleginiň gaz doýgunlylygy boýunça geçirijikleri: 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1; 1,5 mkm^2 .

Umumy çylşyrymlylygynda biz meňzeş dälligiň tapawutlanýan görnüşiniň we tehnologi ululyklarynyň 92 wariantyna seredilen munda başgada fazaly geçirijiligiň, absolýut geçirijiligiň ähmiýetiniň we kapilýar basyşyň döýgunlylyga baglanşygynyň funksiýalary çalşyrylýar [120].

Hasaplamalaryň netijeleri derňelen wariantda gutarnykly gaz alnyş koeffisiýentiniň 41-den 90%-e çenli üýtgeýänligini görkezýär.

Bu ýerde özleşdirmek prosessiniň çäklendirilen ululyklara etmegi bilen baglylykda suwlandyryp bolmaýan gutarnykly gaz doýgunly göwrümleriň konfigurasiýalary berilýär. Bu göwrümler juda çeň konfigurasiýalar bolýarm, şol sanda özbaşdan gaz doýgunly göwrümler görnüşinde bolýar. Bu käniň özünde ýeke gaz dinamikany görkezmegine seredilmeýär, bolanda kesiginde çäklendirilen geçirmeýän toýunly gatlaklar bolýar. Hasaplamalaryň netijeleri her geologi modelleriň derejesi üçin guýyny önümlü gatlakda

almagy, gaz almagyň depginini, gazly meýdanlarda guýyny ýerleşdirmegiň setkasyny görkezzen.

Kondensat alnyşy

Düşme düzgüniň reallaşmagynda kondensat ojagyndan kondensat alnylyşyny önünden kesgitlemek bilen baglylykda gaz alnyş soragyna uly üns berilýär. Eger gaz alnyş koeffisiýenti 100%-e golaý bolsa, onda kondensat alnylyşy hemişe 70%-den ýokarlanmaýar.

Kondensat alnylyşynyň gaz alnyşyna baglanşygy indikiden düşündirilýär. Gazyň her mikro we makro tutulma öwrümi önünde ergin görnüşinde kondensaty düzýär. Şonuň üçin eger gazyň bu köpürjüklerni we tutuş gazy talap edýän bolsa, onda onuň bilen bilelikde kondensat ýitirilýär. Diýmek, seredilýän kânleriň gaz alnylyşynyň getirilen görkezmesinde 0,8 derejede garaşylýar, onda kondensat alnyş koeffisiýenti $0,7 \times 0,8 = 0,56$ ýa-da 56% -den artmaýar.

Gaz kondensat ojagyny özleşdirmegiň praktikasynda giň gerim alan niýeti gazda kondensatyň başlangyç udel düzümi näçe uly bolsa, şonçada (gaz kondensatly haly) gatlak energiýalarynyň peselen düzgüninde kondensat alnyş koeffisiýenti kiçidigini görkezýär. Orenburg ojagynyň gaz gatlagynda kondensatyň düzümi onyň özleşdirmegine başlanmagyna çenli 72 g/m³ düzülen, bu ýerde garaşylýan kondensat alnyşy 54%-de belenýär. Wuktyl ojagynda kondensatyň gazda başlangyç düzümi 360 g/m³ (500 sm³/m³) deňelýär, hakykatdan bolsa gutarnykly kondensat alnylyşy bolsa 30-31%-digini bilinýär. Karaçagan ojagynda, ön-beliän geçişimiz ýaly gatlagyň gazynda kondensatyň düzümi ýerleşmeginiň çuňlugyna görä düýpli üýtgeýär. Şonuň üçin interwallara laýyk gelýän (ulanylýan obýektler) kondensat alnyşy gatlagyň energiýasynyň peselmeginde tapawutlanýarlar.

Şol getirilen paragrafda gazly we aýratyna gaz kondensatly ojaklary özleşdirilende peselen düzgünleri gaz,

kondensat we beýleki komponentleri çykarmagyň ýokary koeffisiýentlerini älmýdama üpjün etmeýär. Şonuň ýalyda gaz alnyş ulylygy kondensat alynysyndan öň kesgitlenýär, şeýle hem beýleki komponentleri çykarman (etan, propan, H₂S, seýrek gazlar we beýlekiler) gutarnykly gaz alnyşyna bagly. Şonuň üçin munda soňra gatlakdan gaz, kondensat, kompanent alnyşyny ýokarlandyma bilen üpjün edýän önümlü gatlakda alnan prosessiniň dürli tehnologiýa täsirlerine seredilýär. Bu ýagdaýda nebitli sütüneden nebit alnyşyna ýokarlandyrmaga aýratyn üns berilýär, şeýle hem bu ýerde gatlakda uglewodorodlaryň has uly ýitgileri bolýar.

Özleşdirmegiň hakyky maglumatlarynyň esasynda gaz alnyşyny prognozirlmek

Işleriň arasynda gaz alnyş koeffisiýentiniň gutarnykly ululyklarynyň kânleriň burnäçe ululyklarynyň jemine gatlagyň başlangyç basyşy, ýerleşme çuňlugy, öýjüklik koeffisiýenti, geçirijilik, gaý doýgunlylyk koeffisiýentleri we beýlekler) dürli özara baglanşykly gatnaşygynyň hödürlemeginde şeýle işlere düşülýär. Emma gaz alnyşynyň diňe önümlü gatlagyň ululyklaryna bolmam, eýsem ykdysady we beýlegi ýagdaýlaryň köp tehnologiýa gözüwiniň jemine eýe bolýan bitewi görkezjisi bar. Şonuň üçin özleşdirmeginiň gaz alnyş juda gümrük bahasy üçin şeýle formulalar ulanylýar.

Onuň bilen bilelikde ojakdan gaz alnyş koeffisiýentiniň ululyklaryny ynamly prognozirlmek üçin mümkinçiligi bolýar. Bu maksat üçin [99] işde geçen ýyllar üçin özleşdirmegiň hakyky maglumatyň esasynda gazyň ýyllyk çykarlyşynyň jemlenme çykylyşyna baglanşygyny $Q(t) = f(Q_{\text{aln}}(t))$ gurmak hödürlenilýär.

Eger bu baglanşygyň ählisi uly we absissa okuna egrelmegi uly bolsa, onda ol şeýle bellik üçin gerekliligiň ählisi uly saklanýar. Gaz alnyşynyň peýdaly ululygyna ulanylýan baglanşyk $Q(t) = f(Q_{\text{aln}}(t))$ boýunça gaz alnyşyň garaşylýan

gutarnykly koeffisiýentini tapmaga, oňaklaýyk gelýän jellenen gaz çykarlyşyny bellemek mümkin.

V. GAZ OJAGYNYŇ ÖZLEŞDIRMEKDE GUÝYLARY ULANMAGYŇ TEHNOLOGIKI DÜZGÜNLERI

5.1. Guýyny ulanmagyň tehnologiýa düzgünleriniň esaslarynda tebigy ýagdaýlaryň hasaby

Kanleriň geologiki gurluşynyň aýratynlyklaryna guýynyň esaslanýan önümleriniň häsiýetinde we olaryň ulanylmakdaky tehnologiýa düzgüninde tebigy ýagdaýlar täsir edýär.

1) Birnäçe ýagdaýda önümlü gatlaklaryny gowşak sementlenen gumdaşlary düzen. Barlag edilmeyän gazyň debitinde (gatlagyň durgunlygynda) kollektor ygtyýar beýär. Düýbe ýapyk zonada boşluk döreýär, guýyda çägelidyk döreýär; üstki enjamlaryň bozulmaly - ygtyýar bermegi bolup geçýär. Netijesi şol önümlü gatlak bilen ýokarda ýerleşýän suwly, gazly, ýa-da nebitli gatlaklar bilen islegsiz baglansyklarynyň döremegi bolup biler. Kömegiň bolmagy ulanylýan kolonnalaryň eplenmegine getirýär [56, 67, 256].

Şonuň üçin kanleri özleşdirmek ulgamynda gatlagyň ygtyýar berýän guýguç şekilli peselmeginde guýyny ulanmagyň tehnologiýa düzgünleri taýýarlanylýar. Bu praktikada giň ýaýran düzgün aşaky görnüşde ylanylýar

$$P_{\text{gat}}(t) - P_s(t) = \delta \quad (5.1)$$

bu ýerde $P_{\text{gat}}(t)$ - t pursatda seredilýän guýylaryň meýdanyndaky gatlagyň basyşy; $P_s(t)$ - t pursatda şol guýydaky düýp basyşy; δ - gatlagyň ygtyýar berilýän guýguç şekilli peselmesi.

Tapawutly alynşygynda guýylary derňemegini netijesinde kollektoryň bozulmagy we önümlü gatlagyň jynslarynyň bölejikleriniň guýa zonylmagy bolup geçmezliginde gatlagyň ygtyýar berýän maksimal guýguç şekiliniň peselmegi düzülen. (5.1)- de t wagt guýylary derňew geçirme pursadyna laýyk.

Çaklalama hasaplamasy ojagy özleşdirmegiň dowamynda we birnäçe takyk guýyda guýynyň düýp basyşynyň töwereginiň gatlak basyşynyň düşmeginde (5.1) deňlik meňzeş ýerine ýetirileri ýaly laýyklykda wagta görä üýtgeýär.

2) Kollektorlaryň gowşak ýagdaýda guýguç ilkilme peselmegi maksimal ygtyýar berilme düzgüni amatly dældigi berk aýdylýar meňzeş ýagdaýlarda perforasiýaly kanallaryň üstüniň ygtyýar berlen maksimal gradiýent basyşy maksada laýyk saklanýar. Gatlagyň guýguç şekilli peselmegi bolman, şol gradiýent basyşy bozulýan jynslarynyň skeletiniň güýjüne proporsional.

Guýylary açmagyň ygtyýar berlen guýynyň düýbindäki gradiýent basyşy düzgüniň C häsiýeti we derejesi boýunça kämilleşmegi üçin indiki formula mahsusdy

$$C = (\varphi q + \psi q^2) / P^2$$

bu ýerde $\varphi = A / (2 R_{\text{guýy}} \ln R_{\text{çäk}} / R_{\text{guýy}})$; $\psi = B / 2 R_{\text{guýy}}$; A we B - guýa gazyň akyp ýygnanmak deňlemesinde süzülmegiň garşylyk koeffisiýenti; $R_{\text{çäk}}$ - guýylaryň drenažlamagyň udel zonalarynyň radiusy.

Guýylary açmagyň häsiýeti we dereňesi boýunça kämil dälligi üçin

$$\varphi = \mu P_{\text{at}} / kF_{\text{jem}}; \quad \psi = \beta * \cdot \rho_{\text{at}} \cdot P_{\text{at}} / F_{\text{jem}}^2;$$

bu ýerde F_{jem} - perforasiýaly deşigiň üstüniň jemi meýdany; β^* - öýjükli kanallaryň egrem-bugramlygyny hasaba alýan koeffisiýent.

Guýulary derňemegiň netijesi boýunça kollektoryň bozulmazlygynda minimal duýp basyşa laýyklykda maksimal debiti kesgitlenýär. φ we ψ ululyklary hasaplanýar.

Tapylan q , ρ_2 , φ , ψ (5.2)-de goýýarys we guýylaň diwaryndaky C ygtyýar berilýän gradiýent basyşy kesgitlenýär. Dowamynda guýylaryň debiti we duýp basyşy gatlagyň

çäklendirilen şertini meňzeş (5.2) ýerine ýetirileri ýaly üýtgedilýär.

Ygtyýar berlen gradiýent basyş düzgüni ulanylandaky kynçylygy (5.2) deňlemede ýakynlaşdyrylyp tapylan φ we ψ koeffisiýentleri bilen baglanşykly. Bu kämil guýynyň hakyky häsiýetine we derejesine ýakynlaşdyryp kesgitlenmegine şertlenýär. Şonuň üçin kollektoryň gowşan ýagdaýynda gatlagyň ygtyýar berilýän guýguç şekilli peselme düzgüni giň gerim alýar.

Üstiniň bozulmagyny önümleriň zyňmagy we öýjükli sredalaryň bozulýan skeleti bilen görenmegiň ýene-täk täri bolmadyk - guýyny ulanmagyň ygtyýar berilýän tehnologiýa düzgünini taýýarlamak. Dýübi ýakyp öýjükli sredanyň skeletini dürli smolaly berkitmek usularyny ulanmak saýlanylyp alynýar. Zyňylýan çägäniň önüni almagyň başga ýely-guýynyň düýbüne laýyk filtri enjamlaşdyrmak.

3) Tebigy gaz ojagyny özleşdirmekde gatlak basyşynyň düşmegi bolup geçýär. Gaz kondensat kâninde bu gatlakda kondensatyň ýüze çykmagyna getirýär. Kondensat bitgisini azaltmak üçin, gutarnykly kondensat alnyş koeffisiýentini ýokarlandyrmak üçin gury gazy ýa-da suwy gapgaryn gatlagyň basyşyny artdyrmak amala aşyrylýar.

Özleşdirmegiň peselme pursadynda gaz kondensat kânleriniň geologiki gurluşynyň üns berilmeýän aýratynlyklarynda bitewi bolmadyk gatlak energiýasyny ulanmak mümkin. Bu gaz alnyş koeffisiýentini şeýle hem kondensat alnyşyny peseltýär. Bu gaz düzgüni şertinde gaz kondensat kânlerini özleşdirmekde peselmegi bilen baglylykda görkezilen gaz almagy basyşyň öndürjiliksiz ýitgisini minimumlaşdyрма ýagdaýyndan guýylaryň arasynda paýlaşdyrylýar.

Basyşyň öndürjiliksiz ýitgisi “çuň” umumy guýguç şekilli peselmelerini - t pursatda gatlagyň ortaga we wagtyň şol pursatynda gatlagyň minimal basyşynyň arasyndaky tapawudyny häsiýetlendirilýär. Tapylan baglanşygyň

netijesinde guýy boýunça gazyň debitleriniň wagty görä üýtgemegi.

$$q_i = q(t), i = 1, 2, \dots, n \quad (5.3)$$

Olary ulanmagyň çaklaman tehnologiiki düzgünlerini häsiýetlendirýär.

Gazy ýa-da suwy gapgaryp gatlagyň basyşyny artdyrylmagynda çykaryjy guýynyň iň amatly debitlerini we basgylaýjy guýynyň gazy (suwy) harçlamalary we olaryň wagta görä üýtgemegi tapylýar.

$$q_i = q_i(t) \quad i = 1, 2, \dots, n_{\text{çyk}} \quad (5.4)$$

$$q_{\text{bas},j} = q_{\text{bas},j}(t) \quad j = 1, 2, \dots, n_{\text{bas}}$$

Bu ýerde “çyk” we “bas” indeksler gabat gelýän çykaryjy we basgylaýjy guýylara degişli.

Gatlagyň basyşyny artdyrmakda ulanylýan guýynyň tehnologiiki düzgünleriniň gözlenýän häsiýetleri (5.4) kondensat alnyşyny maksimallaşdyrma şertinden kesgitlenýär.

Guýyny ulanmagyň tehnologiiki düzgünleriň tapawutlanýan aýratynlyklary (5.3) ýa-da (5.4) reallaşma şerti bilen bagly (gatlagyň lokal täsiri), onda olaryň kömegi arkaly gaz kondensat ojagyny özleşdirmegiň baş mysalyny işleýär.

4) Gaz alnyş koeffisiýentini maksimallaşdyrmagy üpjün edýän gaz kánleriniň ulanylýan guýynyň tehnologiiki düzgünine gatnaşygy boýunça aýdylanlary dogry gazly we suwly batlandyryjy düzgün üçin gözleýänler hökmünde (5.3) baglanşyk bolýar, emma guýynyň iň amatly debitlerini tapmagyň mysallaryny işlemegiň usullary tapawutly.

Kände suw gelmegi bolmazlygy pursadynda guýyny ulanmagyň tehnologiiki usullary gatlagyň basyşynyň öndürgüsiz ýitgisiniň minimumlaşdyrma şertinden kesgitlenilýär. Jümmüşiň talap edýän göräglaryndan biri gatlak energiýasynyň öndürgisiz ýitmeginiň önüni almak. Suwly batlandyрма düzgüninde guýynyň peselen debitleri GSA hereketini sazlamagyň mysallaryny işlemegiň netijesinde hasaplanýar.

5) Gaz-suw böleginiň hereketli araçäginiň mysalyndan başga-da indikilere bölmek bolar.

GSA hereketini çaklama mysallary.

Aýratyn guýylaryň işleriniň netijesinde gaz-suw bölüminiň araçäkleriniň lokal formasyny üýtgetmegi derňemek boýunça mysallar.

Suwly batlandyрма düzgüninde guýyny ulanmagyň tehnologi düzgüninde biz öňüräde saklanydyryç. GSA formasyny üýtgetmegi bilen baglansykly guýylaryň işinde, ony suwsyz debit bilen ulanmak meseleki ýüze çykýar. Başgaça aýdamyzda konus döremegiň stasionar we stasionar däl teoriýalary barada we ony aşaky suwlaryň bolmagynda guýyny ulanmagyň tehnologi düzgünlerine esaslanlymagynda ulanmak barada aýdylýar.

Stasionarly konus teoriýalaryny özleşdirmäge M.Masket we R.D.Dinow başlady. Çäkli suwsyz nebitiň debitiniň ýokarlanan belligi konusyň depesinde gradiýent basyşy indiki deňsizligi kanagatlandyryan şertinden kesgitlenýar

$$\partial P / \partial Z \leq \rho_{\text{suwg}}, \quad (5.5)$$

bärde ρ_{suw} - suwuň dykzylygy.

Gaz wenebit guýysyny ulanylmagynda stasionarly konusyň soňraky meselelerinde köpmek derňewi mälim edilipdi. Emma stasionarly konus döremek teoriýasy nebit we gaz ojagyny özleşdirmek praktikasynda giň gerim almandy. Ýaňy-ýakynda geçen diňe dik guýynyn giň gerim almagynda olaryň suwsyz nebit we gaz debitleri suwly ýüzdürýän käni ýagdaýynda az we tygşytsyzlygy görkezilýar. Nebit, gaz çykaryş prosessinde kese guýyny ulanmagy ösdürmek bilen baglylykda ýagdaý çalyşýar, bu barada soňrak aýdarys.

Şeýle ýagdaýda gaz guýysyny ulanmagyň tehnologi düzgünlerine esaslanlymagynda aşaky suwlaryň bolmagynda konus döremegiň kinetikasy boýunça çaklama hasaplamalardan çykamak zerur. Konus döremegiň stasionar däl derňewiniň

ygtylygynda konusyň üstüniň göterilme tizliginiň gatlagyň kollektorlyk häsiýetine, guýynyň debitine, guýynyň kämil dällik derejesine baglydygyny görkezýär.

Açmak derejesi boýunça kämil däl guýy tegelek gatlak 500 m radiusly drenirlenýär. Ondan 340 m gatlagyň gaz doýgunly galyňlygy, guýy 289 m açan, şonuň ýaly GSA çenli 51 m ýetmändir. Guýynyň düýbi ortükden 204 m çuňlykda. Gaz gatlagyň açylan galyňlygynyň galan 85 m-den alynýlýar. Beýleki başlangyç maglumatlar: $P_{baş} = 20 \text{ MPa}$; $m = 0,11$; $\rho_g = 0,21 \text{ g/sm}^3$ (gatlagyň şertinde), $\rho_{suw} = 1,17 \text{ g/sm}^3$, $q = 2,12 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{sut}$ guýylaryň debitine, $k = 0,02 \text{ mkm}^2$; 2-nji baglanşygy $q = 0,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{sut}$; $k = 0,02 \text{ mkm}^2$ laýyk, ähli gatlakda, guýynyň aşagyndaky zonalardan başgasynda geçirijilik koeffisiýenti $0,06 \text{ mkm}^2$.

Guýylaryň debiti konusyň üstüniň göterilme tizligine düýpli täsir edýär. Şeýle-de $q = 2,12 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sut}$ bolanda konusyň üsti 80 sut dowamynda guýylaryň düýbüne ýetýär, $q = 0,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{sut}$ bolanda 450 sutkada ýetýär. Diýmek, gatlagyň basyşynyň düşme ölçegi boýunça guýylaryň debitiniň ilçelýär, köp wagtlaryň dowamynda suwsyz önümleri çykarmak bilen üpjün edip biler.

Guýylary döwürleýin ulanmak suwsyz gaz alnyşyny amala aşyrmaga ygtyýar bermegi mümkin.

Glinaly gatlar, kesigi boýunça gatlagyň meňzeş dälligi has suwlanýan aýratyn gatlak boýunça düýbe suwlaryň hereketi netijesinde guýylaryň suwlanmagyna getirýär. Guýylaryň suwlanmagy (aşaky gatlar boýunça suwlaryň gelmegi netijesinde) kähalatda konus döremegi ýalňys düşündirýär. Guýylar jaýryk-öýjikli we jaýrykly kollektory ýagdaýynda konus döremegi netijesinde suwlanýar.

6) Nebit sütünli gaz kondensat känleri özleşdirmegiň we taslamagyň nebit we gaz basgylýan guýynyň, gaz we nebit çykarýan guýynyň tehnologiýa düzgününde jümmüşden ähli uglewodorod komponentleri maksimal çykarmak maksady bilen (ykdyşady nukdaý nazar bilen) ojagy özleşdirmegi

sazlamagyň şertinden çykan wagta görä ornaşdyrylýar we artdyrylýar.

7) Guýyny gurşaýan müdümi döň jynslar guýynyň önümlü häsiýetlerine, aýratynam olaryň ulanmak we eremek wagtlarynyň gatnaşygyna täsir edip biler. Topragyň temperaturasyna baglylykda yzyna döň mal tizligi eremek tizligine deň, kiçi we uly bolup biler. Şonuň üçin debitleri üýtgeýän ýa-da kesilýän guýyly ojagy özleşdirmegi sazlamak boýunça planlaşdyrylýan işi müdümi doňma jynsyň aýratynlygyny hasaba almazdan geçirmek bolmaýar. Garşylynly ýagdaýda ulanylýan kolonnanyň epilmegi bolup geçýär.

5.2. Gaz ojagynda guýyny ýerleşdirme ulgamy

Önümlü meýdanlarda guýylary bitewi ýerleşdirmegiň uly ähmiýeti bar. Seredýän gaz (gaz kondensat) ojagynda guýyny ýerleşdirmegiň dürli torlaryny kabul edip almak bolar. Guýyny ýerleşdirmegiň itkasy ojagy özleşdirmegiň ähli tehniki-ykdysady görkezjilerine we promyslyň gurulmagyna düýpli täsir edýär. Guýyny ýerleşdirmegiň bitewi ulgamy tehniki-ykdysady hasaplamalara şertlenýär. Hasaplama we analiz gazly meýdanda guýyny ýerleşdirmegiň ulgamlarynyň dürli mümkinçilikleri sezewar bolýar.

Giň ýaýran tebigy gaz ojagyň özleşdirmegiň praktikasynda we teoriýasynda guýyny ýerleşdirmegiň indiki ulgamlary alnan.

1) Kwadrat ýa-da üçburçlyk tör boýunça deň ölçegli ýerleşdirmek.

2) Halkalaýyn hatar görnüşinde ýa-da guýynyň zyňjyry görnüşinde guýylary ýerleşdirmek.

3) Guýyny kânleriň merkezi böleginde ýerleşdirmek.

4) Guýyny topbak görnüşinde ýerleşdirmek.

5) Guýyny gazly meýdanda deňölçegsiz ýerleşdirmek.

Gaz ojagyny özleşdirmegiň taslama teoriýasynyň nukdaý nazary bilen deňölçeqli tora özleşdirmegiň peselme guýyýy döremeýän, şeýlede her guýydan uzakdaky gatlak basyşy umuman meňzeşräk we laýyk pursatda ortaça gatlak basyşyna ýakyn prosessinde gazly meýdanlarda guýyny ýerleşdirmek ulgamyna düşünilýär. Onda gaz guýysynyň dinamiki debiti tutum kánler boýunça gatlagyň ortaça basyşynyň wagta görä üýtgemeginden kesgitlenýär.

Diýmek, gazly meýdanlarda guýyny geometriki deňölçeqli ýerleşdirmek diňe kollektorlyk häsiýeti boýunça ýeterlik birsykly gatlagynda billenen ýagdaý kanagatlandyrýar. Gatlagyň düýpli birmeňzeş bolmadyk ýagdaýynda gaz guýysyny deňölçeğ toply ýerleşdirilmegine

$$\frac{q_1}{\tilde{\alpha}\Omega_1} = \frac{q_2}{\tilde{\alpha}\Omega_2} = \dots = \frac{q_n}{\tilde{\alpha}\Omega_n} = const$$

gatlagyň ýerine ýetirilmegine düşünilýär.

Bu ýerde q_i - i guýynyň debiti; $\tilde{\alpha}\Omega_i$ - i guýulary suwlanan gaz-doýgunly göwrüm.

Gaz we gaz kondensat ojagyny barlamakda olaryň geologiki gurluşyny öwrenmek üçin kollektorlyk häsiýeti boýunça önümlü gatlagyň birsyhly bolmazlygyna; ojagyň tektoniki gurluşyna we beýleki ýagdaýlaryna bagly bolan barlag guýylarynyň kesgitlenen sany burawlanýar. Ojagy özleşdirmekde köplenç barlag guýylaryny çykaryja geçirilýär. Diýmek. gözleg guýysyny ýerleşdirmek çykaryjy guýylary ýerleşdirme ulgamynda uly täsir edip biler. Şonuň üçin praktikada gazly meýdanda guýyny deňölçeğsiz ýerleşdirmek shemasy has giň gerim alan. Umumy ýagdaýda birinji üç shemalaryny barlag guýylarynyň ulgamlary üýtgetýär (ýoýýar). Kahalatda ojagy özlşdirmek üçin gaz guýsynyň sarp edilýän sany çykaryja geçirilýän barlag guýýsynyň sanyndan azlygy görkezýär. Diýmek, bu ýerde barlag guýysynyň ýerleşme ulgamy ojagy özleşdirmegiň tehniki-ykdysady görkezjilerine laýyk tutuşlygyna anyklanylýar. Şeýle ýagdaý gory boýunça

uly bolmadyk tebigy gaz ojagyny barlamakda we özleşdirmekde ýygy-ýygydan döreýär.

Demirgazyk Týumen welaýatlarynyň gaz ojagynda kesgitlenen çäginde limirlenen (belli bir çäk goýlan norma) ýagdaýy promyslyň territoriýasynyň batgaly böleginde hyzmat edýär. Orenburg ojagynyň guýysynyň tor ýaşayş guýysyna, halk hojalygynyň ulanylýan ýerine täsir edýär. Astrahan ojagynyň ýagdaýy meňzeş. Gaz alnyşynyň planyny üpjün etmek üçin gaz guýysynyň zerur sany wagtyň geçmegi bilen ýokarlandyryýar.

Guýyny ýerleşdirmegiň deňölçegli ulgamlaryny saýlananda guýynyň tory kesgitlenen pursatda sarp edilmeli taslamaly guýy sanyny gaz doýgunly meýdanda ýerleşdirmegiň zerurlygyndan maglumaty gurýar. Onda islendip başga pursatda guýynyň tory mydama guýyny burawlamak bilen baglylynda deňölçeglilinden tapawutlanmaly bolar. Şonuň üçin kesgitlenen çäginde guýyny ýerleşdirmegiň birinji üç ulgamyňy plaslara bölmäge şertlenen. Guýyny ýerleşdirmegiň seredilýän klaslara bölmegiň ulgamlarynyň girişi gaz ojagyny özleşdirmegiň görkezjisini kesgitlemegiň usullaryny döredilende özüde delillendirýär.

VI. GAZ DÜZGÜNİNDE GAZ OJAGYNY ÖZLEŞDİRMEĞİN GÖRKEZJISINI KESGITLEMEK

6.1. Guýyny deňölçegli ýerleşdirmekde özleşdirmegiň görkezjisiniň hasaplamasy

Tebigy gaz ojagyny özleşdirmegiň görkezjisine ululyklaryň köpleri degişli. Bular barada has giňeşleýin soňrak aýdylar. Bu ýerde giýynyň debitiniň wagta görä üýtgemegini, gaz guýysynyň sarp edilýän sany we olaryň wagta görä üýtgemegini gyýyda düýp basyşyň we gatlagyň basyşynyň wagta görä üýtgemegini kesgitlemegiň metodikasyna seredeliň.

Bu görkezjileri gazyň kadasyz süzülmeginiň differensial deňlemesini integrirlemegiň netijesinde kesgitlemek mümkin.

Gazyň süzülmeginiň göni çyzyksyz differensial deňlemesi bilen baglylykda zerur analitiki gözüwi almak mümkinçiligini görkezmeýär. Şonuň üçin tebigy gaz ojagyny özleşdirmegiň görkezjilerini hasaplamak üçin ýakyn usullary, şeýle hem L.S.Leýbenzonyň integrirleme deňlemesiniň ýakyn usullary niýetlenen. EHM-i ulanmak has umumy we praktiki takyk gözüwi almaga ygtyýar berýär. Esasy hasaplama usulynda soňra saklanarys.

Gaz ojagyny özleşdirmegiň hasaplanan görkezjileri stasionar ýagdaýyň yzygiderli çalşyrmak usulynda kesgitlemek mümkin. Gaz ojagyny özleşdirmegiň taslamasyna ulanylmaga degişli, şol usuly B.B.Lapukonyň teoretiki esasy berlen.

Çäk basyşynyň ortaça basyşyna deňmegi barada

Suwlandyrmagyň udel göwrümi barada düşüňjaniň hasaplamalarynda olary düýpli ýenilleşdütýär. Geçirmeýän hökmünde bitarap çyzyklar (üstler) kabul edilýär we her guýy gatlakda öz ýerini drenirleýär. Gatlagyň şeýle meýdanyna drenirlemegiň udel göwrümi diýip atlandyrylýar.

Drenirlemegiň udel göwrümi barada düşüňjani girizmek ortadaky guýynyň birinde hasaplamalar geçirmäge we ortagy guýynyň sarp edilýän sanynyň wagta görä üýtgemegini kesgitlemäge ygtyýar berýär. Drenaž etmegiň udel göwrüminiň aralygynda basyşy paýlaşdyrmak gazyň guýa kadaly (stasionar) akyp ýygnanmagynda ulanylýar. Stasionar ýagdaýyň dowamly çalşyрма usulyňy ulanmagyň zerur pursady drenaž etmegiň udel göwrüminiň radiusynyň serhedindäki basyşdan $P_k (P_{\Pi} \approx P_n)$ gatlagyň basyşy \tilde{P}_y az tapawutlanýan gaz doýgunly boş aralygyň drenaž geçirme udel göwrümi boýunça ortaça ölçenen guýa gazyň radial süzülmeğini subut edilme ýagdaýynda durýar. Hasaplamalar guýylaryň arasy 600- d.m.-den 4400 m-ýe çenli aralygynda we düýp basyşy 0,1 çenli bolanda drenaž etmegiň udel göwrümünde ortaça basyşy 0,5%-de çäkden tapawutlanýar (stasionar süzülme şertinde). Guýylaryň arasy 1000 m-ýe çenli aralygynda we gaz guýylarynyň debiti makdanan erkin bolanda ortaça basyşy konturyndan 3% den köp bolmadyk ýagdaýynda tapawutlanýar [196]. Buny fiziki tarapdan guýa gazyň ýygnanmagynda uly kertli peselme guýyjyna düşündirilýär.

Bellenen ýagdaýy subut etmäge drenaž etmegiň udel göwrümünde ortaça basyşa çalşyp t pursatda çäk basyşy belli bolmadyk (şol guýynyň töwereginde gatlagyň basyşy) guýa akyp ýygnanmagyň deňlemesinde ygtyýar berýär, şol bir pursatda kände ortaça basyşa ýakynlaşdyrylan - guýyny deňölçeqli ýerleşdirilende: $P_k(t) \approx \tilde{P}(t)$.

6.2. Gaz çykaryşyň ösýän we üýtgemeyän döwürleri üçin özleşdirmek görkezjisini kesgitlemek

Gazyň süzülmeği Darsiniň kanunyna degişli bolan ýagdaýy ýa-da bir çlenli derejeli formulalar ýazylan ýagdaý üçin gatlak we düýp basyşyny, gaz guýysynyň debitlerini we gerek sanyny wagta görä kesgitlemek üçin hasaplamaly

formulalary [196] işinde getirilen. Has soňrak B.B.Lapukanyň, F.A.Trebinanyň we A.L.Lunsanyň derňewide sanama usullaryny ulanmak bilen EHM-de tapylan praktiki takyk çözüwleri bilen bu usulyň alnan netijeleri deňeşdirmegiň esasynda stasionar ýagdaýyň yzygiderli çalyşmalary usulyň ýokary takyklygy subut edilen [195].

Aşakda soňky ýyllarda has giň ýaýran we guýynyň düýbüne gazyň akyp ýygnanmagynyň ulanylýan iki çlenli (agzaly) formulasy Ýe.M.Minskonyň mälum eden derňesini ulanylmagynyň esasynda alynýan hasaplamaly formulalar berlen [37, 213].

Şunlukda ojakdan gaz almagyň wagta görä üýtgemeginiň balansygy berlen $Q = Q(t)$. Özleşdirmegiň görkezjeleriniň hasaplamalary standart temperatura we atmosfera basyşyna getirilen guýynyň debitlerini we ojakdan gaz almak üçin alyp barmak bolar. Şonuň üçin bu ýerde Q -a P_{at} we T_{st} şertine getirilen gaz alynmagyna düşünilýär.

Gazyň gory, başlangyç gatlak basyşy we temperaturasy, ortaky guýylary ulanmagyň ygtyýar berlen tehnologiýa düzgüni (ortaky guýy barada doly soňra aýdylyp geçiler), ortaky guýa gayň akyp ýygnanmak deňlemesi belli.

Sarp edilýän guýynyň sanynyň, gatlak we düýp basyşynyň, debitiniň wagta görä üýtgemegini kesgitlemegi talap edýär. Stasionar ýagdaýyny yzygiderli galşyrylmalary usulynda gaz ojağyny özleşdirmegiň bu görkezjelerini kesgitlemek deňlemäniň ulgamlaryny işlemäge alyp barýar:

- gaz käni üçin material balansy;
- guýylary ulanmagyň tehnologiýa düzgüni;
- guýylaryň düýbüne gazyň akyp ýygnanmagy;
- gaz guýynyň sarp edilýän sanynyň, ojakdan gaz almagyň Q we gaz guýylaryň debitiniň q özara baglansygy.

Gatlagyň ortaça basyşynyň wagta görä üýtgemegi gaz düzgünini ulanmaga degişli gazly kânler üçin material balansyň gory boýunça kesgitlenýär

$$\tilde{P}(t) = \left(\frac{P_{bas}}{Z_{bas}} - \frac{P_{at} Q_a \ln(t) T_{gat}}{\tilde{\alpha} \Omega_{bas} T_{st}} \right) Z[\tilde{P}(t)] \quad (6.1)$$

Bu deňlemede iki näbelli ululyklar: $\tilde{P}(t)$ we $Z[\tilde{P}(t)]$.

Gazyň aşa gysylma koeffisiýentiniň basyşa baglanşygy belli bolan her ojak üçin gazyň düzümi we gatlagyň temperaturasy kesgitlenýär. % hasabynda gazyň indiki molýar düzümi üçin $Z = Z(P)$ baglanşygy getirilen: CH_2 - 94,32; C_2H_6 - 3,9; C_3H_8 - 1,17; i- C_4H_{10} - 0,08; n- C_4H_{10} - 0,13; CO_2 - 0,4.

(6.1) formula boýunça gatlagyň basyşyny hasaplamak üçin gaýtalanma usulyny ulanmak mümkin (yzygiderli ýakynlaşdyrma). t pursatda gatlagyň basyşyny hasaplamakda (6.1) deňlemä wagtyň şol pursadynda alnan gazyň möçberiniň bahasyny goýulýar. Şeýle-de muny ojakdan ýyllyk gaz almagyňa wagtyň baglanşygyndan ýerine ýetirilen mümkin. Birinji çaklamasynyň häsiýetinde $t - \Delta t$ pursatda gatlagyň ortaça basyşynda \tilde{P} öňki pursatda Z koeffisiýentiň bahasyny ulanylýar. $Z[\tilde{P}(t - \Delta t)]$ koeffisiýentli (6.1) formulasy boýunça t pursatda gatlagyň basyşyny $\tilde{P}(t)$ hasaplanýar. Hasaplanan gatlagyň basyşy boýunça Z koeffisiýenti kesgitlenilýär.

Anyklanan $Z[\tilde{P}(t)]$ koeffisiýentli (6.1) formula boýunça t pursatda gatlagyň basyşy täzeden kesgitlenilýär hem-de soňky we iň sönkynyň öňündäki gaýtalanmagyndaky gatlagyň basyşyna çenli berlen ýalňyşlygy ε ($\varepsilon \approx 0,01$ MPa) tapawutlanan bolmaýar. Wagtyň beýleki pursatlarynda gatlagyň ortaça basyşynyň bahasy analiz esasly kesgitlenýär, şeýle-de birinji kesgitlenýän $\tilde{P} = \tilde{P}(t)$ baglanşygy tapylýar.

Gatlagyň ortaça basyşyň wagta göreä üýtgemegini kesgitlemeginiň beýleki täri indikide soňlanýar.

Material balansyň deňlemesi indiki görnüşde ýazylýar:

$$\frac{\tilde{P}(t)}{Z[\tilde{P}(t)]} = \frac{P_{bas}}{Z_{bas}} - \frac{P_{at} Q_a \ln(t) T_{gat}}{\tilde{\alpha} \Omega_{bas} T_{st}}$$

Getirilen ortaça basyşyň wagta görä üýtgemeginiň baglanşygy $\tilde{P}/Z(\tilde{P}) = f(t)$.

$Z=Z(P)$ baglanşygy $P/Z(P) = \varphi(P)$ baglanşygynda gaýtadan hasaplanýar.

$P/Z(P)$ baglanşygyň grafigi boýunça $\tilde{P}(t)/Z[\tilde{P}(t)]$ hasaplanan bahalary ulanyp gatlagyň basyşynyň P laýyk bahasyny kesgitlenýär. $\tilde{P}/Z(\tilde{P}) = f(t)$ baglanşygyny ulanmak gatlagyň basyşynyň hasaplanan bahasynyň wagtларыň laýyk pursadyna etmäge ygtyýar berýär, şeýle-de gözlenýän $\tilde{P} = \tilde{P}(t)$ baglanşygy kesgitlemäge ygtyýar berýär. Basyşy hasaplamagyň seredilýän usuly kalkulýatorda hasaplamakda, gaýtalanýan usulda bolsa hasaplamany EHM-de geçirilende tapawutlandyrylan.

Goý guýylar gatlakda ygtyýar berlen (düşmesi) keselmesi δ tehnologiki düzgüninde ulanylsyn.

Onda, $P_{\text{çäk}}(t) - P_{\text{guý}}(t) = \delta$ alarys.

$P_{\text{çäk}}(t) \approx \tilde{P}(t)$ ygtyýar bermegi gatlakda berlen peselme düzgünini ulanylanda indiki görnüşde gaýtadan ýazylýar

$$\tilde{P}(t) - P_{\text{guý}}(t) = \delta \quad (6.2)$$

$\tilde{P} = \tilde{P}(t)$ belli baglanşygynda (6.2) şerti guýyda düýp basyşyň wagta görä üýtgemeginiň ikinji gözlenýän baglanşygyny $P_{\text{guý}} = P_{\text{guý}}(t)$ hasaplamaga ygtyýar berýär.

G.A.Zotowanyň, Ýu.P.Korotewanyň, Ýe.M.Minskiniň derňewine görä guýylaryň düýbüne real gazyň akyp ýygnanmak deňlemesi indiki görnüşde yazylýar [214]

$$P_r^2 - P_g^2 = A(\mu^* Z)_{\text{ort}} q + BZ_{\text{ort}} q^2$$

ýa-da çäk basyşyny P_r gatlagyň ortaça basyşyna çalşylanda,

$$\tilde{P}^2(t) - P_g^2(t) = A(\mu^* Z)_{\text{ort}} q(t) + BZ_{\text{ort}} q^2(t) \quad (6.3)$$

alarys.

Bu ýerde A we B - guýyny barlamagyň maglumaty boýunça kesgitlenýän süzülmegiň garşylyk koeffisiýentleri.

$$(\mu^* z)_{ort} = 0,5[(\mu^* z)_{cak} + (\mu^* z)_{guýy}]$$

$$z_{ort} = 0,5 \cdot [z_{cak} + z_{cuýy}]; \mu^* = \mu(P) / \mu_{at}$$

$\mu(P)$ we μ_{at} - T_{gat} -da, P we laýyk P_{at} basyşynda gazyň dinamiki şepbeşiklik koeffisiýentleri; $(\mu^* z)_{cak}$ we $(\mu^* z)_{guýy}$ - çäk (gatlak) we düýp basyşynda $\mu^* z$ laýyk köpeltme hasyly.

Guýylaryň düýbüne real gazyň anyk ýygnanmanyň deňlemesiniň (6.3) görnüşinde ýazmak, $\tilde{P} / \tilde{P}_{kr} < 6$ we $P_{guýy} / \tilde{P} > 0,3$ bolanda 5%-den uly bolmadyk ýalňyşlyk berýär, $P_{guýy} / \tilde{P} > 0,7$ bolanda 1% -den uly bolmadyk ýalňyşlyk birýär (P_{kr} - kritiki basyş).

Hasaplama berlen hasaplamalaryň 5% ýalňyşlygynda guýa akyp ýygnanmagyň deňlemesinde gazyň real häsiýetini hökman gatlagyň basyşy 12-14 MPa ýokary bolanda we $P_{guýy} / \tilde{P}_{cak} < 0,9$ bolanda hasaplanmagyny görkezýär.

G.A.Zotow $\mu^* z$ hasaplamak üçin ýetermek takyk we ýönekeý formulany hödürleýär [214].

$$\mu^* z = \sigma + \psi(P_{get}^2 - P_{get})$$

Bu ýerde $P_{get} = P/P_{kr}$ - getirilen basyş;

δ we ψ - getirilen temperatura ($T_{get} = T_{get} / T_{kr}$) bagly koeffisiýentler. Bu koeffisiýentleriň bahasy aşakda getirilen.

T_{get}	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0
σ	0,954	0,980	1,0	1,020	1,050
ψ	0,0442	0,0327	0,0260	0,0183	0,0133

Belli $\tilde{P} = \tilde{P}(t)$ we $P_{guýy} = P_{guýy}(t)$ baglansykda (6.3) deňleme özünde ortaky guýylaryň debitine bagly kwadrat deňlemäni görkezýär. Ony işläp:

$$q(t) = -\frac{A(\mu^* z)_{ort}}{2Bz_{ort}} + \sqrt{\left(\frac{A(\mu^* z)_{ort}}{2Bz_{ort}}\right)^2 + \frac{\tilde{P}^2(t) - P_{guy}^2(t)}{Bz_{ort}}} \quad (6.4)$$

alarys.

t wagtyň pursatynda tapylan gatlak we düýp basyşynda boýunça $(\mu^* z)_{ort}$ we zort laýyk bahasyny hasaplanýar. Hasaplanan $(\mu^* z)_{ort}$ we z_{ort} , şeýlede gatlak we düýp basyşy (6.4) formulada goýulýar we t wagtyň pursadynda ortaky guýylaryň debitini q kesgitlenilýär. Şol ýagdaýda meňzeşlikde dürli pursatda we üçinji gözlenýän $q = q(t)$ baglanşygy tapylmagyň netijesinde ortaky guýlaryň debitlerini hasaplanýar.

Tapylan baglanşyk $q = q(t)$ gaz guýysynyň ortaça debitiniň wagta görä üýtgemegini we $n(t) = Q(t)/q(t)$ formula boýunça $Q = Q(t)$ ojakdan gaz almagyň berlen baglanşygy ojagy özleşdirilende sary edilýän guýynyň sanynyň wagta görä üýtgeýän gözlenýän baglanşygyny $n=n(t)$ düzmäge ygtyýar berýär.

Tebigy gaz ojagyny özleşdirmeginiň görkezjisini kesgitlemek üçin berlen formulalar çaklanan hasapda gazyň real häsiýeti indiki görnüşde ýazylýar (gatlakda ygtyýar berlen peselme düzgüninde).

$$\tilde{P}(t) = \left(\frac{P_{bas}}{z_{bas}} - \frac{P_{at} Q_a \ln(t)}{\tilde{\alpha} \Omega_{bas}} \frac{T_{gat}}{T_{st}} \right) z[\tilde{P}(t)] \quad (6.6)$$

$$\tilde{P}(t) - P_{guyy}(t) = \delta \quad (6.7)$$

$$\tilde{P}^2(t) - P_{guyy}^2(t) = Aq(t) + Bq^2(t) \quad (6.8)$$

$$n(t) = Q(t)/q(t) \quad (6.9)$$

(6.6)-(6.9) deňlemäniň ulgamlaryny işlemegiň tertibi aýdyň we aýratyn düşündirine mätäç däl.

6.3. Gaz çykarylyşynyň düşme döwri

Gaz çykarylyşynyň derime döwründe özleşdirmegiň görkezjelerini kesgitlemek azalan gaz kânleriniň differensial deňlemäni (6.6) integrirlemäge alyp barýar.. Görkezilen deňlemäni sanly integrirlemäniň esasynda hasaplamala metodikalaryň aýratynlyklary [143] de doly beýan edilen.

Gaz çykaryşyň düşme döwründe özleşdirmek görkezjisini prognozirlmegiň umumy gollanmasyna serederis. Ol önümlü häsiýeti boýunça guýynyň tapawudyny hasaba almaga, çykaryjy guýynyň sanynyň, gatlakda peselmegiň wagta görä peselmegini hasana almaga ygtyýar berýär. Bu metodikalaryň esasynda gaz çykaryşyň düşme we üýtgemeyän döwürüne ulanmaga degişli hasaplama metodikasy aýan edilen öňki bölümde ýatýar. Eger düşme döwri üçin ojakdan gaz almagyň wagta görä üýtgemeginiň baglanyşygy $Q=Q(t)$ berlen bolsa, onda öňki bölümiň metodikasy ulanylýar. Garşylykly ýagdaýda çykaryjy guýynyň fondy bolan gaz almagy wagta görä üpjün edýäniniň haýsilygy näbelli.

Onda çykaryşyň düşme döwriüniň dürli pursatlarynda alanýan gazyň möçberini anyklamak boýunça yzygiderli çaklanýan usula bararys.

Goý, gaz çykaryşyň düşme döwriüniň t pursadynda özleşdirmegiň ähli görkezjileri belli bolsun. Indiki formula boýunça $t + \Delta t$ pursadyna gazyň alynýan möçberini takmynan belläris.

$$Q_a \ln(t + \Delta t) = Q_a \ln(t) + Q(t)\Delta t \quad (6.10)$$

Başgaça aýdylanda seredilýän wagtyň interwalynda gaz almak üýtgemeyär diýip alarys. Material balansyň deňlemesi boýunça bu alynmaly gazyň möçberine laýyk $Q_{aln}(t+\Delta t)$ gatlagyň ortaça basyşyň kesgitleýär. Gatlagyň ortaça basyşy

$\tilde{P}(t+\Delta t)$ tapylan gaz doýgunly meýdanlar boýunça kánleri deňölçegli drenaž edilende her áýratyn guýynyň debiti anyklanylýar.

Her guýy boýunça ygtyýar berlen peselme (depressiýa) düşünjesi $t+\Delta t$ pursadynda onda düýp basyşyny takmynan kesgitlemäge ygtyýar beryär. Tapylan $\tilde{P}(t+\Delta t)$ we $P_{\text{guýy}}(t+\Delta t)$, bärde $i=1,2,\dots,n$, boýunça $(\mu \cdot z)_{\text{ort } i(t+\Delta t)}$ we $z_{\text{ort } i(t+\Delta t)}$ kesgitlenýär. Soňra her guýa gazyň akyp ýygnanma deňlemesini ulanmak bilen $t+\Delta t$ pursatda áýratyn guýylaryň debitini hasaplaýar. Debitleri áýratyn guýy boýunça jemlemek seredilýän pursatynda $Q(t+\Delta t)$ maksatda ojakdan gaz alynmagyny berýär.

$$O_{a \ln}[t + \Delta t] = Q_{a \ln}(t) + [Q(t) + Q(t + \Delta t)] \frac{\Delta t}{2} \quad (6.11)$$

(6.11) deňleme boýunça $t+\Delta t$ pursatda gazyň alynmaly möçberini anyklaýar. Anyklanylan alynmaly gazyň möçberini $t+\Delta t$ pursatda mysallaryň gözlenýän gözüwleri alynýanra ikinji çaklama hasaplamada kesgitlenýär.

Beýleki pursatlar üçin analiz esasly hasaplamalar guýynyň önümlü häsiýetinde tapawudyny hasaba almak bilen gaz çykaryşyň düşme döwründe ojagy özleşdirmegiň esasy görkezjileriniň wagta görä üýtgemegini kesgitleýär.

Almaly gaýtalanýan prosess alyp barmak eňil (yzygiderli ýakynlaşma usuly). Eger birinji çaklamada hasaplananda $t+\Delta t$ pursatda alynmaly gazyň möçberini $Q_{a \ln}(t+\Delta t)$ ýokarlanandygy berlen, onda material balansyň deňlemesini ulanma bilen tapylany gatlagyň ortaça basyşynyň peselendigini görkezýär. Muňa laýyklykda (6.11) de $Q(t+\Delta t)$ we guýynyň debitleri peselen bolar. Şonuň üçin ikinji çaklama hasaplamada (6.11)- e laýyk $Q_{a \ln}(t+\Delta t)$ hasaplanan ulylygynyň birinji çaklamada geçilen hasaplamalarda $Q_{a \ln}(t+\Delta t)$ ulylygyň ulanylan bahasyndan kiçidigini bermek bolar.

6.4. Guýyny ulanmagyň beýleki tehnologiiki düzgünleri üçin hasaplamalaryň aýratynlyklary

Özleşdirmegiň görkezjilerini prognozirlemegiň soňky metodikalarda gatlakda ygtyýar berlen peselmeginde (depressiýasynda) köplenç guýyny ulanmagyň tehnologiiki düzgünine ulanmaga degişli mysal getirmek bolar. Bu gatlakda berlen peselme (depressiýa) düzgüni - praktikada giňden ýaýranlaryň biridigini düşündirýär. Mundan başgada olar tehnologiiki düzgünleri üçin prognozly hasaplamalaryň uly bolmadyk tapawutlaryny häsiýetlendirýär.

1. Goý, wagta görä üýtgemeyän gazyň debiti berlende guýylar ulanylmaga niýetlensin. Onda material balansyň deňlemesi boýunça berlen $Q=Q(t)$ baglanşyklaryny ulanmak bilen guýyny ulanmagyň tehnologiiki düzgüninde baglanşygy ýoklygynda $\tilde{P} = \tilde{P}(t)$ baglanşygy hasaplanýar guýa gazyň akyp ýygnanmak düzgüni boýunça $P_{\text{guýy}} = P_{\text{guýy}}(t)$ tapylýar. Wagta görä sarp edilýän çykaryjy guýylaryň sany (6.5) formuladan kesgitlenýär.

2. Goý, guýylar wagta görä berlen düýp basyşynda ulanylsyn, şeýlede $P_{\text{guýy}} = P_{\text{guýy}}(t)$ baglanşygy belli. Bu ýagdaýda guýa gazyň akyp ýygnanmak deňlemesi boýunça $q=q(t)$ baglanşygy tapylýar, (6.5) formulany ulanmak bilen bolsa gözlenýän baglanşygy $n=n(t)$ tapylýar.

3. Perforasiýa kanallaryň üstünde ygtyýar berlen gradiýent basyşy C saklanan ýagdaýynda guýyny ulanmak ýagdaýynda özleşdirmegiň görkezjileriniň taslamasyna seredeliň. Gözlenýän $P_{\text{guýy}} = P_{\text{guýy}}(t)$ we $q=q(t)$ baglanşyklary tapmak üçin indiki deňleme ulgamy işlenilýär.

$$\left. \begin{aligned} \tilde{P}^2(t) - P_g^2(t) &= Aq(t) + Bq^2(t); \\ \varphi q(t) + \psi q^2(t) &= cP_g(t) \end{aligned} \right\} \quad (6.12)$$

(6.12) ulgamy gaýtalanmak usulyny ulanmak bilen işlenýär (yzygiderli takyplama).

4. Guýynyň ýokarsynda gazyň hereketiniň ygtyýar berilýän tizliklerini saklanan ýagdaýynda guýyny ulanmakdaky hasaplama metodikasynda saklanýar. Guýa gazyň akyp ýygnanmagynyň formulasynyň jeminden we G.A.Adamowyň formulalaryndan [37, 69] düýbe ýakyn zonanada gazyň hereketi we NKT boýunça gazyň hereketi indiki deňlemede ýazylýar.

$$\tilde{P}^2(t) - P_{yokar}^2(t)e^{2s} = Aq(t) + B^* q^2(t) \quad (6.13)$$

Bu ýerde $P_{g.yo.}$ - guýynyň üstündäki basyş.

e^{2s} NKT-de gaz sütüniniň massasyny hasaba alýan çleni; $B^*=B+Q$ [37, 69].

P_{at} we T_{st} -a getirilen guýylaryň debiti q göni berlen tizlikden $V_{g.yo.}$ indiki ýagdaýda deňlenýär.

$$q = \frac{V_{g.yo.} F P_{g.yo.} T_{st}}{z(P_{g.yo.} T_{g.yo.}) P_{at} T_{g.yo.}} \quad (6.14)$$

bu ýerde F - NKT-niň içki kiçigi.

Özleşdirmäge çenli taslamada ýerine ýetirilen derňewlerden özleşdirmegi analiz etmegiň netijeleri ýüze çykýar we ojagy özleşdirmegiň görkezjilerini çaklama we promyslyň gurluşynyň ulgamlary geçirilýär.

6.5. Gatlagyň ortaça basyşynyň üýtgemegi we alynan gazyň mukdary boýunça gorlaryny kesgitlemek

Gaz goryny kesgitlemekde soňky wagtlara çenli gatlagyň basyşynyň düşme usuly we göwrümlü usul has giň gerim alan. Bu ýerde we soňra gatlakda başlangyç gory (drenirlenýän) kesgitlemek usullaryna dilýär. Alynmaly senagat gorlary - bu ojakdan ykdysady düşewintli(peýdaly) gaz alynmagyna ýetýär almak mümkin bolan gazyň gorlary gaz alynşynyň gutarnykly koeffisiýentini kesgitleýän. Gazyň

alynmaly gorlary gaz gidrodinamiki we ykdysady-tehniki hasaplalaryň netijesinde ojagy özleşdirmegiň we taslamagyň dürli etabynda düzülýär.

Alynmaly gazyň mukdary barada we gatlagyň ortaça basyşynyň waga görä üýtgemegi barada maglumat boýunça gazyň goryny kesgitlemegiň esasy usulynda gaz kânleri üçin material balansyň deňlemesi durýar. SSSR-de ilkinji teswirleme usulyňy 40 ýylda W.P.Sawçenko, A.L.Kozlow, N.W.Çers hödürländiler.

Promysl maglumaty boýunça dürli pursatlarda gazyň laýyk alynýan mukdaryny we gatlagyň ortaça basyşyny kesgitläp (gaz düzgünine ynamyň bolmagynda) has kiçi kwadratlary ulanmak bilen material balansyň deňlemesi boýunça öýjükli boşgugyň gaz doýgunlu göwrümini $\tilde{\alpha}\Omega$, soňra gazyň goryny hasaplamak mümkin. Emma gaz goryny has dogry kesgitlemek üçin promysl maglumaty gatlagyň ortaça basyşynyň düşmegi boýunça grafiki işläp taýýarlamaga sezewar edýär. Promysl maglumaty işläp taýýarlamagyň grafiki usuly uly görnetikligi bilen suwlaryň işjeň hereketlenip başlan pursady kânleriň düzgünini kesgitlemäge ygtyýar berýär.

Gaz düzgüni ýagdaýynda kânler üçin material balansyň deňlemesini şu görnüşde görkeziris.

$$\frac{\tilde{P}(t)}{z[\tilde{P}(t)]} = \frac{P_{bas}}{z_{bas}} - \frac{P_{at}Q_{a \ln}(t)}{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}} \frac{T_{gat}}{T_{st}} \quad (6.15)$$

Wagtyň dürli pursatlarynda ordunata oky boýunça - $\tilde{P}/z(\tilde{P})$, absissa oky boýunça gazyň alnan göwrümlerini Q_{aln} almak bolar. (6.15) deňlemeden bu koordinatalaryň baglansygy $\tilde{P}/z(\tilde{P}) = f[Q_{aln}(t)]$ özünde göni çyzygy görkezmegini alynýar.

(6.15)-den $Q_{aln} = 0$ bolanda $\tilde{P}/z(\tilde{P}) = P_{baş}/z_{baş}$ gelip çykýar. $\tilde{P}(t) = 0$ bolanda,

$$Q_{aln}(t) = \frac{\tilde{\alpha}\Omega_{bas}P_{bas}}{z_{bas}P_{at}} \frac{T_{st}}{T_{gat}} \quad \text{alarys.}$$

Bu deňlemäniň sag böleginiň özünde atmosfera basyşyna we standart temperatura getirilen gatlakda gazyň başlangyç goryny görkezýänligi aýdyň.

Eger $\tilde{P}/z(\tilde{P}) = f[Q_{aln}(t)]$ baglanşygyň göni çyzykly uçastogy bar bolsa we kânleriň düzgünini kesgitlemek üçin ýeterlik şerti ýerine ýetirýän bolsa, onda gatlakda gazyň başlangyç bahalaryny bellemek maksady bilen absissa akyna çenli şol uçastogy ekstra polimerlemek mümkin.

Öňki netijeden suwly batlandyryjy düzgünde $\tilde{P}/z(\tilde{P}) = f[Q_{aln}(t)]$ baglanşygynyň egri çyzygyna gaz düzgünü üçin göniden tapawutlanmagyna eýe bolýar. Diýmek $\tilde{P}/z(\tilde{P}) - Q_{aln}(t)$ koordinatada promesl maglumatlaryny işläp taýýarlamagyň netijesinde ojagyň düzgünini düzmek mümkin, şeýle-de gatlakda gazyň başlangyç goryny belleýär. Özleşdirilmeginiň soňunda käne suwuň girmegi gatlagyň ortaça basyşyň üýtgemeginde zerur täsirini görkezmän biler, şeýle-de $\tilde{P}/z(\tilde{P}) = f[Q_{aln}(t)]$ baglanşygyň başlangyç meýdany bölenleýin göni çyzykly we gatlagyň basyşynyň üýtgemegi deňlemesi gaz gün üçin dogry ýazylýar/

Emma özleşdirmegiň başynda suwly batlandyryjy düzgünde gatlagyň ortaça basyşynyň üýtgemeginiň alynýan gazyň mukdaryna grafiki baglanşygy gaz düzgünü üçin analiz esasy baglanşygy bolup biler. gatlakda gazyň başlangyç gorlaryny kesgitlemek üçin absissa okuna çenli meňzeş göni çyzykly kesinleriniň ekstropolýasiýasyna ygtyýar berlmeýär.

Häzirki wagta çenli gatlakda gazyň görllaryny kesgitlemek üçin gatlagyň ortaça basyşynyň düşme usulyny ulanmagyň uly tejribesi ýyganan. $\tilde{P}/z(\tilde{P}) = f[Q_{aln}(t)]$ baglanşyklaryň we köp hadysaly beýleki ýagdaýlaryň analizi özleşdirilýän ojagyň düzgünini dogry düzmäge ygtyýar beren. Gatlakdan gaz gorynyň 5-10% alynmagynda ulanmaga eýe bolan gatlagyň basyşynyň düşme usuly hasaplanýar.

Gatlagyň basyşyň düşmegi usulynda gazyň goryny takyk hasaplamakda täsir edýän ýagdaýlary belläris.

Gazyň goryny hasaplananda alynýan gazyň mukdarynyň dogry bolmagy gerek. Takyk hasaplamanýň mümkinçiligi boýunça. meselem, guýyny derňelende atmosfera gidýän gazyň, guýynyň awariýaly çüwdürilmeginde ýitýän gazyň takyklygy zerur. Alynmaly gazyň mukdaryny dogry kesgitlemeginde gatlakdan gazyň akyp ýygnanmagynyň barlamaýan mümkinçiligi täsir edip biler.

Dürli pursatlarda öýjükli başlygyň göwrümi boýunça ortaça ölçenen gatlagyň basyşyny kesgitlemegiň takyklygyny ýolarlandyrmaga uly üns berilmegi hökman. Nusgaly manometri ulanmagyň netijesinde, guýyny dowamly saklanmagyndan soňra statiki basyşy ölçemegiň, gatlagyň ortaça basyşyny hasaplamak üçin izobar kartyny we α mh kartyny ulanmagyň netijesinde zerur takyklygyna ýetilen.

Öz arasynda uly tapawutly dürli pursatlarda ortaça ölçenen kesgitlenýän basyşynyň wagtlarynyň interwallarynyň bolmagy zerurdyr. Gatlagyň basyşynyň tapawudy guýyny derňemekde ulanylýan manometriň ýalňyşlygy bilen ölçäp bolmaly däldir. Tejribibe 0,5 ýa-da 1 ýyl aralygy bilen kesgitlenen promysl maglumaty ulanmaga ygtyýar berilmegini görkezýär.

\bar{P} kesgitlemegiň takyklygy α mh ulylygyň bahasyna deň kartalary we izobar kartalaryny gurmagyň takyklygyna bagly. Bu kartanyň dogry bolmagy guýynyň sanyna we gazly meýdanda olaryň deňölçegli derejelerine bagly. Gazyň goryny hasaplamak üçin göwrümlü usulynda α mh kartasynyň bolmagy ýeterlik. Gatlagyň ortaça basyşynyň düşmegi usuly ýene-de birnäçe wagtdaky izobar kartalaryň bolmagyny talap edýär. (6.13) laýyk ölçemek operasiýasynda izobar kartaly basyşy ulanmak α mh kartasyna dogrylygyny takap edilmegini peseltýär. Muny göwrümlü usul barada aýtmak bolmaýar. Bu kartalary gurmagyň ýalňyşlygy gaz goryny hasaplamanýň göwrümlü usulynyň takyklygyna gös-göni täsir edýär.

Gatlagyň ortaça basyşynyň düşmegi usuly aýratyn hem karbonatly gatlakda gazyň goryny has ýokary takyklygy bilen hasapmagy üpjün edýär. Göwrümli ususy ojagy özleşdirilmegine başlanmagyna çenli gatlakda gazyň goryny kesgitlemäge ygtyýar berýär.

Soňky wagtda suwly batlandyryjy düzgüninde gazyň başlangyç goryny hasaplamak üçin material balansyň usuly ulanylýar. Bu usula laýyk soňky birnäçe wagtda GSA deň bahasyny bellemek kartasy gurulýar. Bu karta we galan doýgunly koeffisiýenti boýunça seredilýän wagtlarda gazyň tutulmagyny we käne girýän suwlaryň göwrümüne baha berýär. Mundan soň suwly batlandyryjy düzgünde material balansyň deňlemesini ulanmak bilen talap edilýän wagtlarda özleşdirmegiň hakyky maglumatynyň esasynda gazyň gory tapylýar. Gorlaryň gözlenýän ulylygy dürli wagtlarda alnan maglumaty ortalaşdyrmagyň netijesinde taýýarlanýar.

VII. GAZ OJAGYNY ÖZLEŞDIRMEGI SAZLAMAK WE AMATLAŞDYRMAK

7.1. Promysly taýýarlamagyň we ojagy özleşdirmegiň görkezjilerini amatlaşdyрма

Ojagy özleşdirme görkezjisini amatlaşdyrmalar mysalyny işlenende ölçegli netijelilikleriniň (ölçeğleriň hiliniň) amatlaşdyrylýan tehniki ululyklara matematiki baglaşyklary - doly funksiýalaryň maksimumlaşma (minimumlaşma) zerurlygy ýüze çykýar. Bu ýerde ölçegiň hiline ölçegiň ykdysady netijeliligine düşünilýär.

Özleşdirmegiň görkezjisiniň amatlaşdyрма mysalynyň ýönekeýlerinden birine serederis. Ortaky guýylary ulanmagyň tehnologiiki düzgüninde (gatlagyň ygtyýar berlen peselmesi (depressiýa) δ), gaz çykarylyşynyň ösýän we üýtgemeyän döwrüniň dowamlylygy $T_{\text{ö.ý.a}}$ we GKS çykalgasynda P_{min} minimal basyşy bolsun. Bu görkezjiler doly funksiýalaryň garaşsyz üýtgemän ululygy üçin kabul edilýär.

Şeýle hem, indiki funksiýany maksimumlaşdyrmagy talap edýär:

$$F = F(\bar{x}) \quad \text{bärde} \quad \bar{x} = (\delta T_{\text{ö.ý.a.}}; P_{\text{min}}) \quad (7.1)$$

$F(\bar{x})$ funksiýanyň güberçek bolmagyny çaklaýarys. Funksionalyň maksimumyny gözlemek usuly işiň gidişini reallaşdyрма birinýär.

$$F(\bar{x}_0) < F(\bar{x}_1) < F(\bar{x}_2) < \dots < F(\bar{x}_k) = F_{\text{max}} \quad (7.2)$$

Umumy ýagdaýda gözlenýän ululyklarda \bar{x} çäklendirilen görnüşde üstünden goýulýar.

$$\bar{a} \leq \bar{x} \leq \bar{b} \quad (7.3)$$

Bu ýerde $\bar{a} \text{ we } \bar{b} - \bar{x}$ ululyklaryň jemlenmeleriniň üýtgemegine laýyklykda aşky we ýokarky çakler.

\bar{x} agtaryp tapmak üçin (7.3) çäklendirmegine seridilmegini we funksionalyň üpjün edýän maksimumyna dürli görnüşli usuldan birini maksada laýyk ulanylýar.

Güberçekli funksiýaly ýagdaýynda gradiýent usuly (7.2) deňsizlikleri häsiýetlendirýär we gözme usulynda indiki rekurrentli gatnaşygy ýazylýar.

$$\begin{matrix} (s+1) & (s) & (s) & (s) \\ \bar{x} & = & \bar{x} + \lambda \text{ grad } F(x) \end{matrix} \quad (7.4)$$

Bu ýerde s - gaýtalanýan edimiň belligi; λ - seredilýän funksionalyň üstleri boýunça $F(\bar{x})$ depesine hereketi sazlaýan depgininiň ulylygy. Umumy ýagdaýda önuň sanly bahalary üçin ýörite hödürlemeler bar [47].

(7.3) çäklendirilen hasabyny indiki gatnaşyga getireris.

$$x = \begin{cases} \bar{a}, \text{ eger } \bar{x} < \bar{a} \\ \bar{x}, \text{ eger } \bar{a} < \bar{x} < \bar{b} \\ \bar{b}, \text{ eger } \bar{x} > \bar{b} \end{cases} \quad (7.5)$$

Şeýle ýagdaýda deslapky mysallaryň çözüwini eger her gaýtalanýan edimde $F(\bar{x})$ belli bolsa, almak mümkin. Olary hasaplamak üçin seredilýän mysala ulanmaga degişli ýönekeý artýan ulylyklary δ , T_{oya} , P_{min} berilýär. Onda aýratyň önümlü hasaplama üçin gatnaşygy indiki görnüşde bolýar

$$\left. \begin{aligned} F'_\delta &= \frac{F(\delta + \Delta\delta, T_{oya}, P_{min}) - F(\delta, T_{oya}, P_{min})}{\Delta\delta}; \\ F'_t &= \frac{F(\delta, T_{oya} + \Delta T, P_{min}) - F(\delta, T_{oya}, P_{min})}{\Delta T}; \\ F'_P &= \frac{F(\delta, T_{oya}, P_{min} + \Delta P) - F(\delta, T_{oya}, P_{min})}{\Delta P}; \end{aligned} \right\} \quad (7.6)$$

(7.6)-dan gradiýent usulyň seredilýän garaşsyz üýtgemeyän ululygyň reallaşmagy mümkinçilik alynmagy, eger ol hasaplanan funksionalyň $F(\bar{x})$ garaşsyz üýtgemeyän ululyga ýetilen bolsa ýerine ýetýär. Bu geologiki promyslyň deslapky maglumatlaryny hasaplamak üçin zerurlygy belli bolan gaz alnyşyň pesel döwrüne çenli ojakdan gaz alynmagynyň üýtgemeginiň baglanşygyny berlen bolmagyny aňladýar.

Gaýtalanýan prosess kanagatlandyryň çägi goýup, başlangyç ýakynlaşma $\bar{x}_0 = (\delta_0, T_{0\bar{y}}, P_{0\min})$ ýumuşy bilen başlanýar. Ykdysady tehniki hasaplamalaryň bellenen algoritmi boýunça $\delta_0, T_{0\bar{y}}, P_{0\min}$ belmegi kabul etmek üçin $F(\bar{x}_0)$ funksionaly hasaplanýar. $\Delta\delta, \Delta T$ we ΔP ösmäge ýol berýär, $F(\delta + \Delta\delta, T_{0\bar{y}} + \Delta T, P_{\min})$ funksionallaryň belligi kesgitleýär, (7.6) laýyk önümlü $F\delta', T', P'$ hasaplanýar.

(7.4) rekurrentli gatnaşygy boýunça gözlenýän

$$\text{ulylyklaryň täze belligi } \delta^{(e)}, T_{oya}^{(e)}, P_{\min}^{(e)} \text{ kesgitleýär.}$$

(e)

Ykdysady tehniki hasaplamalaryň algoritmi boýunça $F(\bar{x})$ tapylýar. Gaýtalanýan prosess deňsizlige ýetýänçä dowam edýär.

$$\left| F^{(s+1)}(\bar{x}) - F^{(s)}(\bar{x}) \right| \leq \varepsilon \quad (7.7)$$

bärde ε berlen ýalňyşlyk.

Özleşdirilýän Medwežýe ojağynyň ululyklaryna ýakyn ululyklar bilen ojağa ulanmaga degişli hasaplamalaryň birnäçe netijelerini aýan ederis. Başda ykdysady netijeli ölçegiň gözlenýän ululyklaryna baglanşygynyň güberçiklerini subut etmek maksady bilen bahaly hasaplamalar ýerine ýetirilen. Hasaplamalaryň netijeleri Medwežýe ojağynyň maglumatyna

galaý deslapky maglumatynda güberçekli funksionaly $F = F(\bar{x})$ barada habar berýär. Meñzeş hasaplamalar geçirmek gerek, şonuň üçin maksimum nokadyna başlangyç ýanyklaşmany \bar{x} o saýlamaga ygtyýar berýär.

Şol tablisadan mysallaryň iň amatly çözüwi üçünji gaýtalanýan edimde alynan. Laýyk gelýän iň amatly tehnologiýa görkezjileriň esasy inozimler: çykaryşyň ösýän we üýtgemeyän döwürleriniň dowamlylygy $T_{\text{öya}} = 21$ ýyl, gaz alnyşyň üýtgemeyän döwüründe gatlagyň ygtyýar berlen peselmesi (depressiýa) $\delta = 0,5$ MPa, GKS -nyň çykalgasynda minimum basyşy $P_{\text{min}} = 0,139$ MPa geçirilýän hasaplamada alynýlýar

$$\lambda_{\delta} = \left. \frac{\Delta \delta}{F_{\delta}} \right|_e ; \quad \lambda_t = \left. \frac{\Delta T}{F_t} \right|_e ; \quad \lambda_p = \left. \frac{\Delta P}{F_p} \right|_e$$

Mysallary çözmegiň tizlenmegi üçin Nýuton-Rafsonyň netijeli usullaryndan biri bolan ýörite gradiýent usullary ulanyp bolar. Seredilýän iş promysly gurmagyň we ojagy özleşdirmegiň ulylyklarynyň uly sanyna we amatlaşdyrmaga ygtyýar berýär. Görkezilen ýol bilen alynýan iň amatly tehnologiýa ulylyklary promyslda gazyň komprimirmek, işläp taýýarlamak, ýygnamak ulgamlaryň aýratynlyklary jikme-jik hasaplamak bilen köpölçegli süzülmegiň mysalyny işlemegiň bazasynda özleşdirmegiň çaklama görkezjilerini soňraky amatlaşdyrma mysalyny düýpli ýeňilleşdirýär.

Soňky ýyllarda amatlaşdyrylan mysalyň netijeli çözüwini L.S.Pontrýaginanyň maksimum esasyny ulanmakda almak bolýar. Netijede özleşdirilmegiň iň amatly görkezjileri tapylýar.

7.2. Gaz- suw böleginiň çäkleriniň hereketini sazlamak

Suwly batlandyryjy düzgüni ýagdaýynda gaz ojagyny özleşdirmegi sazlamak mysalyny çözmegiň umumy taýýarlamasynda uly matematiki kynçylyklara duşulýar.

Şonuň üçin birinji publikasiýada [137, 140] şol klasy derňemek mysaly iki çykaryjy guýylaryň drenirleýän gatlagyň elementiniň kollektorlyk häsiýeti boýunça bölek meňzeşdalligini görkezmekde ýönekeýleşdirilip taýýarlamakda ýerine ýetirilýär.

Netijede guýynyň suwlanmagynyň, gaz-suw bölegiň çäkleriniň konfigurasiýasynyň we suwsyz gaz alnyş koeffisiýentiniň dinamikasyn-da täsir döretýän aýratyn guýylar boýunça kânlerden gaz alynmagyny paýlaşdyrylmagyny görkezilen. Görkezilen işde suwsyz gaz alnyş koeffisiýentine suwlanma pursadyna guýylaryň birinden alynan gazyň göwrüminiň gatlakda başlangyç gaz goruna bolan gatnaşygyna düşünilýär.

Mysallary çözmegiň algoritmi we taýýarlanmagy

Indiki taýýarlama-da özleşdirmegi sazlamak mysalyna serederis [140]. Goý, gad kâni gazly meýdanlarda guýynyň ýerleşmeginiň çylşyrymlylygy bolsun. Kân kollektorlyk häsiýeti boýunça gatlagyň meňzeş dälligine mahsusdyr. Guýynyň tory we kânleriň konfigurasiýasy shemalaşdyrylmadyk real diýip kabul edilýär.

Guýynyň suwlanma pursadyna çenli kân guýynyň üýtgameýän sanynyda drenirlenýär. Hasaplamalar geçirilende suwlanýan çykaryjy guýylar aýrylýar. Guýynyň debitleri wagta görä üýtgameýän we kesgitlemeli bolup durýa. Guýynyň suwlanmagyna çenli kânlerden gaz alnyşy üýtgameýär. Soň ol guýynyň ulanmakdan çykmagynyň dinamikasy bile laýyklykda peselýär. Gaz gutarnykly alnyş koeffisiýentiniň guýynyň suwlanma dinamikasyny kesgitleýänligi aýdyň. Çäk suwlaryň kâne girmegine seredilýär. Şonuň üçin çykaryjy guýydan hersiniň gaz-suw çäginini oňa barmagynda çalt we doly suwlanýadygy çaklanýar.

Şeýle ýagdaýda ojakdan planly gaz almagyň jemini üpjün etmekde guýynyň debitlerini q_1, q_2, \dots, q_n , tapmagy talap edýär.

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \quad (7.8)$$

Bu ýagdaýda guýynyň debitleri q_1, q_2, \dots, q_n ojagy özleşdirmegiň ähli döwri T üçin maksimal gaz çykarşyna getirmek hökman. Diýmek, doly funksiýa indiki görnüşde ýazylýar:

$$Q_{a \ln}(T) = \int_0^T Q(t) dt = \max \quad (7.9)$$

i guýylaryň suwlanma wagty T_i bilen belläris, onda guýynyň debiti üçin alarys:

$$q_i(t) = \begin{cases} t < T_i \text{ bolanda } q_i; \\ t \geq T_i \text{ bolanda } 0 \end{cases} \quad (7.10)$$

Özleşdirmе T wagtynda känlerden gazyň jemi alynýan mukdary düzýäris: (iň soňky guýylaryň suwlanma wagty):

$$Q_{a \ln}(T) = \sum_{i=1}^n q_i T_i \quad (7.11)$$

Indiki ugrukdyrylan gaýtalanma prosessi ulanmakda mysallaryň çözüwinin al göritmi bazalaşdyrylýar:

$$q_i^{(s)*} = q_i^{(s-1)*} + \lambda \frac{\partial}{\partial q_i^*} \left[Q_{a \ln}(q_i^*, T_i) \right], \quad (7.12)$$

bärde

$$\frac{\partial}{\partial q_i^*} Q_{a \ln}(q_i^*, T_i) = \sum_{i=1}^n \left(T_i - q_i^* \frac{\partial T_i}{\partial q_i^*} \right);$$

S - gaýt alanmalaryň nomeri; λ - guýynyň debiti boýunça gaýtalanýan bir ediminiň beýlekä garyşmagyny sazlaýan ulylyk; q_i^* - i guýylaryň ölçegsiz debiti, bu ýagdaýda:

$$q_i = \omega_i \cdot Q, \quad \omega_i = q_i^* / \sum_{i=1}^n q_i^*$$

Şeýle ýagdaýda her gaýtalanýan edimi guýynyň debitine laýyklykda iki fazanyň bolmagynda gaz-suw böleginiň hereketli çägi bilen iki ölçegli mysalyny işleýär. S gaýtalanmakda guýynyň debitleri (7.12) ölçeritli boýunça anyklanylýar. Her gaýtalanyan ediliň neijesinde Q_{aln}

$$\begin{pmatrix} (s) & (s) \\ * & * \\ q_i & \dots, q_n \end{pmatrix} \text{ funksiýanyň özi hökminde, şeýle-de } q_i^*, i = \overline{1, n}$$

boýunça onuň onümlü aýratynlygyny hasaplanýar. Gaýtalanýan döwri gutarmagy deňsizligi ýerine ýetirmek bilen kesgitlenýär.

$$\left| \begin{matrix} (s+1) & (s) \\ Q_{aln} & (T) - Q_{aln} & (T) \end{matrix} \right| \leq \varepsilon$$

Ojakda guýy näçe köp bolsa, şonrada, (7.9) şertde ýetmek üçin zerur ýerine ýetirmeli gaýtalanma sanynyň ulydygy aýdyň. Şonuň üçin [140] işde ojakdan görkezilen gaz alynmagy guýynyň toparynyň arasynda paýlaşdyrylýar.

Hasaplamalaryň mysaly

Mysal hökmünde planda tegelek kánler üçin hasaplamalaryň netijelerini getirýäris. Ol bölekli meňzeşdallige mahsusdyr. Sektoryň aralygynda meýdanlar boýunça geçirijilik koeffisiýentleri üýtgemeyär. P_{at} we T_{gat} getirilen gazyň garlary 21,6 mlrd.m3 düzýär; $m = 0,2$; $h = 10$ m (ähli guýylar üçin); $P_{baş} = 30$ MPa.

Gaz káni suwly batlandyryjy ulgamyň uzynlygy boýunça tükeniksizlige gabat getirilen, her sektorda 4 guýy boýunça 16 guýy bilen drenirlenýär. Guýynyň ýerleşme

nokadynyň töweregindäki durýan skobkadaky sifr olaryň koordinatalaryny aňladýar.

Her sektoryň aralygyndaky guýylaryň deň debitliligini çaklaýars. Diýmek her sektor üçin gaz alnyşyň maksimum gutarnykly koeffisiýentini üpjün edýän dört “Ortaký” guýyny tapylýar. Kände suwlaryň hereketi barada iki ölçegli mysaly işlenende birinji ýakyplaşmada ähli sektoryň guýysy boýunça jemi alynmagy deňölçegli paýlaşdyrylan diýip alynýar (ýylda Q_{gor} -dan 4,25 %). Torly meýdanyň öýjükleriň bellenen 1 sifri, $\Delta t = 730$ sut boş suwlanýar. Öýjükleriň bellenen 2 sifri 2 Δt wagat aralygynyň ahyryna suwlanýar we ş.m.

Sazlaşdyrylma syz özleşdirmegiň gaz alnyş koeffisiýenti $\beta = 63,02$ % düzülen. Soňky gaýtalanmalarda etilen gaz alnyş koeffisiýenti aýan edilen algoritmi reallaşdyrylanda $\beta = 67,8$ % deňlenýär. Diýmek, guýynyň debitini üýtgedip gutarnykly gaz alnyş koeffisiýentini maksimumlaşdyрма mümkin.

Hasaplamalaryň birnäçe beýleki netijelerde saklanýars. Aýratynlykda olaryň analizi indikileri görkezýär. Birinji nobatda sektorlardan gazy birmeňzeş alynmagy pursadynda I sektoryň guýylary suwlanýar. Şol sektor gowy kollektorlyk häsiýetine mahsusdyr ($k = 0,5$ mkm) soňky nobatda geçirijilik koeffisiýenti az bolan III sektoryň guýylary suwlanýar. Diýmek, çykaryjy guýynyň we gatlagyň suwlanma zonasynyň (sektorlarynyň) dinamikasynada kollektorlyk häsiýetiniň täsir edýänligi mälim.

III sektorda $10\Delta t$ pursada diňe bir (21,21) koordinataly guýy suwlanmak galýar. Ol Δt 11-nji interwalynyň başynda suwlanýar. Netijede bu ýerde gazyň uly didiwany galýar (21,2 MPa) ahyrky basyşynda). Bärde didiwan döremeginiň roly (gazyň makro tutulma göwrümi) gaz alnyş koeffisiýentiniň formalaşmanynda görner. gazyň galan ýitgileri suwyň gazy dolylygyna inteplemeýänligi baglanşykly ($\tilde{\alpha} = 0,8$ bolanda $\alpha_{\text{gal}} = 0,3$).

Känlerden gaz almagy paýlaşdyrma boýunça wariantlaryndan her guýy boýunça häsiýetlendirýär:

- kände ortaça basyşyň üýtgemeginiň dürli dinamikalar;
- guýyny suwsyz ulanmak döwürleriniň dowamlylygy boýunça tapawutlary;
- guýyny ulanmakdan çykarmak depgininiň tapawutlary;

- guýynyň suwlanyp başlama pursady bilen ojakdan gaz almagyň üýtgemeginiň dürli baglansyklary.

Ýaramaz kollektorlyk häsiýeti bilen gatlagyň zonalaryny has köp ölçegde derenirlenende has köp gaz alnyş koeffisiýentine ýetirýär. Bu gaz çykaryşyň birnäçe tehnologiýa görkezjilerini ýaramazlaşdyrmagyň bolup bilmegini aňladýarlar. Diýmek, diňe ykdysady ýagdaýy hasaby almak bilen suwly batlandyryjy düzgünde gaz känlerini özleşirmegiň dogry hasaplanan wariantyny bermek bolar.

Suwly batlandyryjy düzgünde känleri özleşdirmegiň sazlamagyň iň amatly wariantyny agtarmak munuň bilen gutarylmaýar. Gazly meýdanlarda guýynyň ýerleşme ulgamyny tapawutlanmagyny, ykdysady-tehniki görkezjileriň wariantlaryny derňemegi talap edýär. Gatlagyň galyňlygy boýunça kollektorlyk häsiýetiň meňzeş dälligini hasaba almakda, aýratynam aşaky suwlaryň bolmagynda aýratyn guýyda gatlagy almagyň iň amatly interwallaryny tapmak zerur.

7.3. Gatlaga gury gazy ydyna gapgarma prosessinde özleşdirmegi sazlamak

Gatlaga gury gazy yzyna gapgarmak prosessiniň islendik dürli görnüşlerinde prinsip esasly ähmiýeti çykaryjy we basgylaýjy guýynyň sarp edilýän sanyna, olaryň gazly meýdanlarda we olary ulanmagyň tehnologiýa düzgüninde we täsirinde nobatyna görizmegiň gurluşynda ýerleşmegine esaslanyp we saýlap bolýar.

Resirpulýasiýallar prosessinde gaz kondensat oýagyny özleşdirmek sazlamagyň aýratynlyklaryny dernäris. Gaz oýakdan tapawutlylykda gaz kondensat oýagyny özleşdirmegi sazlamagy çykaryjy we basgylaýjy guýynyň tehnologiýa düzgünleriniň hasabyna amala aşyrylýar.

Gatlakda özleşdirmek ulgamlarynyň elementini bellemegiň mümkindigini çaklaryş. Bu element bilen gury gazy gapgarmagyň meýdanlaýyk ulgamly we çykaryjy we basgylaýjy guýyny zypjyr görnüşinde ýerleşdirmek ýagdaý bilen gaz kondensat oýagyny özleşdirmekde gabat gelmek mümkin. Bu ýerde aýratynlykda kondensat almagyň galmagyna çenli koeffisiýentiň we tutulma koeffisiýentiň basgylaýjy guýy boýunça sarp edilýän gury gazy we çykaryjy guýy boýunça kánlerden gaz almagy paýlaşdymagyna baglansygy ýüze çykarmak başartýar.

Önümli gatlagyň seredilýän elementi kollektorlyk häsiýeti boýunça bölek meňzeşdalligi bolýar. Ol iki zonadan durýar. Her zonalaryň aralygynda meýdanlar boýunça geçirijilik we öýjüklilik koeffisiýentleri üýtgemeyän. Birinji zona gowy kollektorlyk häsiýetlerine eýedir (öýjüklilik koeffisiýenti $m_1 = 0.3$, geçirijilik koeffisiýenti $h = 2 \text{ mkm}^2$). Ikinji zona üçin laýyk parametrleri: $m_2 = 0.15$; $k_2 = 0.2 \text{ mkm}^2$. Diýmek I zonada gazyň garlary II zonanyň goryndan 2 esse artykdyr. Umumy gory 4.57 mlrd.m^3 deň. Birinji we ikinj zonalar özünde tutuş bir gaz dinamikasyny görkezýär.

Her zonany bir çykaryjy guýy drenirlenýär. Her zonada gaz göni bir basgylaýjy guýydan gapgarylýar. Çykarmagyň we almagyň jemi depginleriniň ähli wariantynda wagta görä birmeňzeş we üýtgemeyänligi kabul edilen. Gatlagyň elementiniň daşky çäginin hemme ýeri geçirmeýär. Basyş başlangyç derejede we 20 MPa -da saklanýar. Gazyň dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti $\mu = 0.01 \text{ mPa.s}$.

Gaz kondensat oýagyny özleşdirmegi sazlamagyň mysalyny takyk goýmada uly matematiki işlerine duşulýar. Şonun üçin derňelýän sazlama mysaly ulanylýan guýynyň

tehnologiki düzgünlerini, kondensat alynşynyň böwsülmegine çenli maksimumlaşdyrma koeffisiýentini tapylmagynda soňlanýar.

Mysallaryň goýmagyna laýyk gatlagyň basyşy üýtgemeyän derejede saklanýar. Diýmek, kondensat almagyň böwsülmegine çenli koeffisiýenti bilen bile ýagly gaz almagyň böwsülmegine çenli koeffisiýentine $\beta_{\text{ýag}} = Q_{\text{aln}} / Q_{\text{gor}}$ seretlik mümkin. $\beta_{\text{ýag}}$ koeffisiýentli soňrada gözegçilik ederis.

Gatlaga gury gazy yzyna gapgarma prosessi döwründe kondensat alnyşyň (ýaly gazyň) görkezilen derejesini çykaryjy guýynyň debitiniň we basgylaýjy guýynyň sarp edilmeginiň dürli gatnaşygynda reallaşdyrmak mümkin. Bärde debitiň we sarp edilýän gazyň gatnaşygy gatlagyň kollektorlyk häsiýetleri bilen laýyklykda gatlaklygy aýdyň. Şol wariantlardan başgada indikilere seretlik mümkin. Birinji çykaryjy guýynyň debitiň q_{r1} ikinji guýynyň debitine q_{r2} deň. birinji we ikinji basgylaýjy guýylaryň sarp edilmeleri q_{b1} , q_{b2} indiki baglanşyga laýyk gaýtadan paýlaşdyrylýar.

$$\frac{q_{b1}}{q_{b2}} = \frac{k_1 h_1}{k_2 h_2}; \quad \frac{q_{b1}}{q_{b2}} = \frac{k_2 h_2}{k_1 h_1}; \quad \frac{q_{b1}}{q_{b2}} = \frac{m_1 h_1}{m_2 h_2} \text{ we}$$

ş.m.

Analiz esasly içki wariantlar $q_{b1} = q_{b2}$ şerti alynmagynda çykaryjy guýy boýunça aňlatmak mümkin.

Ýagly gaz almak depginlerini aňladýan başlangyç derejede gatlagyň basyşyny saklamakda pesirkulýasiýasy gatlagu gury gazy gapgarmak depginine deňlenýär. Muňa garamazdan deslapky gaz dinamiki mysaly hakyky däl stasionary aňladýar. Bu ýagly we gury gazly zonalaryň wagta göreä üýtgeýänligini düşündürýär. Eger bu gazlaryň dykzlygy we şepbeşikligi birmeňzeş diýip alynsa, onda gatlakda basyşyň stasionarly paýlaşdymalarynda ýagly we gury gazlaryň arasyndaky bölegiň heretli çäginin mysaly işlenýär. basyşyň gözlenýän stasionarly paýlaşdyrylmagyna gazyň kadasyz süzülmeginiň differensial deňlemesini işlemegiň netijesinde

getirýaris ýönekeýleşdirmek üçin ideal gazy hasaplaýarys. Onda gatlakda basyşyň kadaly paýlaşdyrylmagyny tapmak üçin hökmany indiki deňlemäni işlemeli.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{kh}{\mu} \frac{\partial P^2}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{kh}{\mu} \frac{\partial P^2}{\partial y} \right) = 2mh \frac{\partial P}{\partial t} \pm 2P_{at} \sum_{v=1}^n q_v \delta(x - x_v) \delta(y - y_v)$$

indiki şert ýerine ýetirilende:

$$t = 0; \quad P = P_{baş} = \text{const}; \quad (x, y) \in G; \quad (7.13)$$

$$\frac{\partial p}{\partial n_o} = 0; \quad (x, y) \in \Gamma$$

Bu ýerde n_o - gatlagyň daşky çäGINE normal Γ ; G - integrirleme meýdany; plýus alamaty alynmakda, minus alamaty gatlakda gazy basgymakda goýulýar; galan bellikler umumy kabul edilýär.

Hasaplamalaryň analiziň netijelerini indiki soňlamalary etmäge ygtyýar berýär [137].

Gury gazyň ýagly gyzy iteklemegi özünde sazlanýan prosessiň ýeterlik ölçegini görkezýär. Çykaryjynyň debitiniň we basgylaýjy guýynyň sarp edilmeleriniň amatsyz gatnaşygy ýagdaýynda kondensat alnyşyň böwsülmegine çenli koeffisiýenti getirilen warianta laýyklykda 59 % ýokarlanmazlygy mümkin, kondensat alnyşyň böwsülmegine çenli has uly koeffisiýenti 79% düzýär.

Kondensat alynmagynyň böwsülmegine çenli maksimal koeffisiýenti (79 %) bilelikde ýaramaz häsiýetli kollektorly gatlagyň zonalarynda has köp gaz alynmagy we gury gazy has köp gatarylmagy bir wagta bolup genegine eýedir.

Öňki punktyň hödürlemelerini önäşdirmek kondensat alnyşyň böwsülmegine çenli koeffisiýentini maksimumlaşdyrmaga getirýänligi mälimdir, ýöne resirkulýasiýa prosessiniň ykdysady tehniki görkezjilerini ýaramazlaşdyrýar. Ýaramaz häsiýetli kollektor bilen gatlagyň zonasynda çykaryjy guýyny ýerleşdirmek guýyny sarp edilmeginiň uly sanyna we pes debitini alynmagyna getirýär. Kollektorlyk häsiýetiniň ýaramaz bolmagy bilen gatlagyň drenirlenýän zonalarynyň guýysyndan gaz almagyň güýçlendirilen depgini düýpwe üst basyşlarynyň pes

bolmagyna mahsusdyr. Şonuň üçin emeli sowadyjy dikmesiniň we GKS-nyň sarp edilýän kuwwatlylygynda utulmagyň mümkin.

Ýaramazlaşdyrylan kollektorlyk häsiýetli zonada basgulaýjy guýynyň ýerleşmegi basgylaýjy guýynyň uly sanyny berýär. Şeýle guýylarda gaz gapgarmagyň depginini güýçlendirmek basgylama basyşyň ýokarlanmagynyň zerurlygyna getirýär.

Aýdylap aýratyn wariantlary öňünden kesgitlemek kollektorlyk häsiýetiniň ýaramaz bolan gatlagyň zonasyndaky gury gazy gapgarmak we ýagly gazy almak prosesiniň güýçlenmek depgininiň kiçiligini häsiýetlendirýär. III we IV wariantlary goýmak III wariantyň artykmaçlygyny ýüze çykarýar. Bu wariantyň hemmesi kondensat almagyň böwülmegine çenli koeffisiýentiniň birmeňzeş ähmiýetiýerine eýedir.

Emma III wariant şonuň ýaly kondensat alynşyna ýeteri ýaly

$$\frac{q_{b1}}{q_{b2}} = \frac{q_{r1}}{q_{r2}} = \frac{k_2 h_2}{k_1 h_1} = \frac{1}{10}$$

gatnaşygyny ýeterlik saklanmagyny görkezýär. Kollektorlyk häsiýeti pes bolan gatlagyň zonasyndaky gazy almak we gapgarmak prosesleriniň soňky bolmaly ösmeklik depginini kondensat alnyşyň gözlenýän koeffisiýentiniň ösmegine getirmeýär.

III we IV wariantlary kollektorlyk häsiýeti ýaramaz bolan gatlagyň zonasyndaky gury gazy gapgarmagyň birmeňzeş güýçlendirmek depginini häsiýetlendirýär

$$\frac{q_{r1}}{q_{r2}} = \frac{k_2 h_2}{k_1 h_1} = \frac{1}{10}$$

gatnaşygy.

$$\frac{q_{r1}}{q_{r2}} = \frac{k_1 h_1}{k_2 h_2} = \frac{10}{1}$$

gatnaşyga galyşmak kondensat almagyň böwsülmegini çenli koeffisiýentiniň peselmegine getirýär.

Çykaryjy guýy boýunça debitleri önümlü berme kondensat alynmagynyň böwsülmegine çenli koeffisiýenti has köp peseltýär. Emma basgylaýjy guýy boýunça sarp edilýän gazyň önümlü işi resirkulýasiýa prosessleriň netijeliliginiň köp peselýänligini aňladýar. Başgaça aýdylanda uly ölçegde kondensat alynşynyň böwsülmegine çenli koeffisiýentinde gatlagyň zonasynda gury gazy gapgarmak prosessiň çalt landyrmak depgini, şol zonadan ýagly gaz alynmagynyň güýçlenmek depgininden täsirli. Eger,

$$\frac{q_{b1}}{q_{b2}} = \frac{k_2 h_2 m_2 h_2}{k_1 h_1 m_1 h_1} = \frac{1}{20}$$

bolsa, onda çykaryjy guýynyň debitleriniň gatnaşygynyň 1/20-den 20/1 üýtgemegi kondensat alynşynyň böwsülmegine çenli koeffisiýenti 79-dan 70% çenli peseltýär. Eger

$$\frac{q_{r1}}{q_{r2}} = \frac{k_2 h_2}{k_1 h_1} = \frac{1}{10}$$

basgylaýjy guýynyň debitleriniň gatnaşygy 1/10-dan 10/1-e üýtgeşe, onda kondensat alnyşyň böwsümmegine çenli koeffisiýenti 78-den 59 %-e çenli peseltýär. Gatlaga gury gazy yzyna gapgarma prosessiň görkezjilerine gatlagyň zonalarynyň arasyndaky göwrümlü prosessleri uly täsir edýär. Seredilýän wariantda I zonanyň guýylaryndan alynýan gazyň mukdary başlangyç goryndan 5-100 % tutýar. Drenirlenýän II zonanyň guýylaryndan alynýan gazyň mukdary II zonanyň gorynyň 8,4-22 % düzýär gapgarylan gury gaz göwrümüne ulanmaga degişli analiz esasly sifri almak mümkin.

Analiz edilýän wariantynda göwrümlü prosesleri artykmaç çylşyrymly aýratynlyklary bar. Köp warianty bilen kollektorlyk häsiýeti gowy bolan gatlagyň zonasy özünde “tanzitli” zonany gorkezýär. Bu gap garmak prosesiniň başynda II zonadan ýagly gazyň I zona girýänligini aňladar. Çykaryjy guýyly meýdanda I zonadan ýagly gaza II zona girýär. Soňra gury gaz II zonadan I zona girýär. Bu ýagdaýda çykaryjy guýyly meýdanda ýagly gaz I zonadan II zona girmegini dowam edýär. Göwrümlü gapgarma prosesiniň ahryna II we I zonalaryň arasyndaky proseslerde esasan gury gazyň hasabyna bolup geçýär.

Nähili ýagdaýda modeli hasaplamalaryň netijelerini real gaz kondensat ojagynda geçirmek mümkin? Mysallary işlemegiň indiki algoritm mümkinçilikli.

Birnäçe ýanyklaşmanyň netijesinde analiz esasly aýan edilen algoritm ulanmak bilen çykaryjy we basgylaýjy geçirijiliklik ululyklaryna tere proporsional guýylaryň arasyna laýyk gatlakda gury gazy gatarmak we ýagly gazy çykarmak derejeleri paýlaşdyrmakda özleşdirmegiň warianty tapylýar. Soňra birmeňzeş ýöne kollektorlyk häsiýeti ýazamaz bolan gatlagyň zonasyndan ýagly gaz almak we gury gazy gapgarmagy güýçlendirme depgininiň pesligi bilen içki wariantlara seretýäris. Seredilýän içki wariantlar üçin kondensat alnyşyň böwsülmegine çenli koeffisiýentinde 1-3% çenli tapawutlara ýetilende soň kollektorly häsiýeti ýaramaz bolan gatlagyň zonasyndan ýagly gazy almagy güýçlendirmek depginiň peselmegi boýunça içki wariantlary derňemek mümkin.

Derňelýän wariantlar we içki wariantlar kondensat alnyşynyň böwsülmegine çenli dürli koeffisiýentleri, çykaryjy we basgylaýjy guýynyň sarp edilýän sanyny, emeli gowadyş dipmesiniň we GKS-nyň sarp edilýän kuwwatlylyklaryny häsiýetlendirýär. Indiki tehniki ykdysady hasaplamalaryň netijesinde gaz kondensat ojagyňyň özleşdirmek bitewi warianta esaslanýar.

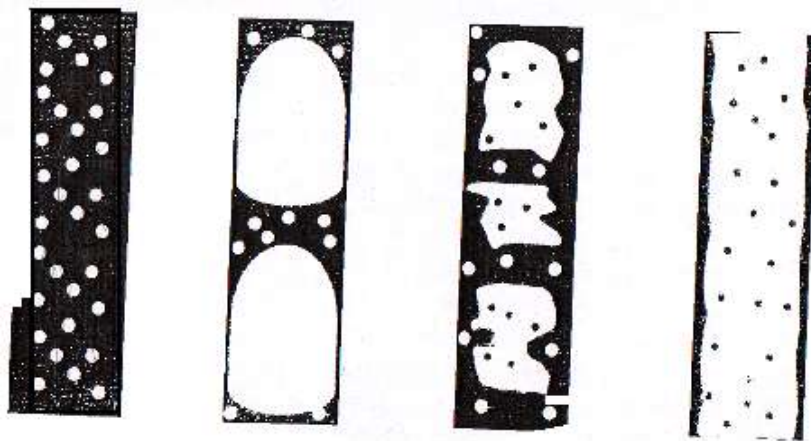
Basyşy saklamagyň derňelen wariantyna ulanmaga degişli tehniki ykdysady hasaplalar ýerine ýetirilen. Olaryň netijeleriniň analizi kollektorlyk häsiýeti ýaramaz bolan gatlagyň zonasynnda gapgarmagyň we çynanmagyň seredilýän çaltlandyrma depgininiň III wariantyň has netijeliligini görkezýär. Şeýle ýagdaýda gaz kondensat ojağyny özleşdirmegiň wariantyny saýlananda zerur ähmiýeti kondensat alynşyň jemi derejesi bolýar. Kondensat alynşynyň böwsülmegine çenli has uly koeffisiýentini özleşdirmegiň III warianty üpjün edýär. Ol tygşytlama nukdaý nazary bilen beýleki wariantlardan gowy.

Resirkulýasiýanyň bölekleyin prosessine ulanmaga degişli analiz esasly derňewi ýerine ýetirilen. Hasaplamalaryň netijeleriniň analiziniň esasynda ýaňy aýan edilmegine ýakyn soňlama edilýär [137].

Peýdaly gury gazy gatлага yzyna gapgarmakda gaz kondensat ojağyny özleşdirmegi sazlamak mysalyny işlemek üçin amatlaşdyrmagyň gradiýent usullarynyň esasynda metodiki hasaplamalary ulanmagy görkezýär.

VIII. GAZ GUÝUSYNDAKY KÖP FAZALY AKYM

Suwuklygyň gaz guýusynda özüni alyp baryşyny düşünjek bolsaň, onda hökman suwuklyk we gaz fazalarynyň turba akaýan mahallarynda özara täsir edýändiglerini bilmek hökmandyr. Kese trubada köp fazaly akym üçin akymyň esasan dört režimini tapawutlandyrýarlar. Akymyň režimi gaz şekilline suwuklyk fazalarynyň tizligi we gazyň we suwuklygyň akymyň her bir takyk nokadyndaky gazyň odnositel sany bilen kesgitlenýär. Işiň islendik pursatynda guýularda aşakda görkezilýän režimleriň biri ýa-da bir näçesiniň döremegi mümkin.



Surat 1. Kese köp fazaly akymyň režimleri.

- Köpürjige çenli düzgün – truba suwuklyk bilen doldurylan.

Boş gaz kiçi köpürçek görnüşde suwuklykdan ýokary galýar. Suwuklyk diwar üstleri bilen birleşýär, köpüjekler diňe onuň dykzlygyny azaldýarlar.

- Ýetkaly režim – gaz köpüjekleri giňelýärler we has uly köpükler bilen birleşýärler, soňra – probka girýärler.

Suwuklyk heniz hem üznüksiz faza bolup galýar. Probkanyň (dykynyň) daşyndaky suwuklygyň bardasy aşak akyp hem biler. Gaz şonuň ýalyda suwuklyk basyşyň gradiýentine uly täsir edip bilerler.

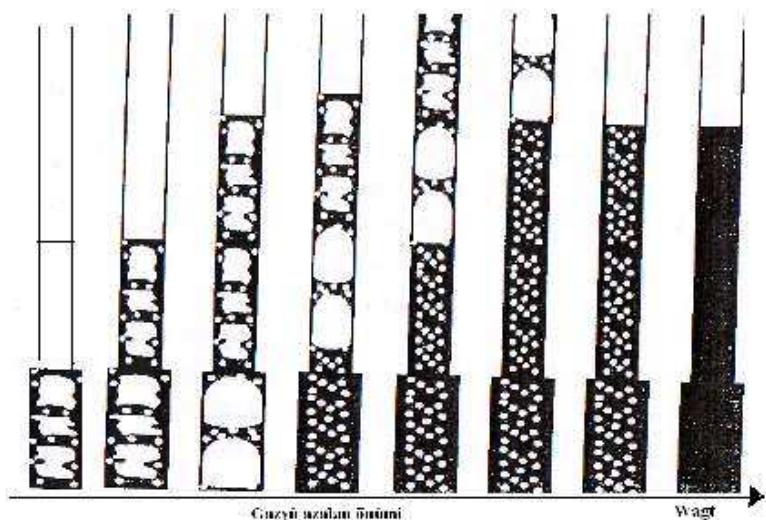
- Geçiş ýetkaly – halka režimi – akym üznüksiz suwuklyk fazasyndan üznüksiz gazly faza geçeninde üýtgeýär. Suwuklygyň bir az sany köpürjik görnüşinde gaz akymyna geçip biler.

Tumanly halka düzgüni – gaz fazasy tükeniksizdir, suwuklygyň uly bölegi gaz tarapyndan dispergirlenen görnüşde geçirilýär. Turbalaryň diwarlary ýuka suwuklyk barlasy bilen ýapylan hem bolsa, basyş gradiýanti esasy gaz akymy bilen kesgitlenýär.

Gaz guýusynyň işleýän döwrinde akymyň ýokarda agzalan düzgünleriniň bir näçesiniň ýa-da baryşynyň döremegi mümkin.

Çaklanyşy ýaly lift kolonnasynyň aşagy perforasiýanyň interwalynyň ortasyna ýetmeýär we şol ýerde gatlak oturdylan kolonna bilen ýapylandyr.

Ilki başda guýuda gazyň ýokary debiti bar, şonuň üçin lift kolonnasynda suwuklygyň dispergirlenen damjaly gaz akymynyň režimi bar. Ýöne lift kolonnasynyň aşagy perforasiýanyň interwalynyň ortasyndaky zonada akymyň düzgüni köpürjige çenli, geçişli ýa-da çetoçly bolup biler. Bagtyň geçmegi bilen debitiň peselmegi we gazyň hereketiniň tizliginiň azalmagy netijesinde perforasiýanyň deşiklerinden onuň üstüne çenli akymyň režimi üýtgeýär. Gazyň debitiniň üýtgemegi bilen suwuklygyň debitiniň köpelmegi mümkin. Suwuklygyň dispergirlenen damjaly gaz akymynyň režimi geçiş režimi döräp, şert üýtgeýänçe saklanar. Şol wagt guýynyň iş režimi çyotka režimine geçmegi zerarly durnukly bolmaz, gazyň akymynyň tizligi peseler.



Surat 2. Wagtyň geçmegi bilen gaz guýularynda akymyň düzgüniň üýtgeýşi.

Bu geçiş gazyp alynýan gazyň pese gaçyş depgininiň tizlenmegi bilen häsiýetlendirilýär. Mundan beýläk gazyň harçlanmasynyň pese gaçmagy akymyň dikelmedik çetoçli režimi stabilizirlenýär, netijede, durnukly debiti üpjün edýär.

Bu haçanda gazyň tizligi çenden aşa az bolanda, suwuklygy üstüne çykarmak üçin ol suwuklygyň hereketsiz deregi boýunça köpüjekler görnüşinde ýöne ýokary galýar. Eger-de hiç hili çäre görülmese, öndürijilik peselmegini dowam eder (guýy öçer). Suwuklygyň ýygnaľmagy üçin şerti bar bolan gazyň akymy uzak wagtlaýyn saklanyp biliner, gaz suwuklygy ýokary çykarmazdan suwuklygyň içi bilen ýokary galar.

8.1. Näme üçin guýuda suw üýşýär (ýygnalýar)

Haçanda ýeterlik ýokary tizlikde gaz ýokary hereket etse, onda ol suwuklygy hem özi bilen ýokary çykarýar.

Gazyň ýokary tizligi suwuklygyň az dispers halyndaky akym režimini üpjün edýär. Bu akymdaky suwuklygyň pes göwrüm paýynyň bolmagyna getirýär. Ştata arasyndaky nebit-gaz koordinirleýji komissiýanyň maglumatyna görä (Luterstate Oi and Gas Compsact Commission) Amerikadaky az debitli nebit guýularynyň 411793 sanysynyň orta öndürijiligi 2,16 wkl/gije-gündiz nebit, 223707 az debitli gaz guýularynyňky bolsa – 15,4 mün.fut3/g.g. Az debitli peýdaly çäkke işleýän guýular üçin üýşýän suwuklygyň göwrümine we optimizirlenmegine baglylykda guýynyň mundan beýläk işlemegi we ýa-da onuň durmagy mümkindir.

Suwuklyk diňe az debitli guýularda ýygnalman, eýsem ol uly diametrli lift kolonnaly ýa-da guýynyň agzyndaky basyşy ýokary bolan mahalynda ýokary debiti bolan guýulardada ýygnalyp biliner. Akymy has ýokary tizlikli çüwdürümli guýularda basyşyň pese gaçmagy mümkin, ýöne gazyň ýokary debitinde guýynyň sütüninde suwuklyk tarapyndan döredilýän basyş ýitgisi otnositel azdyr. Işçi kolonnasynda gazyň tizligi wagtyň geçmegi bilen aşak gaçyp başlaýar, gazyň çykarýan suwuklygynyň tizligide öňkidende tiz pese gaçyp başlaýar.

Netijede turbalaryň diwarlaryndaky sürtenmäniň häsiýetide üýtgeýär we suwuklyk dykysy emele gelip, guýuda suw ýygnalýar. Bularyň barysy akymdaky suwuklygyň paýyny köpeldýär.

Işçi kolonnasynda suwuklygyň göwrüminiň köpelmegi guýynyň öndürijiligini peseldip, ýa-da doly duruzyp biler. Temperatura we basyş peselende gaz akymynyň üstünde uglewodorodyň kondensirlenmegi mümkin (kondensat) we suw. Bir näçe halatlarda suwuklygyň guýynyň sütünine düşmegi hem mümkin.

Gaz guýularyndan suwuklygy aýyrmagyň köp usullary suwuklygyň gelýän çeşmelerine bagly dälär.

Ýöne seredilýän usul ilki başdan kondensasiýa tarapyndan döredilýän problemany çözmäge çagyrylandyr. Biz hut kondensasiýanyň suwuklygyň guýularyň düýbinde üýşmeginiň esasy sebäpkäridigini göz ýetirmelidiris.

8.2. Suwuklygyň üýşmegi (ýygnaľmalygy) zerarly döreýän problemalar

Suwuklygyň üýşmegi akymyň tertipsiz (haotiki) çýotoçly režimine getirmegi ýa-da guýynyň öndürilijiligi peseltmegi mümkin. Eger-de suwuklygy tükeniksiz yzygiderli aýyrmak, onda guýynyň durmagy ýa-da mümkinçilik debitinden pesde işlemegi mümkin.

Eger-de gurydan suwuklygyň uly bölegini ýa-da barysyny üznüksiz çykarmaga gazyň tizligi ýeterlik derejede ýokary bolsa, onda gatlakdaky basyş we guýynyň debiti durnukly deňagramlykda bolar.

Eger-de gazyň tizligi çenden aşa pes bolsa, lift kolonnasyndaky basyş gradiýenti suwuklygyň üýşmegi zerarly köpelýär. Gatlakdaky basyşa garşy güýjiň köpelmegi guýa gelýän gazyň akymynyň depgini peselýär we suwuklygy üznüksiz aýyrmak üçin gerek bolan “gaz akymynyň kritiki tizligi” diýen pursaty üpjün etmegi mümkin. Guýynyň sütüninde uly suwuklyk üýşer we gazylyp alynýan ýerde basyşyň köpelmegi gazyň gazylyp alnyşyny azaldar we guýynyň durmagyna alyp barar.

Guýynyň içiniň ahyrynda suwuklygyň derejesi perforasiýa deşiklerinden ýokarda bolmagy mümkin, gaz köpürçek görnüşinde onuň galyňlygynyň üsti bilen ýokary galar. Şol pursatda gazyň gazylyp alnyşy azalýar, ýöne debiti durnukly, diýmek umumy aýdylanda, biziň seredýän guýumyz az debitli, suwuklyk az ýygnaľýan guýularyň hataryna girýär.

Ähli gaz guýularynda suwuklygyň bar ýerinde, ýataklaryň ejizlenmegi bilen, ahyrynda suw üýşmesi bolar. Eger-de gazyň tizligi az bolsa, onda bu ýagdaý örän ýokary gaz suwuklyk faktorly we suwuklygy pes debitli guýulardada bolup biler. Bu ýagdaý pes debitde işleýän we lift kolonnasynda gazyň pes tizligi bilen häsiýetlendirilýän, dykyz azsyzdyryjy gatlaklary gizleýän gaz guýulary üçin mahsusdyr.

Bir näçe guýular gutarlandan soňra uly diametrli turbalar boýunçada gazyň epesli debitini üpjün edýärler. Suwuklygyň üýşmek (ýygna almak) problemsy we önümçilik meselelerine garamak we olary çözmek meselelerine Yi we Taýge, hem-de Libson we Genriniň işleri bagyşlanandyr.

8.3. Suwuklygy aýyrmagyň (ýok etmegiň) usullary

Suwuklygy gaz guýularyndan aýyrmagyň mümkin bolan usullary aýratynlykda ýa-da goşmaça laýyn, özara kombinirlenen görnüşde ulanylyp biliner. Bu usullar azdan – köpden statiki gatlak basyşyny hasaba alýar. Getirilen usullaryň her biri düýpli, doly mukdarda seredilýär. Bu ýerde pakerden pese suwy sordyrmak üçin nasoslary ulanmak we netijede gazyň turbaarasyndaky giňişlikde hereket etmek mümkinçiligini döretmek, ýer asty suwlary ştanga nasoslary we ESN nasoslary bilen sürüp aýyrmak ýaly usullarynda seredildi. Belli bir ykdysady aspektlerine çuňňür seredilmeýär.

Öptimal wariant diýilip, haçanda uzak wagtyň dowamynda ykdysady taýdan has netijeli usula aýdylýar. Optimal warianty saýlap almak we ony meňzeş ýer ýataklarynda ulanmak, olarda ygtybarly enjamlary goýmak, hyzmat ediji personallar (işçiler) üçin amatly şertleri döretmek bu esasy meseleleriň biridir, olara seredeliň:

- ýer gatlagyndaky basyş > 1500 psi (funt/dýuým²);
- guýudaky tebigy akymyň optimal parametrlerine baha beriň;

- süýkenme effektini we suwuklygyň gelejekdäki üýşmesini hasaba alyp, lift kolonnasynyň diametrini bahalandyrmak üçin düwrünli derňew usulyny ulanyň.

Nasos-kompressor turbalaryň maýyşgak kolonnasyny ulanmagyň mümkinçiligine seredeliň.

Agyzdaky turba (ýa-da bufer) basyşyna baha beriş we maksimal gazyp almagy üpjün edýän onuň iň az bahasyny kesgitleň.

Turba arasyndaky giňişlikde ýa-da şol bir wagtda turba arasyndaky we NKT giňişlikde süýkenmedäni basyşyň ýitgisini azaltmak maksady bilen gazy ýokary galdyrmagyň mümkinçiligine seredeliň.

Ýer gatlakdaky basyş 500 we 1500 psi.

- pes basyş ulgamy, plunžerli lift;

Az diametrli lift kolonnasy;

Agyzdaky basyşy azaltmak;

Akymy gysga döwürleýin yzygiderli sbabirlemek;

Guýyny gaz bilen üflemek (ekologiki taýdan zyýanly);

ÜAM-y gaty (lift kolonnasynyň üsti bilen özenleri taşlamak) ýa-da suwuk görnüşde (lift ýa-da oturtma kolonnasynyň üsti bilen basyp doldurmak) girizmek;

- Ýer asty basyşy suw doldurmak ýoly bilen köpeltmek;

Gatlakdaky basyş 150 we 500 psi;

Pes hereketli ulgamlar;

Plunžer lift – uly diametrli nasos-kompressor turbalary bilen işläp bilýär;

Uly diametrli nasos-kompressor turbalary;

Agyzdaky basyşy peseltmek;

Üstki – aktiw madda;

Sifon turbalary (adaty uly diametrli);

Sorup aýyrmak sazlaýjyly ştanga nasoslary;

Döwürli gaz lifti;

Damjaly guýy nasosy ýa-da gidroporşenli nasosy swabirlemek;

Basyşy saklamak üçin suwy gatlagı girizmek gysyp guýmak;

- örän pes basyşly ulgamlar (gatlak basyşy < 150 psi);
- ştangaly nasoslar;
- aýratyn halatlardaky plunžerli lift;
- sifon turbalary;
- agyzdaky basyşy azaltmak;
- döwürleýin lift;
- damjaly guýy nasosy ýa-da gidroporşenli nasosy;
- swabirlemek;
- basyşy sanlamak üçin ýer gatlagyna suwy sordyrmak.

8.4. Gazy alýan guýulardaky suwuklyk çeşmeleri

Köp gaz guýularynda diňe gaz gazylyp alynman, kondensat we suw hem alynýar. Eger-de ýer asty gatlak basyşy gurow nokadyndan pese gaçsa, onda kondensat gaz bilen bile suwuklyk görnüşinde alynýar, eger-de ýer asty basyşy gyraw nokadyndan ýokarda bolsa, onda kondensat guýynyň sütünine bug fazaly görnüşde gaz bilen bile gelýär we lift kolonnasynda ýa-da separatorda suwuk hala geçýär.

Alynýan suwuň bir näçe çeşmesiniň bolmagy hem mümkin:

- suw peýdaly gatlakdan ýokarda ýa-da aşakda bolýan suw nasos zonasından gelip biler;

- eger-de gatlakda suw batlaýjy režimi dörese, onda gatlakda hereket edýän suw iň soňunda guýynyň özünine gelip ýetýär;

- suw guýynyň özünine (sütünine) başga bir peýdaly zonadanda gelip biler (onuň bu gaz gatlagynda daşda bolmagy mümkin bolan);

- bagly bolmadyk gatlak suwy gatlakdan gaz bilen bile çykmagy mümkin;

- suw we (ýa-da) uglewodorod guýynyň sütünine bug fazasy görnüşinde gaz bilen bile gelmegi mümkin we ol lift kolonnasynda kondensirlenýär.

Suwlanma konusynyň döremegi

Eger-de gazyň debiti ýeterlik ýokary bolsa, onda gaz özi bilen aşagy suwly bolan zonadan suwy çykarmagy mümkin.

Kese guýuda aşagy suwly zona bilen gazyň aralaryndaky zonada basyşyň az gradiýenti bar, ýöne uly debitlerdede şeýle ýagdaýyň döremegi mümkin, ýöne olara adaty “suwlanmak konusynyň döremegi” diýilmän, “GWK-nyň kese guýulara çekmek” diýilýär.

Suw nasos zonasyndandaky suw

Gatlakdaky basyşy suw äkidiji gorizontdyň hasabyna saklamak iň soňunda guýynyň sütünine suwuň gelmegine getirýär we gazylýan ýerde suwuklygyň ýygnalmagy bilen bagly problemalary döredýär.

Başga zonadan suwuň gelmegi

Eger-de guýy açyk ösen bilen gutarsa ýa-da birnäçe interwala perforirlense, onda oňa başga interwallardan suwuň gelmegi mümkin. Bu ýagdaýdan peýdalanyp bolar, eger-de suw nasos zonasy gaz gatlagyndan pesde ýerleşse. Nasosyň kömegi bilen ýa-da suwuň agramlyk güýjini ulanmak arkaly aşakdaky görkeziljek interwallara suw berip bolýar, bu bolsa hiç hili problemsyz gazyň ýokary galmagyny üpjün edýär.

Bagly bolmadyk gatlak suwy

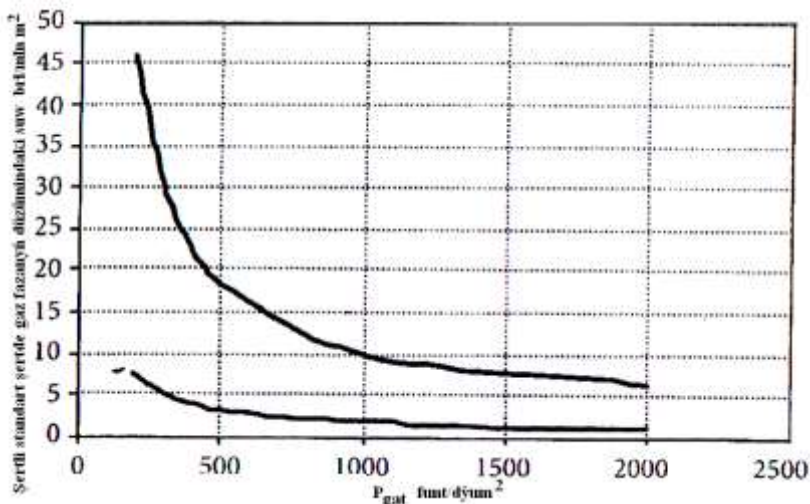
Suwy döredýän islendik çeşmedäki suw sütüne gaz bilen bile perforasiýa deşiginiň üsti bilen gelip biler. Bu ýagdaý inçe gaznasosly we suwnasosly gatlagyň gezekleşmegi ýa-da sebäplere görä döremegi mümkin.

Kondensasiýa suwy

Eger-de guýa doýan ýa-da bölekleyin doýgun gaz gelse, onda perforasiýa deşiginiň üsti bilen hiç hili suwuklyk geçmeýär, ýöne stwoldan ýokarda kondensasiýa prosesiniň döremegi mümkin.

Bu proses lift kolonnasynda basyşyň ýokary gradiýentiniň giňelmek ýagdaýyny döredýär, ondan başga-da suwuklyk aşak hem akyp biler we perforasiýa deşiginiň ýokarsynda ýa-da peýdaly (önümlü) interwalda üýşer.

Biziň her birimiz atmosferada buguň kondensasiýasy netijesinde suwuň döredýän prosesini görüp bileris. Basyşyň we temperaturanyň islendik ululygynda belli bir derejedäki suwuň bugunyň sany atmosfera gazlary bilen deňagramlykda bolýarlar. Temperaturanyň pese gaçmagy ýa-da basyşyň galmagy bilen deňagramly suw bugunyň sany azalýar we şol deňagramlygy saklamak üçin artykmaç suw bugy kondensirlenýär we suwuk fazany döredýär. Temperatura galanda ýa-da basyş peselende boş suw bugarýar we deňagramlygy saklamak üçin bug görnüşli faza geçýär.



Surat 3. Tebigy gazdaky suwuň erginleri.

Edil şonuň ýaly bolup uglewodorod gazy hem geçýär.

Berilen gatlakdaky basyşda we temperaturada gazylyp alynýan gazda suw bugunyň belli bir mukdarynyň bolmagy mümkin. 3-nji suratda suwuň tebigy gazdaky erginliliginiň suwuň we gazyň görüminiň standart şerte getirilen gatnaşygy bilen aňladylýan mysaly getirilýär.

Haçanda gatlakdaky basyşyň 500 funt/dýum² pese gaçanyndaky gazda suwuň mukdarynyň çalt ösüşini görmek bolýar. Suw, bug fazasynda tä temperatura we basyş üýtgeýänçä we oblastyň çygyň nokadyndan pes oblastyna gelyänçe saklanar. Eger şol ýagdaý bolsa, onda suwuň bugynyň bir bölegi suwuk faza geçär.

Uglewodorod kondensaty

Suwuk uglewodorodlarda bug fazasy görnüşde guýa düşüp bilerler. Eger-de gatlakdaky temperatura krikondentermadan ýokary bolsa, gatlakda suw bolmaz, ýöne ol damjajyk görnüşde guýynyň sütünine düşüp biler.

Hatda gazyň akymynyň tizligi kondensirlenýän çyglygy aýyrmak üçin, ýeterlik bolýan hem bolsa, onuň ilkinji dörän ýerindäki guýynyň sütüninde poslama bilen bagly problemanyň döremegi mümkin. Kondensirlenen suwda duzuň gatlakdaky suwdakydan az bolmaly ýa-da düýpden ýok bolmagy netijesinde ony identifisirlemek has ýeňildir. Adaty, biz kondensasiýadan öň bug fazasynda bolýan suwy arassa diýip hasap edýäris.

Mysal 1.1. Tebigy gazda suwuň erginliligi.

Aşakda gaz gazyp alýan guýynyň gatlakda gutaran, başdaky gatlak basyşy 3500 funt/dýum² we temperaturasy oE, agyzdaky basyşy we temperaturasy 150 funt/dýum we 100 OE. Bu guýynyň agzyndaky şert üýtgemän galýar diýip hasap edýäris (8.1-nji tablisa).

8.1-nji tablisa

Tebigy gazda suwuň erginleri

Ýerleşýän ýeri	Basyş, funt/dýum ²	Suwuň gazdaky mukdary (standart şertdäki)	Lift kolonnasynda kondensirlenýän suwuň we gazyň göwrümi
Üstünde	150/100	0,16	-
Gatlakda	3500/200	0,73	0
Gatlakda	1000/200	1,75	0,19
Gatlakda	750/200	2,22	1,36
Gatlakda	500/200	3,17	2,31
Gatlakda	250/200	6,07	5,21

Gatlakdaky basyşyň aşak gaçmagy bilen lift kolonnasyndaky kondensirlenýän suwuň göwrümi köpeliýär. Sebäbi gatlakdaky basyş aşak gaçanda gazyň debiti azalýar, biz gaz debitiniň peselmeginiň suwuklygyň köpelmegine

getirýändigini görýäris, netijede hökman suwuklyk üýşýär. (ýygnalýar).

8.5. Gaz guýularynda suwuklygyň ýygnalmagynyň alamatlaryny ýüze çykarmak

Gaz guýusynyň işlemeli möhletinde gazylyp çykarylýan suwuklygyň göwrümi köpeler we gazylyp alynýan gazyň göwrümi – azalýar. Şeýle ýagdaýlar sütünde suwuklygyň ýygnalmagyna alyp bolýar. Bu ýagdaý guýy gutarnykly durýança ýa-da ol durnuksyz az debitli iş derejesine gelýänçe dowam eder.

Irki çaklamalar dogry bolanynda gazy gazyp almakdaky ýitgini, köp sanly usullaryň içinden guýulardan suwuklygy mehanizirlenen usul bilen aýyrmak usulyny ulanyp, azaltmak (minimizirläp) bolar.

Başga bir tarapdan guýynyň sütünindäki suw üýşmeligini öz wagtynda ýüze çykarylmasa, gazylyan ýerde suw üýşer, ol guýynyň golaýyndaky zonada düzedilip bilinmejek negatiw ýagdaýlary döreder. Şonuň üçin suwuklygyň ýygnaýan alamatlary ýüze çykarmak örän wajypdyr.

Bu bölümde gaz guýusynda suwuklygyň ýygnalmagynyň alamatlaryny ýüze çykarmak, kesgitlemek meselelerine örän köp üns berilýär we olaryň iş ýüzünde gazyň çykarylýan ýerlerinde barlamak maslahat berilýär.

Aşakdaky görkezilýän alamatlar suwuklygyň guýynyň teýinde üýşýändigini görkezýär:

- özi ýazyjy difmanometriň – harjy ölçeýjiniň seljerýän basyşynyň üýtgemegi (böwüsmegi);
- gazyň alnyşynyň bir meňzeş dældigi we onuň gazyp alynýş depgininiň peselmeginiň köpelmegi;
- haçanda turbanyň daşyndaky basyş galand, nasos-kompressor trubkalarynda basyşyň pese gaçmagy;

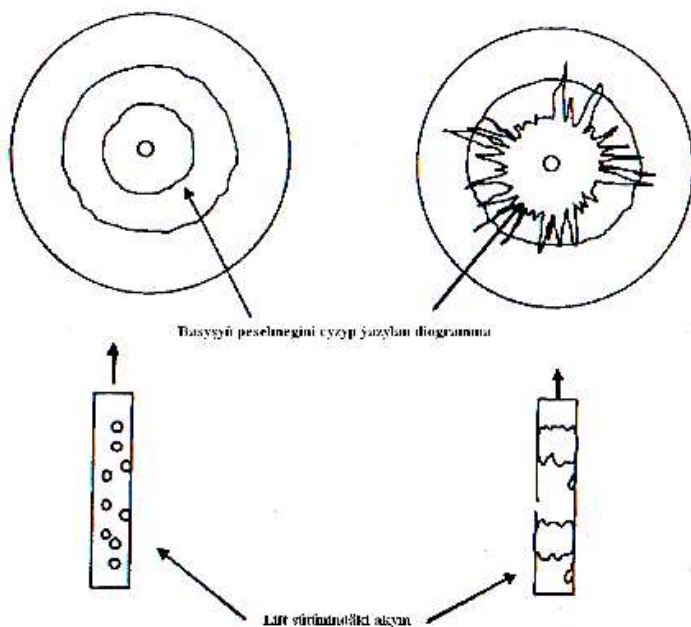
- guýynyň sütüni boýunça basyşyň üýtgeýşi synlananda basyşyň gradiýentiniň çalt, tiz üýtgeýändigini görnüşär;
- trubadan daşardaky giňişlikde suwuklygyň derejesiniň galmagy;
- suwuklygyň çykarylmagynyň kesilmegi.

Guýynyň agzynda (töwereginde) basyş endigansyzlygynyň barlygy

Suwuklygyň üýşýändigini bilmek üçin giňden ulanylýan usullaryň biri hem gaz senagat kärhanasyndaky maglumatlary awtomatlaşdyrlan ulgam arkaly ýygnamak ýa-da iki kanally öziýazýan manometriň kömegi arkaly ýazmakdan ybaratdyr. Bu gurnama gazyň debitiniň ölçenýän bahasyny wagta görä ýazýar. Haçanda guýudan suwuklyk çykarlanda, ol sütünde ýygnaýar, bu suwuklyk gazyň akymynda uşajyk damjajyklar görnüşinde bolýar (dispers fazasynda) we diafragmadaky basyşa az kem täsir edýär. Haçanda ölçeg diafragmasy boýunça suwuklyk dykylmasy geçende, suwuklygyň otnositel ýokary dykyzlygy basyşyň endigansyzlygyny döredýär.

Basyşyň pese gaçýşynyň endigansyzlygy öziýazyjynyň diafragmasynda guýynyň sütüninde ýa-da taşlandy liniýasynda suwuň üýşýändigini we onuň ýokary dyky görnüşinde çykýandygyny görkezýär, netijede guýynyň durnuksyz işlemegine getirýär.

Bu hadysa 4-nji suratda görkezilýär. Ol ýerde ikikanally özi ýazyjynyň diagrammasy getirilendir: çepdäki şekil – suwuklygyň laýyk alynýan guýysy, ýagny dispers fazaly görnüşinde çykýan görnüşini aňladýar; çagdaky şekil – suwuklygyň ýygnaýp başlanýan guýysyny (suwuklyk dykysy döredýär) şekillendirýär.



Surat 4. Akym režiminiň basyşynyň üýtgäp durmagyna edýän täsiri.

Haçanda guýynyň sütüninde suw ýygnalyp başlananda özi ýazyjynyň hasaba alýan basyşynyň endigansyzlygy has tiz tizden bolýar. Iň soňunda agyzdaky turba basyşy peselip başlaýar, sebäbi suwuklyk diregi gatlak depressiýasyny çäklendirýär, gazyň debiti uly tizlikde peselip başlaýar.

Şeýle tiz pese gaçyş we töwerekdäki turba basyşynyň azalmagy, iki kanally özi ýazyjynyň “üzük-ýyrtyk” diagrammalar ugradylmagy suwuklygyň ýygnalyp başlaýandygynyň alamatydyr. Diagramma guýuda suwuklygyň uly derejede ýygnalan ýagdaýyny suratlandyrýar.

Haçanda suwuklygyň ýygnalýan ýagdaýy az – kem gowulandyrlan wagtyňy görkezýär, netijede güýçli bolmadyk we az – kem deň endigansyzlygy bar bolan guýynyň işleýşini görkezýär.

Gazyp almagyň peseliş gytagyň derňewi

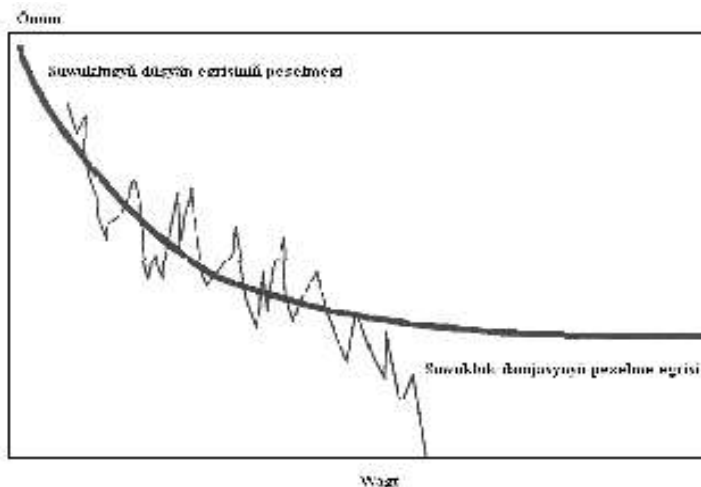
Guýuda gazyp alnyşyň peselişini görkezýän gytagyň şekili suwuklygyň ýygnaľmagy bilen bagly problemadygyny görkezýär. Gazyp alnyş peselmeginiň umumy tendensiýasyny kesgitlemek üçin gytagyň üýtgemeginiň wagt boýunça häsiýetini derňemeli bolýarys.

5-nji suratda gazyp alnyşyň peselmeginiň iki gytagy görkezilýär. Gazly gytak – diňe bir gazyň laýyk gazylyp alnyşyny we gatlagyň laýyk ejizleýşini häsiýetlendirýär. Tiz pulsirlenýän gytak – suwuklygyň ýygnaňandygyny aňladýar. Şu ýagdaýda guýy has ir öçjekdigine (durjakdygyna) şaýatlyk edýär.

Üçünji gytak (ýapaşan) gaz gazyp alnyş köp wagtyň dowamynda bolup, suw ýygnalýar, ol bar bolan gytakdan birden üýtgäp, has ýapaşak çzyk çyzýar. Netijede şol gytaga görä guýy başdaky meýilleşdirilen möhletinden öň durar (döwüler). Suwy aýyrmagyň bu usuly gazy gazyp almagy dikeltmek, ýokarlandyrmak we guýynyň ilkinji pes gytakly ornuna getirmekden ybaratdyr.

Nebit (gaz) gazyp alnyşy pesellýändigini görkezýän gytak – bu suwuklyk ýygnaľmagynyň yzykesilmez indikatorydyr.

Ýuwaş-ýuwaşdan pese gaçýan gytak – suwuň ýoklugyny aňladýar. Egri – bugry gytak – gazyp alnyşyň pes mahalyndaky suw ýygnanyşygyny görkezýär.



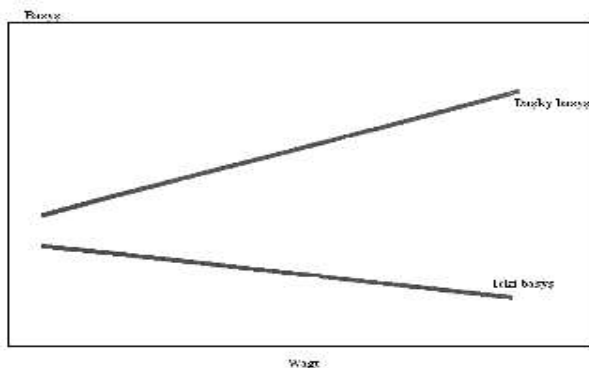
Surat 5. Gazyp almak gytagyňyň derňelişi

Trubadan daşky giňişlikde basyşyň ösýän mahalyndaky lift kolonnasyndaky basyş ýitgisi

Eger-de zaboýda suw ýygnalyp başlasa, onda suwuklyk sütüniniň gatlag bolan goşmaça basyşy agyzdaky (töwerekdäki) turba basyşynyň peselmegine getirýär. Suwuk fazanyň alynmagy köpelen mahalynda gaz bilen çykýan goşmaça suwuklyk basyşyň gradiýentini lift kolonnasynda köpeldýär, gatlakdaky basyşa garşylyk köpeliýär we agyzdaky turba basyşyny azaldýär. Paker bilen enjamlandyrylmadyk guýuda lift kolonnasynda suwuklygyň bolmagy turbadan daşarky agyzdaky basyşyň has ýokary mahalynda akymyň depgininiň peselmegi bilen düşündirilýär. Gatlakdan guýa gelýän gaz turbadan daşky giňişlige çyzýar (geçýär) (lift we oturtma kolonnalaryň arasyndaky halkaly giňişlik) (6-njy surat).

Bu gaza has ýokary gatlak basyşy täsir edýär, agyzdaky turbadan daşary basyşyň köpelmegine alyp barýar. Şeýlelikde, lift kolonnasyndaky basyşyň azaltmagy we basyşyň köpelmeläýklygy suwuklygyň üşýänliginiň alamatydyr.

Lift kolonnasynda suwuklygyň ýygnaľmagy suwuklyk ýygnaľmagyça turbadan daşarky ösýär, turbadaky basyş bolsa peselýär turbanyň daşyndaky basyş



Surat 6. Turbadaky we turbanyň daşyndaky basyşyň üýtgemegi (oturtma kolonnasynda) suwuň ýygnaľandygynyň alamatydyr.

Guýynyň liftli kolonnasynda basyş gradiýentini turbadaky we onuň daşyndaky basyşlaryň tapawudyny ölçemek ýoly bilen bahalandyryp bolar (pakersiz).

Pakersiz işleýän guýularda boş gaz suwuklykdan guýynyň sütüninde bölünip aýrylýar we turbanyň daşyndaky giňişlige galýar. İşleýän guýudaky suwuklygyň derejesi liftli kolonnanyň aşaky ujynda galar.

Durnuksyz akynda guýudaky suwuň derejesi turbanyň daşyndaky giňişlikde wagtal-wagtal lift kolonnasynyň başmagyndan ýokary galýar, soňra ýene-de aşak goýberilýär. Oturtma kolonnadaky gaz direginiň agramyny hasap üsti bilen hasaplamak ýeňildir. Turba we turbadan daşarky basyşlaryň tapawudyny guýudaky gury gazyň basyşynyň gradiýenti bilen deňeşdirlende, biz lift kolonnasyndaky basyşyň has ýokary gradiýentini kesgitläp bileris. Bu ýagdaý, bu kolonnadaky suwuklygyň köpelmegi we zaboýda suwuklygyň üşmeginiň netijesinde döreýär.

8.6. Guýynyň boýy boýunça basyşy ölçemek – bu lift kolonnasyndaky suwuklygyň derejesini kesgitlemegiň usulydyr

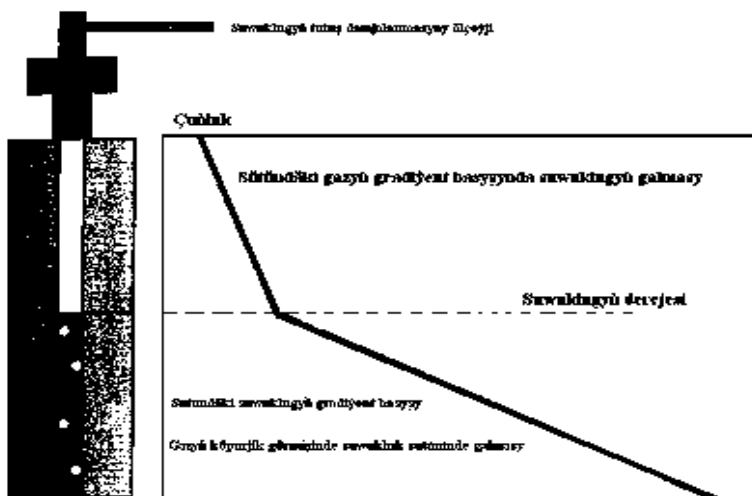
Boýy boýunça dianmiki we statiki basyşlaryň bölünişini ölçemek ähtimal gaz guýusyndaky suwuklygyň derejesini kesgitlemegiň iň takyk usulynyň biri bolmagy mümkin, diýmek ol guýuda suwuklygyň ýygnaýandygyny çaklaýjy usulydyr. Bu usul işläp duran we duruzylan guýulardaky basyşy guýynyň borynyň uzunlygy boýunça ölçemekden ybaratdyr. Basyşyň ölçeyän gradiýenti sredanyň dykyzlygyna we guýudaky çuňluga göniden – göni baglydyr.

Gazyň dykyzlygynyň suwuň dykyzlygyndan has pesligi zerarly ölçenýän basyş gradiýentiniň gytagy tiz ýagdaýda gytaklygyny üýtgedýär. Gaz üçin basyş gradiýenti dispers suwuk fazanyň onda bolmagy zerarly, ol ýokarydyr, emma suwuklyk üçin – onda gazyň barlygy sebäpli pesdir.

Duruzylan gaz guýusyndaky suwuklygyň derejesini hem akustiki dereje ölçeýjisi bilen ölçenýär.

Guýynyň liftli kolonnasyndaky garyntdylaryň hereketiniň netijesinde olardan gazyň we suwuklygyň alynýandygyny edil iki fazaly çylşyrymly akym hökmünde häsiýetlendirilýär, onuň režimi akymyň tizligine we fazalaryň gatnaşygyndan kesgitlenýär. Haçanda ölçenen basyş gradiýenti çyzykly bolmasa we çuňluga baglylykda tükeniksiz köpeliýän bolsa, onda diňe şonuň ölçeginiň netijesinde suwuklygyň ýygnaýandygyny ýüze çykarmak mümkindir.

Şeýle ýagdaýda suwuklygyň ýygnaýandygyny anyklamak üçin ýa-da gaýtadan, başga şertlerde ölçeg geçirmeli ýa-da aşakdaky aýdylan usuldan peýdalanmaly (basyş gradiýentini hasaplamak usuly).



Surat 7. Basyş gradiýentiniň üýtgeýiş prosesiniň shema arkaly şekillendirlişi.

Köp halatlarda basyş gytagyň düwüni lift kolonnasynda suwuklygyň sütüniniň bolmagy bilen ýüze çykmagy az diametrli turbadaky akymyň has ýokary tizligi bilen duýulýan däldir. Az diametrli turbalardaky goşmaça basyş ýitgisi iki fazanyň çäginde döreýän sürtülme egrelme nokadyny “gizlemegi” mümkin. Uly diametrli turbalardaky sürtülme esasynda döreýän ýitgi adaty pes bolar, şoňa görä-de gaýtadan egrelme nokady has ýagty aňladylýar.

Bir näçe guýularda nasos-kompressor turbalaryň kolonnasy dürli diametrli turbalardan durýar. Bu ýagdaýda turbalaryň kese kesiginiň meýdanynyň üýtgemegi nokatda akym režiminiň üýtgemegine getirýär, ol ýerde kese kesigiň meýdany üýtgeýär, netijede basyş gradiýentide üýtgelýär.

Alynýan suwuklygyň göwrüminiň berilen guýynyň nasos-kompressor turbalaryndaky basyş ýitgisi bilen guýudaky ýitgini deňeşdirmek arkaly bahalandyryp bolar.

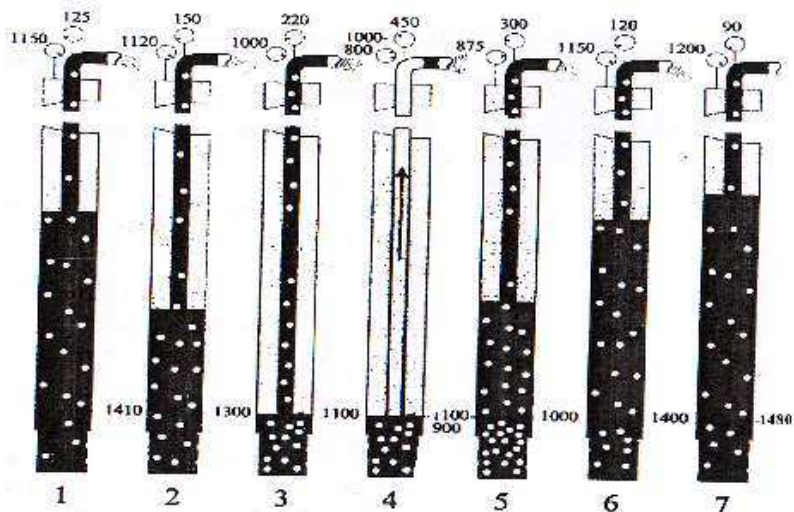
Çüwdürimli guýularda zaboý basyşy lift kolonnasyndaky basyşyň ýitgisini we guýynyň agzyndaky basyşlaryň jemine deňdir.

Guýudan gazylyp alynýan zatlaryň içinde suwuklygyň bolmagy lift kolonnasyndaky basyş gradiýentini köpeldýär. Gaz pes debitli bolanda, nasos-kompressor turbalaryndaky basyş ýitgisi, onuň ýokary debitindäki ýitgiden köp bolar. Şol zatlar bilinenden soň suwuklygyň ýygnaľmagy bilen goşmaça basyş azalan mahalynda debitiň näçe ulalýandygyny hasaplap bileris.

Ýokarda görkezilişi ýaly lift kolonnasyndan gazyň bir näçe suwuklygyň mukdary bilen akanynda, gaz guýysynyň debitini çaklamagyň mysaly getiripdi. Ol gytaklar – arkaly suwuklygyň ýygnaľmagy haçan gazyp almagy azaldyp biljekdigi çaklanylýar.

Turbadan daşky giňişlikde suwuklyk derejesiniň galmagy

Pakersiz guýularda basyşyň pes ýygylykdaky pulsasiýasyna gözegçilik edip bolýar. Onuň dowamlylygy bir näçe sagat ýa-da gün bolup biler. Bu pulsirlenmek guýynyň boýynda suwuklygyň ýygnaľandygyny köp halatlarda onuň gazyp almagy 40 %-e çenli azaldýandygyny görkezýär. Edil 1.8-nji suratdaky ýagdaý pakersiz tipli gaz guýusyndada döräp biler.



Surat 8. Suwuklyk alynýan gaz guýusyndaky basyşyň pes ýygylýkly pulsasiýasy

Bu prosesiniň ýazgysyny Gilbert berýär. Bu proses turbanyň daşyndaky giňişlikde suwuklygyň uly sanynyň barlygynyndaky pes debitligi bilen häsiýetlendirilýär.

Soňra köp wagtyň dowamynda turbanyň daşyndaky giňişlikde suwuklygyň pes derejesi bolanynda ýokary debiti synlamak bolýar, netijede gaz guýudan çykýar we gatlak basyşynyň bir bölegi ýitýär, sebäbi suwuklyk gaz bilen çykarylmaýar.

8-nji suratda görkezilişi ýaly turbanyň daşyndaky giňişlikde suwuklygyň derejesiniň galýan siklini aýratyn döwürlere bölmek bolar. Sikliniň ýazgysy, haçanda suwuklygyň derejesiniň turbanyň daşyndaky giňişlikde maksimal beýiklikde bolan wagtyndan başlanýar.

Gaz turbadan daşky giňişlige girýär we ýuwaş-ýuwaşdan suwuklygy lift kolonnasyna gysyp çykarýar. Netijede bu giňişlikde suwuklygyň derejesi peselýär, basyş bolsa, azalýar.

Guýy heniz çenli pes debitde işleýär, sebäbi lift kolonnasynda gelýän “agyr” diregi bar. Ýygnaýan suwuklyk

basyşyň täsiri astynda lift kolonnasyna gysylýp çykarylýar. Turbanyň daşy giňişligindäki basyş suwuklygyň lift kolonnasyna gysylýp çykarylyşynyň mukdaryna baglylykda azalýar. Bu giňişlikdäki basyşyň pese gaçyşy dowam edýär. Bu ýerdäki suwuklygyň derejesi lift kolonnasynyň derejesine çenli aşak gaçýar.

Suwuklyk direginiň agramy azalýar, sebäbi bu giňişlige suw indi akmaýar. Gatlakdan gelýän gazyň akymy köpeliýär, netijede guýynyň golaýyndaky zonada gatlak has tiz ejizlenýär. Gysga wagtyň dowamynda guýy ýokary debitde işleýär, ýokary tizlikli çüwdürüm biderek harçlanýar, netijede gaz akymy suwy guýynyň üstüne çykarmaýar. Gatlakdan ýene-de gelip başlaýar we gaz gazylyp alynmasy peseliýär. Turbanyň töweregindäki gazyň “Ätiýajy” gutarýar. NKT we turbanyň daşky giňişlikleri suw bilen dolup başlaýar. Suwuklygyň turbanyň daşyndaky giňişlikde derejesiniň galmagy bilen ol ýere gaz syzyp, geçip başlaýar. Gazyň ol giňişlige gelmegi bilen, lift kolonnasyndaky basyş gradiýenti köpeliýär, döreýän gatlakdaky goşmaça basyşa garşylyk guýa gelýän akymyň depginini peseldiýär.

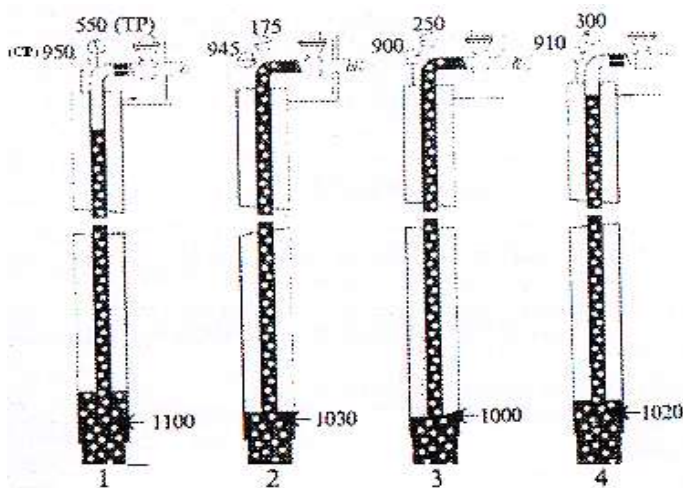
Suwuklyk heniz hem kompressor turbalaryna uly tizlik bilen gelýär, ol ýerden gaz akymy bilen çykarylýar. Suwuklyk guýynyň goragynda üýşüp başlaýar. Gazyň bir näçe sany lift kolonnasyna we turbanyň daşyndaky giňişliklere integrirlenýär. Gaz turbanyň daşyndaky giňişlige, tä basyş maksimal ululygyna ýetýänçe süýşmegini (gelmegini) dowam eder we ýene-de täzeden suwuklyk lift kolonnasyna gysylýp çykarylýar. Sikl gaýtalanýar.

Suwuklyk derejesiniň galyjy siklini (döwrini) dolandyrmak.

Guýynyň ýokary debitini (goramak) saklamak bilen pulsasiýany dolandyrmagyň usullary guýy paker gurnamasyny (gazyň turbadan daşarky giňişligine getirmezlik üçin) ulanmak

göz önünde tutulýar. Ondan başga-da agyzdaky awtomatiki saýlaýjyny (turbadan daşdaky giňişlikde basyşyň ýokarlanmagyny ýok etmek üçin) oturtmak prinsipi ulanylýar.

Turbanyň daşyndaky giňişlikde gazyň üýşmegini çagyryan tebigy pulsasiýalary ýatyrnak üçin awtomatiki saýlaýjylaryň ulanyşy 9-njy suratda görkezilýär.



Surat 9.

Prossesiň başyndan nasos-kompressor turbasy giňişlikde basyşyň galmagynyň hasabyna açylýar we herekete getiriji klapan işläp başlaýar. Lift kolonnasynyň ýokary böleginde üýşen direk üste goýberilýär we basyşyň mundan beýläk peselmegi, şol kolonna boýunça gazsuwuklyk garyndysynyň akmagyny üpjün edýär. Ol giňişlikden suwuklyk gysyp çykaryldygyça turba basyşy azalýar. Ilaşanda gaz ol giňişlikden lift kolonnasyna gelip başlandan soňra, turba basyşy köpelýär.

Haçanda turbadan daşky giňişlikde basyş berilen minimuma ýetse, hereket getiriji klapan doly ýa-da bölekleyin ýazylyp, NKT-den çykyşy ýapýar, ýöne gatlakdan guýa gelýän

aka suw peselmeýär. Gelyän gaz we suwuklyk şol giňişlige gelip, ony netijeli doldyrýarlar. Turba basyşy köpelmegini dowam edýär.

Suwuklygyň çykarylmagynyň kesilmegi

Ýokary debitli bir näçe gaz gazyp alynýan guýular bir näçe wagtlap stabilno (durnukly) işleýärler we guýudan suwuklygyň çykmagyny üpjün edip, soňra olaryň öndürijiligi tizden pese gaçýar. Haçanda gaz gazylyp alynmasy azalanda, suwuklygyň çykmagy doly kesilmegi mümkin. Şu ýagdaýda guýy “kritiki” derejesindende pesde işleýär, edil şol wagtda suwuklygy ýokary çykarmak mümkin däldir. Netijede suwuklyk guýynyň boýynda ýygnaýar, gaz bolsa onuň boýynyň içinden köpürçek görnüşinde geçýär. Üýşen suwuklygyň sanyna we guýudaky basyşa baglylykda guýy çüwdürmesini goýar ýa-da ol gazyň suwlugynyň üstünden geçip köpürçek görnüşde gelyän režimine geçer. Islendik ýagdaýda gazyň debiti azalyp şeýle derejä ýeter, haçanda suwuklyk indi nasos-kompressor turbasy boýunça galmaz.

Şeýle ýagdaýyň derňelişiniň aňsat usuly nasos-kompressor turbalaryndaky akymyň minimal kritiki tizligini hasaplap çykarmakdyr. Gazyň minimal tizligi bu haçanda suwuklyk heniz ýokary çykarylýar, eger-de akymyň tizligi ony ýokary çykarmak üçin pes bolsa, onda ylaýtda uly diametrli lift kolonnasy ulanylýan mahalynda gazyň suwuklygyň içinden köpürçek görnüşinde çykýarmy ýa-da ýokmy ?

Netije (rezýume)

Bu bölümde guýuda suwuň üýşmeginiň alamatlarynyň beýany ýazylýar. Bu alamatlar owal suwuň ýygnaalmagy bilen bagly problemalary üpjün edip, ol ýagdaý gazyň gazylyp alynmagyny azaldar, netijede gatlagyň kollektor häsiýetini düzedip bolmajak ýagdaýa getirmegi mümkin.

Gazyň gazylyp alynmagynyň peselmezligi üçin bu alamatlary yzygiderli seljermelidir.

8.7. Gaz guýylaryndan suwuklugy çykarmak üçin köpürjük ulanmak

Nebit promisliliniň operasiýalarynda köpürjik birnäçe görnüşde ulanylýar. Ol buraw wagtynda we guýy arassalanylanda ýuwujy hökmünde, şeýle hem gatlagy gidrojaýrmakda bolsa işçi flýuid hökmünde ulanylýar. Munuň beýle maksatlarda ulanylmagy gaz çykaryjy guýylarda suwuklugy çykarmakda ulanylmadan tapawutlanýar, sebäbi suwukluk çykarmak üçin köpürjük ulanylanda, üst aktiw madda (ÜAM) gazuwukluk akym bilen guýynyň içinde garyşýar. Ýokardakylarda ulanylanda bolsa ol ýokarda taýýarlanylýp ulanyşa girizlýär.

Gaz guýylaryndan suwuklugy çykarmak üçin köpürjik ulanylmagy aşakdaky ýagdaýda amala aşyrylýar. Suwukluk gaz köpürjüklerriniň plýonkasynda saklanýar, we suwukluga uly üst boýunça täsir bolýar. Gaty kiçi gaz önümlü guýylarda köpürjigiň ulanylmagy suwuklugyň effektiv ýokaryçykarylmagyna onuň üýşmegine getirmegi mümkin.

10-njy suratda labaratoriýada geçirilen barlagyň netijeleri getirilen. Ol ýerde turbadan gazsuwukluk garymyň ÜAM-ly we ÜAM-syz ýagdaýda akandaky basyş gradiýentleri ölçenilipdir.

Guýydan suwuklugy çykarma prosesi

Köpürjik aýratyn görnüşli gazsuwukluk emulsiýasydyr gazyň köpürjüklerrini biribirinden suwuk plýonkasy bilen çäkleşýär. ÜAM-y adatça suwuklugyň üst dartyş güýjini peseltmek üçin ulanylýar. Bu bolsa gazyň hem suwuklugyň ýokary dispergirlenmegne getirýär. Suwukluk plýonkasy köpürjüklerriniň öz arasynda suwukluk saklanýan iki üst aktiw

gatlagat eýedir. Suwuklygy we gazy gatnaşykda saklamagyň öz görnüşini kiçi önümlü gaz guýylarynda suwuk suwukluk çykarmak üçin amatly bolup biler.

Suwuklugy almaga köpürjügiň täsirini Kembel we beýlekiler kritiki tizlik düşünjesini ulanyp tapylýar.

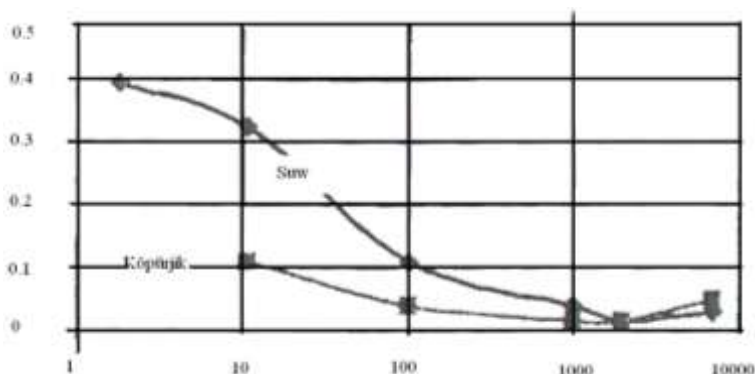
$$v_s = \frac{1.593\sigma^{1/4}(\rho_1 - \rho_s)^{1/4}}{\rho_s^{1/2}} \quad (8.1)$$

Bu ýerde: v_s - suwuklugyň kritiki tizligi fut/s; σ - gaz we suwuklugyň arasynda üst dartyş, din/sm; p - dykzlyk, funt/fut³.

Aşaky indeksler I we g, suwuklugy we gazy aňladýar.

Kembel we beýlekileriň pikirine görä, köpürjügiň üst dartyşy peseldýär we şol sebäpden gerek bolan kritik tizligi kiçeldýär diýilýär. Olar, üst dartyşy dinamiki şertde ölçemäge üns çekýärler. Awtolar şeýle hem köpürjügiň suwukluk damjasyňyň dykzlygyny kiçeldip suw, kondensat we gaz görnüşde çalşyrymly garym strukturasynyň emele gelýändigini tassyklaýarlar. Şeýlelikde köpürjügi ulanagyň amatlylygy, köpürjiklenen suwuklukdamjasyňyň dykzlygynyň hemde üst dartyşyň bilelikde üýtgemegi netijesinde gerek kritik tizlik hem peselmeginde görülýär.

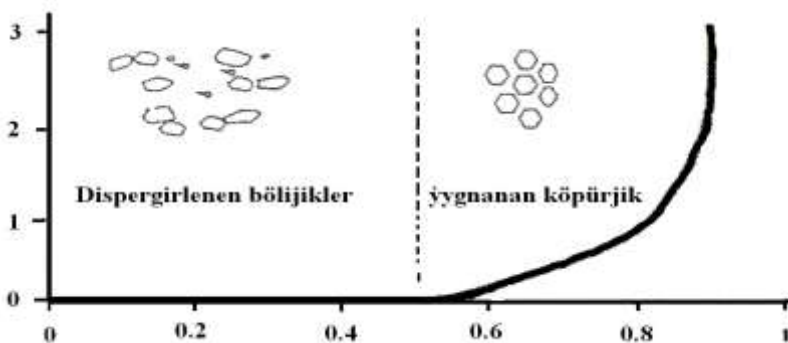
Suw we suwuk uglewadarodlar ÜAM bilen her dürli täsirleşýär. Suwukluk uglewadarodlar pes köpürjükleýär. Bu esasan hem ýeňil uglewadarodlar üçin häsiýetli (kondensat). Gazkondensat köpürjikleri bilen depresiýa almak mümkin, ýöne beýle köpürjik durnukly däl we ýeňil çököýär. Umuman aýdanmyzda köpürjikli ýagdaýy saklamak üçin ýeňil uglewadarod suwukluklary hökman yzgider garylýp durmaly.



Surat 10

Uglewadarodlaryň erbet köpürjüklemeeginiň sebäpleriniň biri, olaryň malekulalary polýar däl we şol sebäpden pes malekulasy dardyşa eýedir. Beýleki tarapdan bolsa suwuň molekulasy polýarly we ol ÜAM bilen berk plýonka emele getirip biler. Haçanda guýynyň sütüninde suw we ýeňil uglewadarodlar bolanynda köpürjik esasan suw fazada emele geler we köpürjiklenen suw öz yzy bilen suwuk uglewadarodlary alyp gidýär.

Işçi basyşda we temperaturada köpürjiklenen garymda gaz düzümi köpürjügiň hilini görkezýär, (ýagny 10% gazdan dursa, onda 10% hili köpürjükleme diýilýär). Bu görnüşli köpürjükleme durnukly däl, sebäbi suwukluk we gaz fazalar dartýş güýji täsirinde biri-birinden aýrylar. Has ýokary hili köpürjikde bolsa suwuk plýonkasy has tokga bolup üst dartýş güýjüniň täsiri sebäpli öňkiden hem köp deformasiýa alar. Haçanda köpürjik akman halatynda ol durnuklydyr (surat 11).



Surat 11.

Beýle köpürjigi herekete getirmek üçin käbir minimal ýükleme gerek. Bu minimal ýüklenmä çäk akymlylyk diýilýär. Şeýlelikde köpürjüj akymda täsir edýän süýşme tizlige bagly struktur şepbeşiklige eýedir.

Üstde (ýolarda) köpürjigi ýatyrmak

Eger emele gelen suwuklugy gaz guýylarynda aýyrmak üçin köpürjüj ulanylýan bolsa, onda ol seperatora we magistral (promysel aralyk) gaz geçirijiden öň ýatyrylmalydyr. Köpürjügi ýatyrmak birnäçe ysulda amala aşyrylýar.

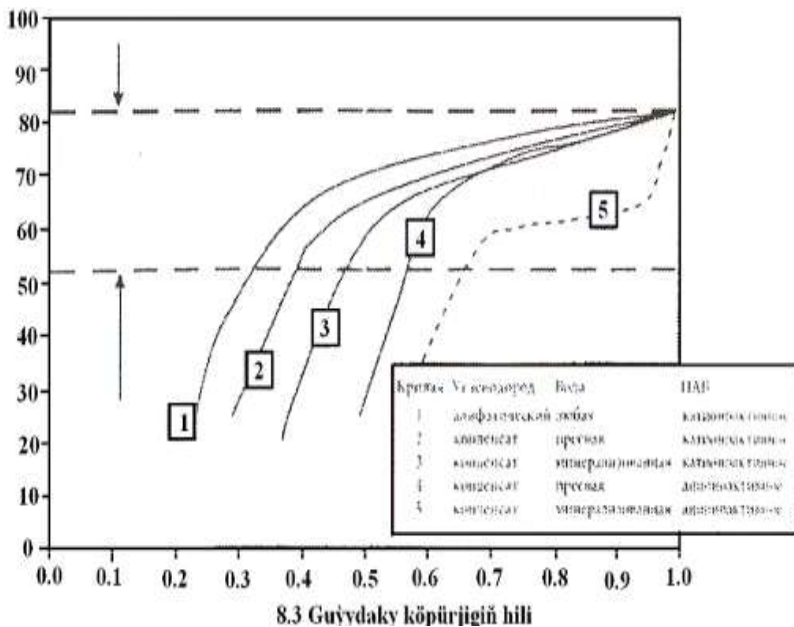
Köpürjüj öz özi ýatar, eger ol ÜAM bilen gaty işlemedik bolsa we eger ony belli bir wagtda degmän goýsaň. Suwukluk köpürjüjleriň plýonkalaryndan akýar we plýonka bozulýar şeýlelikde gaz daşyna çykýar. Köpürjügiň ýatmasynyň adaty prosesi şýle bolup geçýär.

Bu proses suw çökmek arkaly ÜAM konsentراسيýasyny azaltmak bilen hem amala aşyrylyp biliner. Neiogeniý ÜAM-lary gyzdyryp olaryň effektiw konsentراسيýasyny peseldip bolar. Mundane başgada ÜAM-lara demulgatorlar bilen himiki täsir edip bolar. Düýpli durnukly köpürjügi ulanmagy maslahat bermeyärler, sebäbi olary seperatorda ýatyrmak kyn. Maksimal köpürjükleýän we ýeňil işlenilýän köpürjüj ulanmak maslahat berilýär. Suwukluk seperatorda aýrylýar.

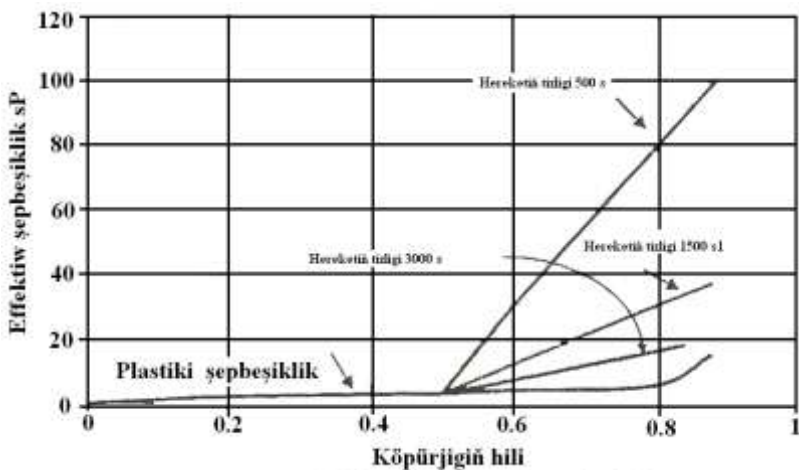
Optimal köpürjik emele getiriji aganti saýlamak

Kiçi debitli gaz guýylarynda emele gelen suwuklugy aýyrmak üçin köpürjik ulanmak iki işçi kriteriýadan bagly; ykdysady amatlygy we ÜAM-ň düýp basyşy peseltmek ukybyndan. Iki kriteriýa hem emele gelen suwuklygy guýydan çykarmagyň beýleki usullaryna deňeşdirmе esasynda kesgitlenýär.

1000-1000 fut3/bar suwukluk factorly pes debitli gaz guýylary köpürjik ulanmaga amatly dalaşgärdir, beýle bolsa hem suwukluk faktoryň ýokarky çägi ýokdyr. ýokary gaz suwukluk factorly guýylarda bolsa plunjeli lift ulanmak amatlydyr (ol köpürjige görä düýp basyşy emele getirýär). Düýp nasoslary ulanmak pes gaz suwukluk factorly we basyşyň dikelmesiniň derejesiniň pes ýerlerinde amatly görülýär. Nasoslar ulanylanda gazy separirlemek talap edilýär. ÜAM-lar tarapyndan emele getirilýän basyş gradiýenti debitden, ÜAM-laryň şerti we effektiwligne baglydyr. Labarator barlaglaryň görkezmegine görä guýý sütüninde dinamiki ýagdaýda suwukluk 50 % - 15 % hil dipazony aralykda durnukly köpürjik emele getirýär surat 3-de görkezilişi ýaly köpürjigiň hili bar bolan suwuklugyň mukdaryndan we görnüşinden baglydyr. Köpürjigiň şepbeşikligi ulanylýan ÜAM-yň mukdaryna we köpürjik hiline baglylykda üýtgeýär. Haçanda köpürjigiň hili 52%-den ýokary bolan halatynda, ol özüni plastic akymly fluid hökmünde alyp barýar. Üzk gazyň köpürjikleriniň galtaşmagynyň güýjini we olary ýapyk plýonkalaryň berikligini ölçemek bilen kesgitlenýär. Şepbeşikligi Blaueriň işinde hödürlenen usulda hasaplamak mümkin. Onuň özüni alyp barşy surat 12-de görkezilen.



Surat 12



Surat 13 Köpürjigiň effektiv şepbeşiklik

Köpürjigi ulanmagyň ykdysady çäklendirilmegi
reagentlere we enjamlara bolan jykdaýjylar bilen

kesgitlenilýär. Reagentlere edilen çykdaýjy suwukluyk (suw) önümine göni proporsional. Suwy çykarmagyň belli bir derejesine gelineinde reagentlere bolan çykdaýjy suwuklugy nasos bilen almaklykdaky çykdaýja deň bolar we gaçer. Meselem 0,1 % konsentrasiýaly 1 doll/gallon ÜAM ulanylyp suwukluk çykarylan guýyda reagente çykdaýj suwuklugy göwrüm birligine 34 doll/brl bolar.

8.2-nji tablisada suwukluk çykarmakda köpürjükdir ulanmagyň käbir amatlylygyny we ýetmezçiliklerini görkezilen. Bulary göz önünde tutmak hökmandyr.

Tablisa 8.2

Amatlylygy	Etmezçiligi
<p>Köpürjigi ulanmak – örän ýönekeý we arzan (kiçi önümlü guýylar üçin). Reagentler çykdaýjy suwukluk b\ga önümine göni proporsional. Hiç-hili guýy enjamy gerek däl. Bu usul ulanyş sütüninde gazyň tizligi 100-1000 fut\min kiçi önümlü guýylar üçin amatly. Köpürjik guýyda ulanylmaýar, haçanda kritiki tizlik 1000 fut\min</p>	<p>ÜAM-y ulanmak köpürjigi çykarmak ýada suwukluguň emulgirlenmegi bilen baglanşykly bökdenişlikler emele getirmegi mümkin bolanda, köpürjik emele getirme tendensiýasy dürli sistemalarda guýy fluidleriniň görnüşlerinden we mukdaryndan hem-de ulanylýan ÜAM-ň effektiwligine bagly bolup durýar. Köp mukdarda kondensat akymy (50%<) guýylardaköpürjik emele gelmän biler.</p>

Köpürkük emelegrtiriji agentleri ulanmagyň esaslary

Bu bölümde köpürjik emelegetiriji üst-aktiw maddalar barada we köpürjikleriň özboluşlygy barada umumy maglumatargetirilýär. Munuň sebäbi suwukluk çykarma prosesine gowy düşünmek we maglumatlary analiz etmegi ýeňilleşdirmekdir.

Köpürjik emele gelme.

Ulannyşa ýaramly, köpürjigiň amatly reogenirlenmesi üçin gazyň we suwukluk fazasynyň dispersiýasyny almaly, soň bolsa gerek wagtyň dowamynda köpürjik plýonkalarynyňdurnuklulygy saklanýar.

Köpürjük emele getirme suwukluga gaz garmak arkaly emele getirilýär. Bu proses suwuklugyň üst dartyşynyň peselmegi bilen intensiwlendirilýär we netijede suwuk fazada gazyň dispergirlenmegi ýeňolleşdirýär. Bu prosesi stimuallamak bolsa ÜAM-ň bir funksiýasydyr. Suwuň üst dartyşy adatça 72 din\sm ÜAM ulanylanda 20-35 din\sm çenli peselýär. Pes basyşlarda suwukluk uglewadarodlar hem adatça 20-30din\sm üst datyşa eýedir.

Köpürjigiň durnuklylygy.

Köpürjik emele gelenden, oňa ýatmak bilen bolýar. ÜAM-ň gatlaklarynyň aşagyndaky aş köp suwukluklar köpürjigiň plýonkasynan akyp başlaýar we netijede onuň diwary ýukalýar we ejizleýär. Aşakda ýerleşen köpürjikdäki suwukluk ýokada ýerleşen köpürjiklerden akýan suwukluk bilen köpelyär. Mundane başga-da köpürjikleriçindäki gazlaryň giňelmegi bilen göwrümu ulalýar, bu prosesleriň intensiwligi netijesinde olar ýarylýarlar. Kempbeliň işinde köpürjik plýonkasynyň ýukalma prosesi misseliň kritiki konsentrasyýasy nukdaý nazaryndan taryplanlyýar. Misseliň kritiki konsentrasyýasy erginde ÜAM-ň çäk düzümini kesgitleýär- ÜAM-ň artyk molekulalarynyň goşulmasy koaloid bolejikleriniň agregasyýasyna getirýär. Plýonkanyň ýukalmaz tizligini kesgitleýän esasy factor bolup üstiň poleogiýasy we

plýonkanyň strukturasy çykyş edýär. Kesgitleýji hökmünde bu ýerde plýonkanyň strukturasy çykyş edýär. Bu modelleriň esasynda aşakdaky effektləri öňünden aýdyp bolar. Misell näçe erginde köp ýatsa, şonça hem plýonka durnuklydyr.

Köpürjigiň durnuklylygyny, suwuklugyň akma tizligini peseltmek we ÜAM gatlagynyň maýyşgaklygyny ýokarlandyrmak arkaly ýokarlandyryp bolar. ÜAM-ň üst we göwrüm şepbeşikligi köpürjüklemele gelip we köpürjigiň durnuklulygna täsir edýär. Şepbeşiklik näçe ýokary bolsa şonça hem suwuklugyň akmany peselýär.

ÜAM-ň täsiriniň effektiwligi käbir konsentrasýalarda öz maksimumyna ýetýär. Köp goşulan ergin käbir üst effektleriň emele gelmeýär. Gaty ýokary konsentirlenen ergin ýokary durnukly köpürjükleme bolar we guýyny işgeçirmäne goşmaça çykdaýjy talap eder. Barlaghana barlaglarynyň görkezmegine görä köp ÜAM-lar 0,1-0,2% suw fazada konsentrasýada optimal effektiwligi göreşýär. Öz işinde Kempbel ÜAM-yň dozirowkasynyň 1000-4000 ppm diapazonyna bolamlydygny tassyklaýar (0,1-0,4%). Hakykatda konsentrasýa ÜAM-ň aktiwligine esaslanmaly, ÜAM 50% aktiwligi bolsa, 1funt ÜAM-a 0,5 funt aktiw ingiridiýent düzümlü diýmek. Şeýlelikde optimal aktiwlik 0,05-0,1% (guýy fluidine)

Ulanylýan ÜAM-laryň görnüşleri.

ÜAM-yň malekulalarynyň bir bölegi suwda (gidrafun) we beýleki bölegi bolsa uglewadarod suwuklukda (gidrofob) erginlenýär. Şeýlelikde ÜAM gidrofun we oleofil (nebitde erginleşýän) komponentlere eýedir. Olar malekulalary suw we suwdäl bölek faza üstlerde konsentirlenmäge mejbur edýär.

Neiogeny ÜAM-lar

Bulara fenollaryň ýä-da spirtleriň polieksietilene birleşikleri girýär. Aglaba detergentleriň suwda tempereturenýň ösmegi bilen erginleşmesiniň ýokarlanmasyna garamazdan neiogen ÜAM-lar adatça sowuk suwda gowy erginleşýärler. Gyzdyrylmada ÜAM-ň erginleşmesi peselýär we ergin garalýar (garalma (bulanma)nokady). Ýokary duz konsentrasýa

we ýokary temperatura polioksietilenlenen detergentleriň erginleşmesini peseldýär. Şol sebäpden bu toparyň ÜAM birleşiklerini (ýokary etilokidli) netiroalizlenen suwda ergin hökmünde ulanmaly. Poaioksietilenlenen ÜAM-lar hem gidrofil hem-de gidrofob bolup biler. Olar neigen hökmünde bolup, olar hiç-hili himiki täsire täsirli däl we gatlak suwunyň minerilaziýasiýasy belli bolmadyk guýylarda ulanylýar. Bu ÜAM-lar ionly ÜAM-lar ionly ÜAM-lara garanyňda emulsiýa emele gelme bilen baglanşykly bökençlikler nukdaý nazardan has amatly bulanma nokadyndan soň (1500F) emele gelen köpürjigi gyzdymak onuň bozulmagyna getirýär.

Anionaktiwni ÜAM-lar.

Anionaktiw ÜAM suw sredada ajaýypköpürjik emele getirijiler. Adatça olar neion taýýarlanma prosesinde sulfatirlenýärler. Malekula sulfat (SO_4) padikoliniň goşulmagy ÜAM-ň häsiýeti başgaça has polýarlanan we anionaktiwligine we suwda gowy erginleşmegine getirýär.

Neiogogen ÜAM-da bolşy ýaly olar gomologik hatarda durýar we olar üçin orta erginleşme (suwda we nebitde) (10-12 uglerod atomy) mahsusdyr. Käbir anionaktiw ÜAM-lar ýokary konsentirlenen duz erginleriniň erbet täsirine maýyl bolup bilerler. Libson we tenriniň işlerinde käbir reagentleriň (anionaktiw ÜAM-a girýär) amatly ulanylyşlary getirilen.

Kationoaktiw ÜAM-lar.

Kationaktiw ÜAM-lar hem getwertik attonili birleşiklerin ýaly effektiv köp emel getiriji agentdir. Bularyň effektivligi mineralizirlenen suwda ýokarydyr. Bu görnüşiň pes malekulýar birleşikleri duz erginleri we uglewodorod garyşlary köpürjiklediji hökmünde effektiv hasaplanar. Bulara garaşmazdan, ýokary molekulýar getwertik birleşikleriň guýy sütünindäki suwyk uglewodorod düzümi ýokary fluidleri hem effektiv köpürjikledýändigini barada maglumat bar. Beýleki tarapdan ýokary molekulýar getwertik birleşikler duz erginlerde pes effektivligi bilen bellidir. Käbir ýagdaýlarda,

esasan hem ÜAM konsentrassiyasy ýokary (aşa) bolanda suw nebit emulsiya emele getirme bilen baglanşykly bökdençlik ýüze çykar. Kationaktiw ÜAM-ň effektivligi baradaky maglumatlar surat 1.5 we 1.6 görkezlen.

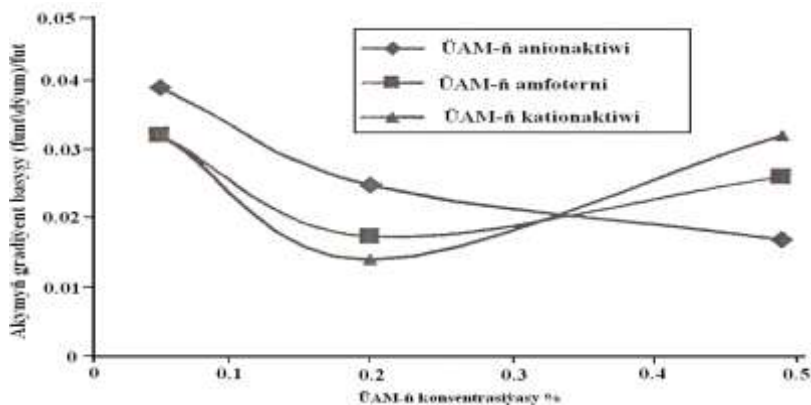
Labaratoriýalaryň birinde geçirilen derňewleriň netijesinde atfoter ÜAM-laryň gowy köpürjikleýändigini ýüze çykdy. Atfoter birleşikler turşy erginlerde kation häsiýetini ýüze çykýar, esasy erginlerde anion häsiýetini ýüze çykar. 10% duzly erginlerde ýokary temperaturada (2000f) erňewlerde ýokary köpürjik emele getiriji hökmünde özüni görkezdi. 700f-de olaryň effektivligi labarator derňewlerde peseldi.

Uglewadarodlar üçin köpürjiklediji agentler.

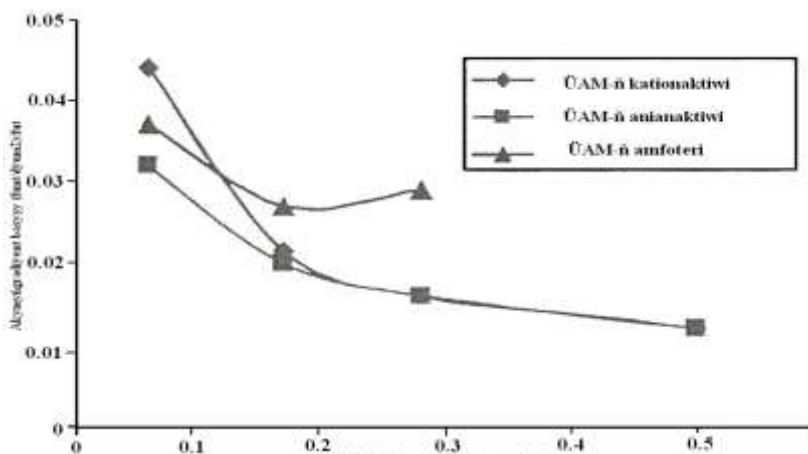
Adatça uglewadarodlar esasan hem suwsyz ýerde kyn köpürjileýärler. 70-10 % uglewadarod düzümlü suwuklyklar ondan ýokary uglewadarodly suwuklardan ýeňil köpürjikleýär. Öňler ýokary uglewadarod düzümlü suwuklyklar üçin ftorouglerod ÜAM- lar ýaly gymmat bahaly köpürjikledijiler ulanylýardy. Tejribede görürlşi ýaly gaz guýylaryndaky suwuklyk diňe suw ýa-da uglewadarod düzümi pes suwdan ybaratdyr.

Duz ergini we kondensat garymda köpürjikleme.

Diňe suwuň we uglewadarodyň suwulyk garymy köpürjik emele getirmäge ukyply, beýlekileri –ukypsyz . umuman aýdylanda suw uglewadarod garymda diňe suw faza durnukly köpürjik berýär .Munuň sebäbi suwuň malekulasy polerli we wodorodyň polerli atomyna ÜAM-ň malekulalary bilen baglanşyk gurmaga kömek edýär.Köpürjik emelegetiriji ÜAM-ň malekulalarynyň bir bölegi nebit malekulalary tarapa ymtylýar, beýleki bölegi suw malekulalary tarapa ymtylýar .



Surat 14. Tejribede ÜAM häsiýetiniň bahalandyrmasy

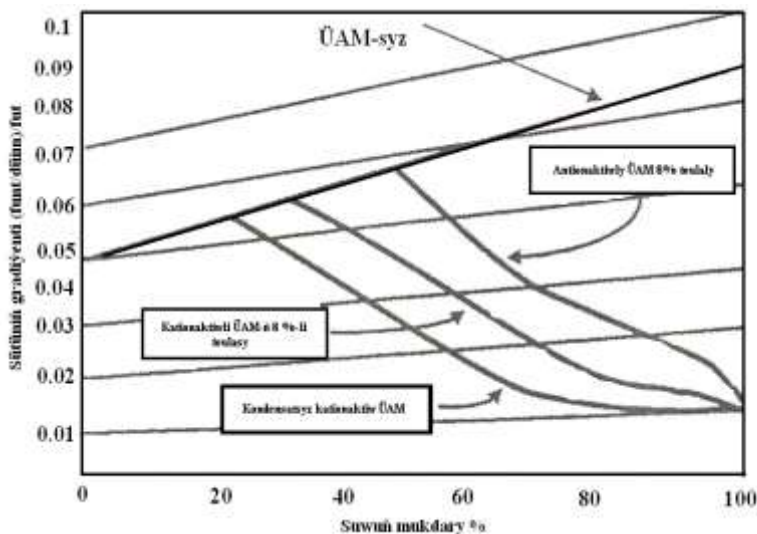


Surat 15. Tejribede ÜAM häsiýetiniň bahalandyrmasy

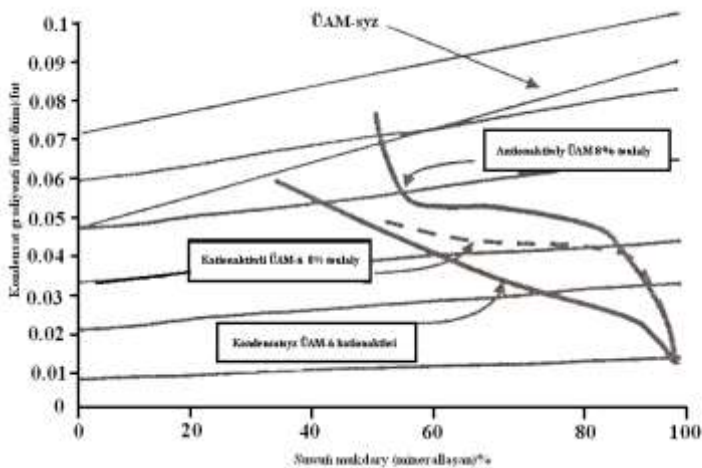
Uglewadarodlar erbet köpürjikleýärler ,sebäbi aktiw maddalaryň üsti bilen polýar aragatnaşyk (baglanaşyk) ýok. Guýyda köpürjik formirowat etmek üçin suw fazanyň köpürjiklemesi üçin amatly şert döretmeli. Egerde guýuda erkin önüm bar bolsa, ony nebitiň özünde köpürjik getirmän, eýsem suw köpürjiginiň galdyryjy häsiýeti bilen çykaryp bolar.

Kondensat (aromatik) fraksiýanyň täsiri.

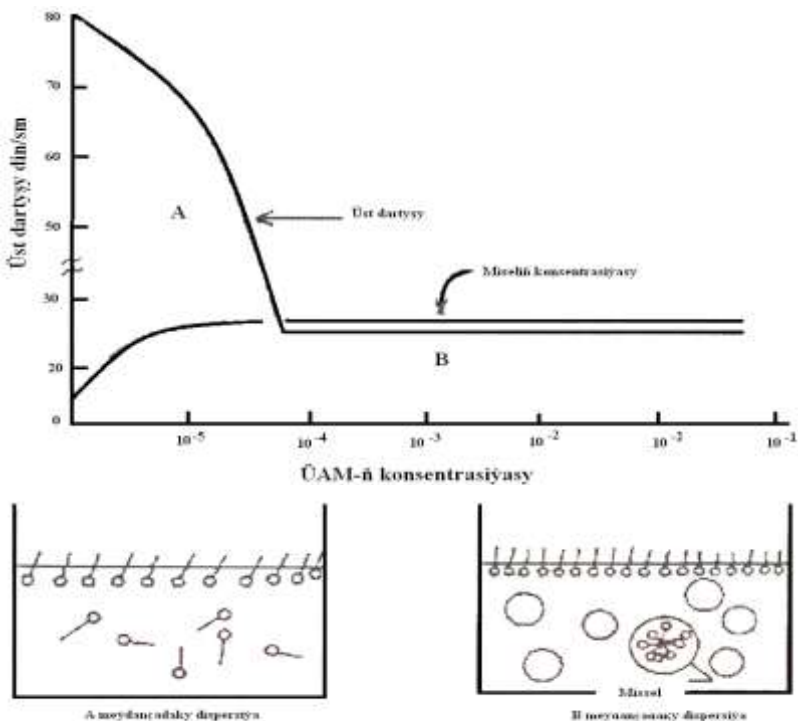
ÜAM-laryň käbir mukdary suwda nebit emulsiýasyny emele getirip riýaksiýa girýär. Barlaghana derňewleriniň netijesine görä pes molekulýar aromatik we siklik uglewodorotlarda emulsiýanyň emele gelme tendensiýasy alifatiklerden ýokarydyr. Garaşylşy ýaly nebitiň suw bilen garymynda aromatik uglewodorotlaryň paýynyň köpelmegi köpürjik emele gelme tendensiýasyny köpeldýär.



Surat 16. Kondensat we suw sistemasynda köpürjike emele gelşini barlamak



Surat 17. Kondensat we minerallaşan sistemada köpürjik emele getirlişi

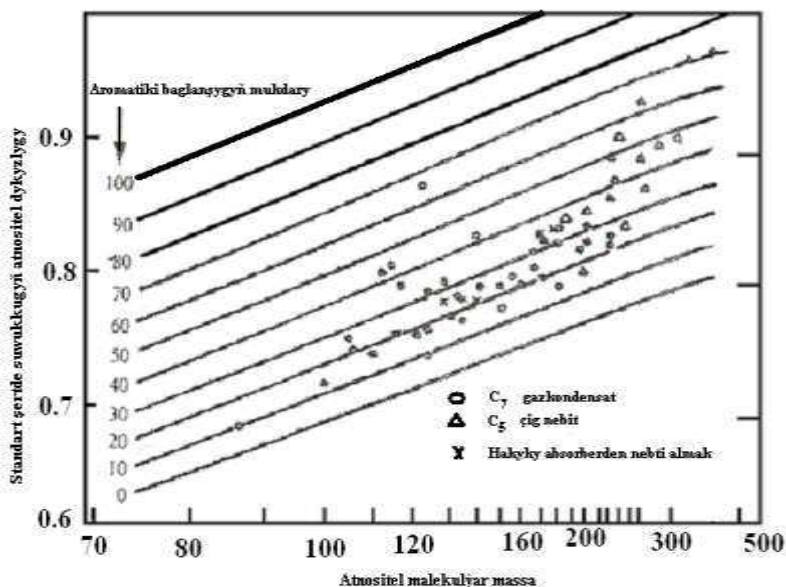


Surat 18. Guýy flýuidinde ÜAM-ýň dispergirlenmegi

Barlaghanada geçirilen derňewleriň, suwuklyk uglewodorodyň dürli garymynyň süýji suw we duzly ergin bilen ulanylmagynyň nokadynyň basyş gradiýentini kesgitlemek we köpürjik hilini bahalandyrmak netijeleri getirmek. Köpürjik hili we kolonnada basyş gradiýenti şertli deňdir.

Bu tejribeleriň gaz akymynyň tizliginiň bahasynda geçirildi, pes tizlik akymda sürtülmäniň täsirini peseldýär we köpürjik hili bilen gowy koreliýasiýany kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Bir tejribe suwuk uglewadarodlar ýokary (16%) aromatik birleşik düzümlü (Stoddard ergini) ýerinne ýetirildi, ýöne benzol we toulolsyzdy. Beýleki tarapdan, aromatik uglewadarodlaryň ýeňil fraksiýasynyň dürli düzüminde dürli garymlar toulol düzümi kolonkada ýokarlananda basyş gradiýentiniň ýokarlanmasyny görkezdi.

18-nji suratda “nebit-suw” sistemada köpürjükleđiji üçin dispergasiýa shemasy görkezilen. ÜAM goşulanda suwuň üst dartyşyny, ÜAM-ň ähli üst doýgunlaşdyrma bahasyňa çenli peseldýär. Mundan soňra üst dartyş ÜAM-ň komponentlerinden bagly bolup hemişelik pes bahaly saklanýar. Mundane başgada ÜAM-ň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagy bilen onuň malekulalarynyň aglabasy suw faza girýär. Öň dispergirlenen ÜAM-ň malekulalary kritiki konsentrasiýa ýeteninde klasterlere we misellere toparlanyp başlaýarlar. Mundan başgada emulsiýanyň emele gelmegi netijesinde suwuklugyňstruktur şepbeşikligi ýokarlanyp bilner; bu orta suw düzümlü garymlarda gowy görülýär, bu ýerde ýokary basyş gradiýenti görülýär.



Surat 19. Suwuk uglewodorodlarda aromatik birleşik

19-njy suratda suwuk uglewadarod garymynyüzümde aromatic birleşikleriň C7 fraksiýanyň ortaça otnositel molekulýar massasy we otnositel dykzylygna bolan umumylaşdyrylan korrelesion baglanşyga getirilen. Eger kondensatdaky aromatic birleşigiň düzüminiň analizi geçirilmedik bolsa ony ulanyp bolar. Barlaghana derňewlerde üç görnüşli kondensat ulanyldy. Kondensatda aromatik birleşikleriň paýy 25%, benzol we toulol fraksiýasyna 1-12 %.

Mineralizirlenen suwuň täsiri.

Suw we nebitiň mineralizlenen garymy, köpürjik emele getirme meselesi ýüze çykan kánler bilen assosirlenýär. ýöne barlagyň netijesine görä nebit fazasyz mineralizirlenen suw süýji suw ýaly köpürjükläp biler. Suw minerallaşdygyça suw-nebit garymda köpürjüklemeğiň işjeňlik hili çalt peselýär. Eger deňeşdirsek, köpürjiklemeğiň peselmegine süýjü suwdan hem minerallaşdyrma köp täsir edýär. Bu effekt has hem anianaktiw

we kationaktiw ÜAM-lar ulanylan derňewleriň netijesinde gowy görülyär. Mineralizirlenen suwuň özüni beýle alyp barmagynyň sebäbi iki sebäpden:

- duzlar ÜAM-ň erginleşmesini peselidýär.
- miseliň kritiki konsentrasiýasy peselýär.

ÜAM-ň malekulalarynyň gidroful bölekleri suwuň birleşiksiz malekulalarynyň az bölegi bilen kontaktda bolmagna mümkinçikigi bar. ÜAM konsentrasiýasynyň ýokarlanmasy bilen onuň malekulalary suwda misselleri (klasterleri) emele getirýär. ÜAM-ň gidrobrob malekulalary indi klaster merkezine ymtylýar. Şeýlelikde gatlak suwlarda, ÜAM-ň dispergirlenen miseliniň ýokary mukdaryny emele getirme tendensiýasy saklanýar. Käbir ekin suwukluk uglewadarodlar misell toplanan ýarylara gelýär, we bu netijesinde suw fazasyna köp mukdarda nebitiň düşmegine getirýär.

Käbir ÜAM-ly uglewadarodly suwukluklarda mineralizlenen suw emulsiýa emele gelme tendensiýasyny üýtgedýär.

Eksplatasion (ulanyş) şertler.

ÜAM-y saýlamak ÜAM-laryň köpüsi labarator we önümçilik şertlerde saýlama derňewlwrinden geçirildi. Bu derňewler netijesinde kationaktiw anionaktiw we amfoter ÜAM-laryň haýsynyň effektiwligi kesgitlenildi. Ýöne dürli kânlerde gatlak suwlarynyň we suwukluklaryň uglewadarodlarynyň düzümi üýtgeýär. Şol sebäpden olara beýleki ÜAM-lar effektiw bolup biler.

Ulanmadan öň ÜAM-lary şol kändäki ulanylyş guýynyň önümi bilen barlamaly. Bu barlaglar saýlanan agentiň köpürjükleme häsiýetini we olaryň özara täsirlenme ukybyny kesgutlemäge mümkinçilik berýär. Beýle derňewler geçirilende şeýle hem himiki agent ddemulgatorlaryň effektiwligi barlanylyp bilner.

ABŞ-ň dag kânleri müdirligi tarapyndan Kabul edilen ÜAM-y
barlamagyň metodikasy.

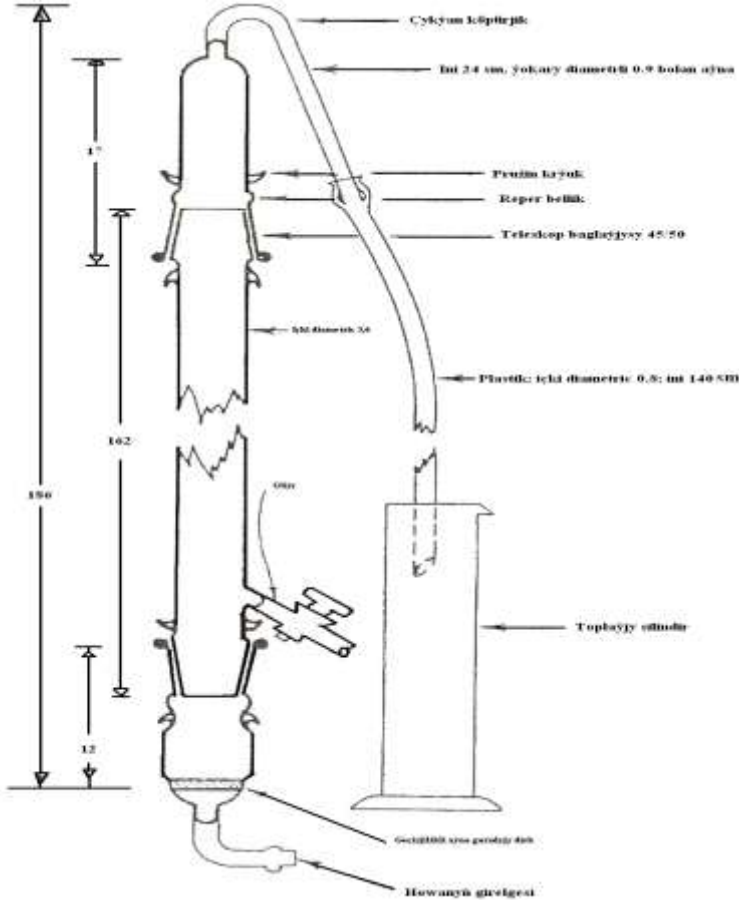
ÜAM-ň effektivligini belli bir guýy fluidine gabat gelmegini kesgitlemegiň ýönekeý usullary Danningiň işinde görmek bolar.

1.20-nji suratda ölçeg silindirinde çykan köpürjigiň mukdarynyň ýokarylygna seredilip amatly ÜAM-ň kesgitlenişiniň derňew usuly görkezilen. Derňew üçin guýy sütüninden alnan suwukluk belli mukdarda emel getiriji agentli turba ýerleşdirilýär. Soň bolsa aýnadan ýasalan öýjükli diskden (turbanyň aşagynda) belli bir harçlanmada gaz berilýän turbadan köpürjik bilen alnan suwukluk ýygnaýlar we ölçenýär. Şeýlelikde bu usul bilen belli bir wagtyň dowamynda haýsy köpürjik emele geliji agentiň turbadan suwuklugy effektiv alyp çykyandygy kesgitlenilýär. ABŞ-ň Dagkânleri müdirliginiň bu usuly ýönekeý we arzan. Bu usul birnäçe köpürjik emele getiriji agentleriň gymmat önümçilik derňewlere girizilenden öň häsiýetleri kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

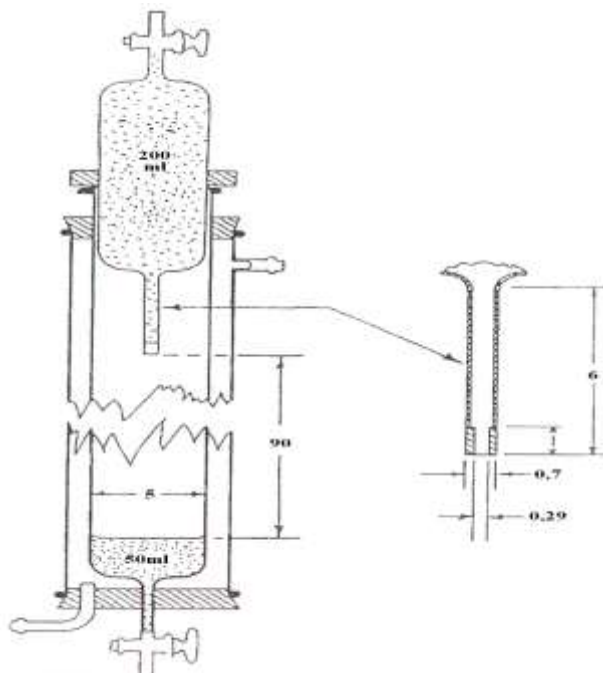
Beýiklikden köpürjik emele getiriji agentiň derňew prosesinde syrygma desgasy görkezilen we derňew dowamynda köpürjik (emele gelen) beýikligi ölçenýär.

Wozikiniň işinde bu iki labarator we promysel derňewleriň üstünlikli amala aşyrmagyň mysallary getirilýär. Öň belläp geçilişi ýaly Kembel we beýlekiler üst dartyşyň we köpürjiklenen suwuklugyň damjalarynyň dykzlygynyň gazyň gerek bolan kiritiki tizligini peseltmäge täsirine seredýärler. Olar öz işlerinde dinamiki şertlerde köpürjigiň üst dartyşyny we ddykzlygyny kesgitlemegi maksat edinýärler. Üst dartyşy kesgitlemek üçin köpürjikde maksimal basyş usulyny ulanýarlar. Barlanylýan fluide sazlanýan temperaturada 0.25 mm diametrli aýna kapiller girizilýär. Almagy imigitirmek üçin duz erginden basyş bilen uglerodyň diaksidi geçirilýär, munuň sebäbi pH bahasyny saklamak we gaty gykyndylaryň önüni almak üçindir. Berilen tizlikde suwuklukdan azot

köpürjükləri geçirilýär we köpürjügi aýyrmak üçin gerek basyş ölçenýär. Çuňluk tapawudy üçin düzediş girizmek üçinşeyle hem ergine uly dÜAMetrli (4.0 mm) aýna kapialer girizilýär, köpürjügiň aýrylmasy üçin gerek bolan basyş bolsa deşedirmek üçin etalon hökmünde ulanylýar. Dinamiki effekti öwrenmek üçin azodyň akymynyň tizligi 1-100 brl/s dipazonda rashadomer-dozator bilen ölçenýär. Bu derňewler bilen has giň tamyşmak üçin edebiýatlara ýüz tutulup bilner.



Surat 20. ABŞ-ň dag kánleri müdirliğin ÜAM-y dinamiki şertde barlagy



Surat 21. ABŞ ÜAM-y statiki şertde barlamagyň gurluşy

Kembel smesitelde amala aşyrylýan köpürjigiň durnuklygyny barlama usulyňy taryplaýar. guýy fluidinde barlag alnyp (nugasyny barlamak) ýada kondensatyň we suwuň guýydaky ýaly düzümdä 100ml göwrümünde kombinirlenen nusga alnyp 60 sek dowamynda kiçi tizlikde garylýar. Dessine fluid we köpürjik göwrüminiň jemi hasaba alnýar. Şeýle hem 50 ml suwuň köpürjikden aýrylmasyna gerek bolan wagt hasaba alnýar. derňew otag temperaturasynda geçirilýar. Köpürjik dykzlygy dürli ÜAM-laryň konsentrasiýasyna baglylykda amala aşyrylýar.

Guýyda ýygnaýan suwuklugy aýyrmak üçin usullar we enjamlar.

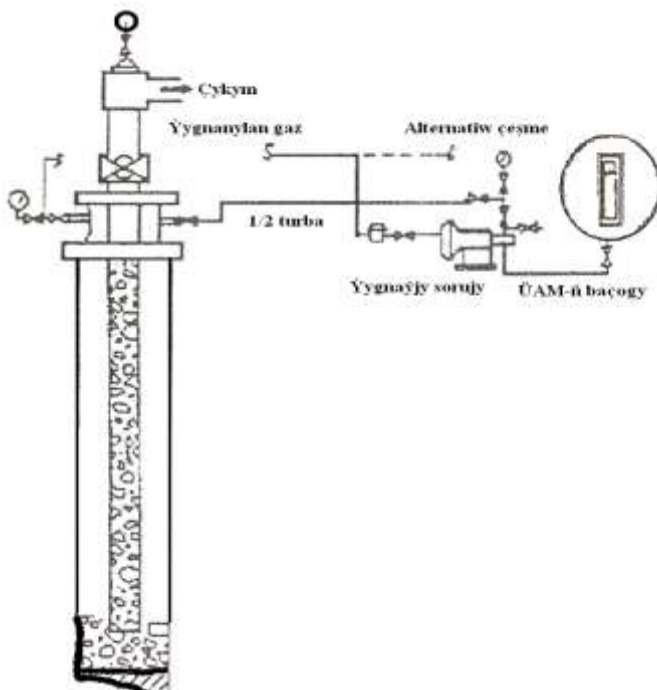
Guýyda ýygnaýansuwuklugy ÜAM-ň kömegi bilen aýyrmagyň iki usuly bar: wagtal-wagtal periodiki (razwal) weyzgider (nepriwnaýa) ÜAM bermek.

Guýyda wagtal-wagtal iş geçirmek.

ÜAM-ň mukdary aýyrylmaly suwukluk mukdaryny laýyklykda saýlanýar. Guýyny adaty ýanýarlar we ýygnanan suwukluk mukdaryny halkara giňişligindäki we turbadaky basyş tapawudyndan bilip bolar. 1% konsentrasiýaly ÜAM-ň gerek bolan mukdaryny alynan suw ýada fluidiň 20 gallony (mundan az bolmaly däl) bilen garylýar we NKT sütünine berilýär (nasos bilen) ýada guýylýar: Suwuk ÜAM-laryň deregine gaty biriket görnüşindäki köpürjik emele getiriji agentleri ulanmak bolar. Soň guýyny çüwdürüm üçin açylýar. Köp wagat sarp edilýäni üçin bu usuly ýygnanan suwuklugy ýygýygydan aýyrmaga zerurçylygy ýok guýylardan amatly diýilýär.

ÜAM-y guýa yzygider bermek.

Üstde enjamlaşdyrylan enjamyň (surat 22.) kömegi bilen ÜAM yzgider guýy sütünine berilýär, ol ýerde alynýan suwukluk bilen gaz garylýp köpürjik emele getirýär. ÜAM-y guýynyň halka ara giňişligine ýada NKT sütünine berilip: bu ýagdaýda ony yzyna almak bar bolan alternatiw ýollar bilen amala aşyrylýar.



Surat 22. Suwuklyk ÜAM-y guýa bermek üçin enjamlar shemasy

Köp känlerde guýyny köpürjik bilen işletmegiň enjamlarynyň düzümine gaz dwigatel nasosy hem gizilýärler. Nasosy nasosy himikatlar üçin boçkanyň aşagynda enjamlaşdyrmak bolar, bu bolsa ähli kowdyrma (nagnetatel)sistemanyizolirlmäge ýa-da ýaomaga mümkinçilik berer.

ÜAM-y turbalaryň diwarynda saklanma mümkinçiliginiňbarlygy üçin suwukluk derejesine uly göwrümiň bökdençsiz berilmegi üçin ÜAM ergin erginleşdirilmeli, berilenden soň ony guýy fluidiniň goşmaça göwrümi bilen aşak goýmaly. ÜAM-y suw bilen 1:10 gatnaşykda erginleşdirmeli, ýagny onuň konsentrasiýasy 0,1% bolmaly.

Gyş paslynda howalandyryjy suwukluk düzümine 50% etilenglikol goşulyp bilner. Lift turbasynyň daşynda oturdylan

kapilýar trubka bilen bermek sistemasy has effektiv ýöne gymmat. Sperry Sun kompaniýasy tarapyndan öndürilen himriagenti pürkdirmek sistemasy – bu görnüş bökdençligiň diňe bir apparat arkaly çözülişidir. Onuň aýratyn amatlygy, otnositel az mukdardaky ÜAM guýynyň gerek çuňlugyna barmagyny kepillendirýär we halka ara giňişlikde suwukluk derejesiniň aýlamasy bilen baglansyjly meseleler çözülýär. Sur. 1.14-de şeýle sistemanyň ÜAM-ň içinden geçýän kapilýar trupkasy ulanylýar.

NKT kalonnasy perferirlenen interwalynyň ýokary 1/3 böleginiň deňine çenli çuňluga düşürmeli turbany önümlü zonanyň ýokarysyndan aşak düşürmek, gatлага depressiýany ulaldýar. Önü alma adaty lift turbasyndan amala aşyrylýar, ony halkaaran hem amala aşyryp bolar, ýöne bu ýagdaýda oturtma sütüniň poslamagyny göz önünde tutmalydyr. Gatlak fluidi almak üçin ýoly saýlamak işçi başyşda we temperaturada gaz akymynyň tizligini 3-12 fut/s saklamaga baglydyr. Uly kese-kesikli zonadaky akymda suwukluk (köpürjik) azyrak saklanyp biler, esasan hem pes hilli ýagny ýeterlikli effektiv ÜAM ulanylmanlygy sebäpli beýle ýagdaýýüze çykýar. Bu ýagdaýda almagy NKT başgaça amala aşyrmak amatlydyr.

Ýüze çykan basyş graduýenti bahalandyrmak wealmagyň optimal ýoluny saýlamak üçin köp fazaly akymda köpürjik emele getirmekde basyş ýitgişiniň hasabynyňkompanentler programmasyny ulanmak maslahat berilýär.

Birnäçe barlanjak wagty, guýyda hemişelik iş geçirmezden ön köpürjik emele getirijiniň ýokary konsetrasiýasy bilen bir gezekiş geçirmek maslahat berilýär. Bu guýy sütüninde emele gelen suwuklugy çykarýar we soň kiçi konsentrasiýaly köpürjik emele getiriji agentleri effektiv ulanmaga mümkinçilik berýär. Ilki emele gelen suwuklygy aýyranymyzdan soň köpürjik emele getirijini yzgider berip başlamaly.

Bu guýy 1450 fut çuňlukda paker bilen enjamlaşdyrylan. Perfarasion interwalyň umumy effektiv uzynlygy 1093

fut deňdir, oturtma sütüniň 51/2" perferirlenen. Guýydan 35 brl/süt suw alynýar. Guýa himriagentiň berilme sistemasy (Oklahoma siti, Oklahoma şt) 1996 ý. maý aýynda ýola goýlan. Pürükdürme pakerden 1075 fut aşakda, 9525 fut çuňlukda oturdylyan. Önüm almak 40% ýokarlandy. Nagnetatel çägin 1730 fut çenli galdyryldy, we almak uzak wagtyň dowamynda 100% ýokarlanmakda galdy.

Üstde ÜAM-ň konsentrasiýasyny kesgitlemek.

Köpürjügiň emele getirijiniň konsentrasiýasyny ýer üsti rezerwarda dogry kesgitlemek üçin aşakdaky faktorlary hasaba almaly:

1. Köpürjügiň minimal effektiwligini konsentrasiýasy (adatça köpürjükiň emele getirijiler üçin 0.1-0.5 %).
2. Guýydan alynýan suwuklugyň hasaplama göwrümi.
3. Tizligi bermek.

Köpürjükiň emele getirmegiň bu konsentrasiýasy üstde aşaky deňlik bilen kesgitlenelip bilner.

$$C_s = C_E \frac{L_p + L_I}{L_I}$$

bu ýerde: C_s - üstdäki konsentrasiýa; C_E - minimal effektiw konsentrsiýa; L_p - alynýan suwuklugyň göwrümi; L_I - berilýän suwuklugyň göwrümi.

Meselem 1.

Minimal effektiwni konsentrsiýa - 0,2 % ; Alynýan suwukluk göwrümi - 4 brl/sut (suw)+1brl/sut (kondensat) -5 brl/sut -210 goll/sut; berilme tizligi - 20 gallon/sut; şeýlelikde üstde konsentrasiýa:

$$C_s = 0.2 \frac{200 + 20}{20} = 2.3\%$$

Bermegiň ýokarlandyrmagyň we durnylaşdyrylmasynyň başlandan soň ulanylyan köpürjükiň mukdarynyň optimizasiýasynyň wagty gelýär. Onuň konsentrasiýasyny, minimal konsentrasiýa bilen maksimal onuň çykarmaga

ýetilýänçä kiçelitmeli. Getirilen mysal diňe bir köp wariýantlardan biridir.

Eger guýyda paker goýylan bolsa, öň seredilip geçilen NKT-ä kapilýar trubka göýberme usuly himiki agenti guýa pakeri aýyrmazdan amala aşyrmaga mümkinçilik berýär. Beýle sistemany montažlama prosedurasy görkezilen. Bu işleri Downhole injection Systems (şt. Oklahoma) li Dyna-Test kompaniýasynyň Dyna-Coil müdirligi (şt. Tehas) geçirdiler. Sur. 1.16-da bu sistemanyň enjamlaşdyrylan bir guýysynyjeleri getirilen. Bu ýagdaýda bu sistema ÜAM bermegini onüm çykarmagyň parametrlerini oňatlaşdyrlandygyny görkezýär.

Mundane başgada guýa ÜAM gaty biriket görnüşde berilip bilner. Bu usul şu wagt moderizirlenen we kompiýuterizasion sistema geçirildi. Pro-Seol lift kompaniýa bu biriketleriň bir gatlakda ýan-ýana aýlanýan silindirde ýerleşýän gurluşyny görkezýär.

Köpürjik ulanylýan guýyda işçi şert.

ÜAM ulanylýan guýylaryň önümligini bahalandyrmak üçin lift sütündäki we halkaaradaky basyşy şeýle hem almagyň öňki dinamikasyny bilmeli yzgider çüwdürilýän guýyda halkaaradaky suwukluk derejesi NKT-ň başmagynda ýerleşer. Bu ýagdaýa eger halkaaradaky gazyň agramyna bolan düzedişi hasaba almasak turbadaky we halka aradaky basyş tapawudy NKT-däki basyş gradiýentine deň bolýar.

Ulanýlýan guýyda düýp basyşyny oturtma sütünindäki we üst halka ara basyşlaryň gradiýentini hasaba almak bilen kesgitlemek bolar.

Himiki agentler bilen guýyny imlemek bilen baglanşykly bökdençlikler.

Emulsiýanyň emele gelmegi bilen baglanşykly bökdençlikler.

Emulsiýany ýumurmakda himiki demulgatorlary ulanmak gowy netijeleri berýär. Himiýa komponentleri adatça amatly himiki demulgatory ulanmagy maslahat berýärler, we olary ulanmazdan öň barlap görmeli (emulsiýa gatnaşygy üçin)

alynýan suwukluk bilen garyp seperatora girilmezden öň emele geler ýaly himiki agenti ondan akymyň ýokarsyna (üstüne) (liniýa b\ça) berilýär. Käbir ýagdaýlarda guýylary başgaça ÜAM-lar bilen işlenýär şol sanda poslama ingibitorlaryny öz içine alýan ÜAM-lar hem ulanylýär. Bu ÜAM-lar emulsiýa emele gelmek we köpürjüklerniň durnuklugy bilen bagly bökdençligi çuňlaşdyrmamagy mümkin; beýle ýagdaýda ÜAM-y ýada ulanylýan himiki agenti çalyşmaly ýada ýagdaýy gowlandyrar ýa-ly himiki agentniň dozirowkasyny peseltmek. Mundan başga hem bökdençlikleriň emele gelmeginiň sebäbini aýan etmek üçin (emulsiýa emele gelme) guýyny wagtlaýyn poslama hem bökdençlikleriň ingitor bilen işlemegi bes etmek mümkin.

Köpürjügi çykarmak bilen baglanşykly bökdençlikler.

Zyňylmada liniýalara we seperatora köpürjigi çykarmak kä halatlarda bökdençligigeçýär we derejäni gözegçilige päsgel berýär. Bu meseläni effektiv çözmek üçin himiki köpürjik ýatyryjy ulanmak bolar. Köpürjik ýatyryjyny seperatordan soň akyma pürükdirýärler, munuň sebäbi seperatora barmazdan öň doly garyşar ýaly işlemegiň görnüşi we depgini dürli local faktorlara baglydyr, şol sebäpden kompaniýanyň wekili bilen bilelikde kände başky barlagy geçirmeli.

Köpürjik ýatýrlanyndan soň ekspulatasion seperatorda suwuk faza bölünýär, bu ýerde alynýan suwukluk dync ýagdaýa maksimal ýakyn ýagdaýda saklanýar. Şol sebäpden separator 2 fut\s tizlikli we suwuklukly 5 minutdan az bolmadyk wagtda saklap bilmek üçin uly göwrümlü bolmaly.

Ýöne separator çykymynda suwukluk öz düzüminde suwnebit emulsiýasyny saklap berer.

Bu ýagdaýda goşmaça ýygnaýjy gaply separator gurulup biliner. Eger ambara zyňylýan suwda emulsiýanyň mukdary bar bolsa onda üçfaza seperator ulananda suwy ýygnama gaplara ugratmak maslahat berýär.

Eger hereket edýän seperasion enjamda köpürjik çykarma dowam etse ýada durnukly emulsiýalar saklansa, ÜAM-ň

köpürjklendirjisinin aktiwligini aýýrmak üçin alynýan akyma himiki işlemeli.

Netije

- Çykarylýan gazyň akymyndaky köpürjik emele gelmäniň adatça guýydaky suwy ýada suwuklugy aýrmak üçin doly mümkinçilik bar.

- 10% -den kiçi bolmadyk düzümlü alynýan uglewadarodlarda köpürjik emele getirme uly işçi guýy we gymmat baha işleri talap edýär. Suw paýy ýokary bolanda bu has ýeňil amala aşýar. Köp gaz guýylary arassa suw ýada az uglewadarod düzümlü suw çykarýar.

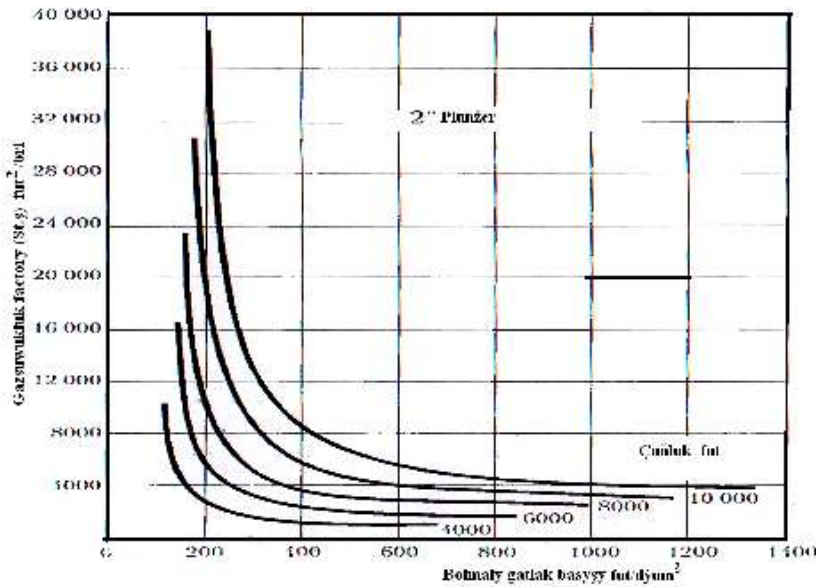
- Köpürjik emele getirijileriň, ÜAM-laryň has effektiwligi saýlamak üçin guýydan alnan nusga fnoidlerinde ABŞ-ň dagkänleri müdirliginiň ýada beýleki agzalyp geçilen usullary ulanyp barlag geçirmeli.

- Köpürjik emele getirme plunžer liftini ulanmak ýaly suwuklugy çykarmagyň beýleki usullaryna hem kömegi bar. Köpürjik emele getirme şeýle hem işleýän guýylarda durnuksyz önüm çykarmagyň durnuklandyrmak üçin ulanmak bolar. Eger guýyda paker oturdulmadyk bolsa ÜAM-lar yzgider ýada wagtal-wagtal usul bilen adatça suw bilen garymda halka ara berilýär. Ýenede bir usul wagtal-wagtal awtomatik ýada el bilen gaty biriket görnüşdäki ÜAM-lary NKT-ä bermekden ybarat. Eger guýyda paker oturdylan bolsa ÜAM-y NKT-ň aşak bölegne serpmegiň kapilýar trupkaly sistemasyny ulanmak mümkin.

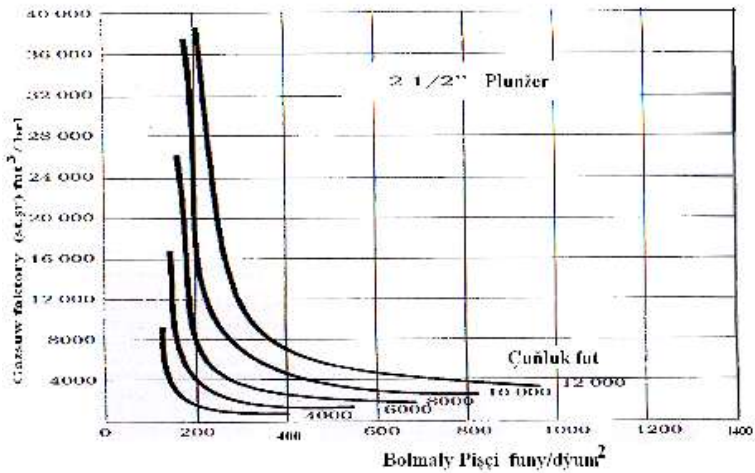
8.8. Plunžer liftiň (PL) amatlygyny bahalandyrmak üçin nomogrammalar

Gazsuwuklyk factory bahalandyrmagyň emperiki düzgüniniň käbir ýetmezçiligini kemeltmek maksady bilen Bison we beýlekiler plunžer liftini ulanmagyň takyk usulyny üpçin edýän nomogrammalary işläp düzdiler. 23/1” we 27/1” lift kolonnalar üçin plunžer liftiň amatlylyk bahalandyrylmasy

23-nji we 24-nji suratlarda nomogrammalar nusgalarynda getirilen.



Surat 23. 23/1" lift kolonna üçin plunžer lift.



Surat 24. 27/1" lift kolonna üçin plunžer.

Nomogrammalarda X gorizontal oky boýunça “peýdaly işçi basyş” getirilen. Peýdaly işçi basyşy halkara giňişlikdäki basyş bilen seperatordaky ýa-da zyňy (выкидной) liniýadaky basyşlar tapawudy arkaly kesgitlenýär.

Halkara giňişlikdäki hereket edýän basyş belli bir wagtda beýlenen halkara basyş bahasyna deň. Sebäbi bu wagt plunžer sikliniň wagtyny kesgitleýär. Zyňylma liniýadaky basyş peýdaly işçi basyşy kesgitlemek üçin ulanylýar. Zyňylma liniýadaky basyş (nomogramma gurmak üçin ulanylan) guýy üstündäki dinamiki basyşa deň bolmaly. Eger separator guýudan daşda ýerleşýän bolsa we olar özara kiçi diametrli zyňylma liniýa bilen bagly bolsa, onda guýy fontanlama (çüwdürüm) döwründe liniýada basyş galmak bilen bolar. Meselem, eger seperatorda basyş 100 funt/dýuým² bolanda, guý golaýyndaky liniýadaky basyş 200 funt/dýuým² çenli galyp biler.

Şol sebäpden nomogrammalary dogry ulanmak üçin taslama hünärmenleriň maslahaty hökmändir. Bu nomogrammalarda Y wertikal oky boýunça standart şertlere getirilen we fut³/brl-de görkezilen minimal gerek bolan gazsuwuklyk factor getirilen.

X oky boýunça peýdaly işçi basyşynyň bahasyny saýlaň. Bu nokatdan gerek çuňluga çenli ýokary wertikal çyzyk çyzyň. Soň Y oky ugryny gorizontal çyzyk çekmeli plunžer liftiniň işlemesi üçin gerek bolan gazsuwuklyk faktorynyň minimal bahasyny görkezer.

Eger guýyda ölçenen gazsuwuklyk faktor nomogramma boýunça kesgitlenene deň ýa-da ondan uly bolsa plunžer lift şol guýuda işläp biler. Eger guýuda ölçenen gazsuwuklyk factor nomogrammadaky baha ýakyn bolsa, onda bu guýyny plunžer lifti ulanmak üçin amatly ýa-da amatsyz diýlip bilner. Bu ýagdaýda amatlylygy kesgitlemek üçin beýleki bahalandyрма usullary ulanmaly.

23-nji suratdaky nomogrammalary özara deňeşdirip uly diametr turbalary ulanmagyň amatlylygyny tassyklap bolar.

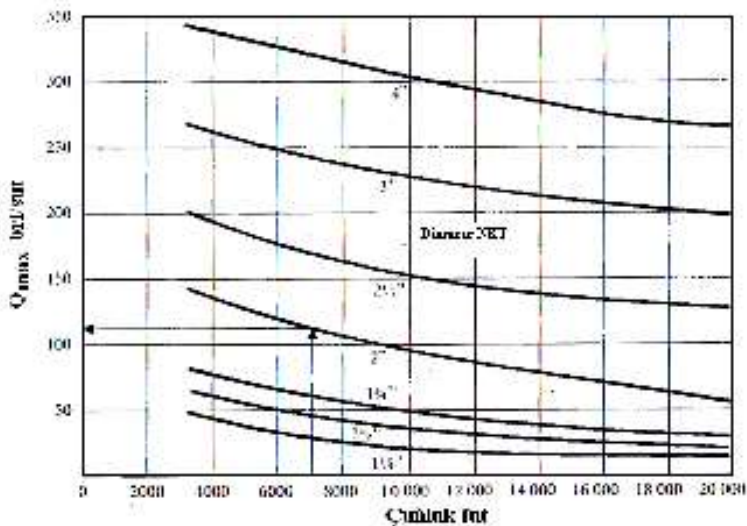
Ýöne NKT-niň diametriniň ulalmagy bilen plunžeriň ýokary hereket etmeginde suwuklyk ýitmä mümkinçiligi ýokarlanýar we ýokary gury bolup barýar. Eger plunžer ýokary gury barýan bolsa, uly göwrüm metallik göwrüm guýy üstüne batly güýç bilen üryär we bu bolsa mehaniki zepelýetmä getirýär. Bu we beýleki sebäplere görä plunžer lifti ulanmak 31/2” diametrli lift colonna ulanmak bilen çäklendirilýär.

23-nji we 24-nji suratlarda oturtma sütün diametrli görkezilmedik. Gysylan gaz plunžer lifte täsir edip oturtma sütüniň ähli boş ýerini eýeleýär, onuň diametric uly baha eýe. Umuman aýdanda diametr näçe uly bolsa, şonça hem plunžeri we suwuklygy galdyrmaga gerek bolýan basyş ýygnanmasy pes bolýar.

8.8.1. Plunžer lift ulananda maksimal suwuklyk debiti

25-nji suratda suwuklyk debitiniň plunžer liftiň ulanma mümkinçiligine täsirini bahalandyrmaga kömek berýär. Suratda NKT-niň şol diametrinde we şol çuňluk üçin plunžer lifti ulanylandaky mümkin bolan maksimal suwuklyk debiti görkezilen. Nomogrammada X oky boýunça futtda çuňluk, Y oky boýunça barrel/sutkada plunžer lifted maksimal suwuklyk debiti, dürli diametrli NKT üçin egriler getirilen.

Adatça nomogrammany ulanmak X oky boýunça analizirlenilenýän guýynyň çuňlugyny tapmak bilen başlaýar. X okyndan tapylan nokatdan berlen NKT-niň diametri bilen kesimde nokadyndan Y oky bilen kesimmesine gorizonta çyzyk geçirip plunžer lifti ulanylanda rugsat berilýän maksimal suwuklyk debiti kesgitlenilýär.



Surat 25.

8.8.2. Paker oturdylan guýuda plunžer lifti

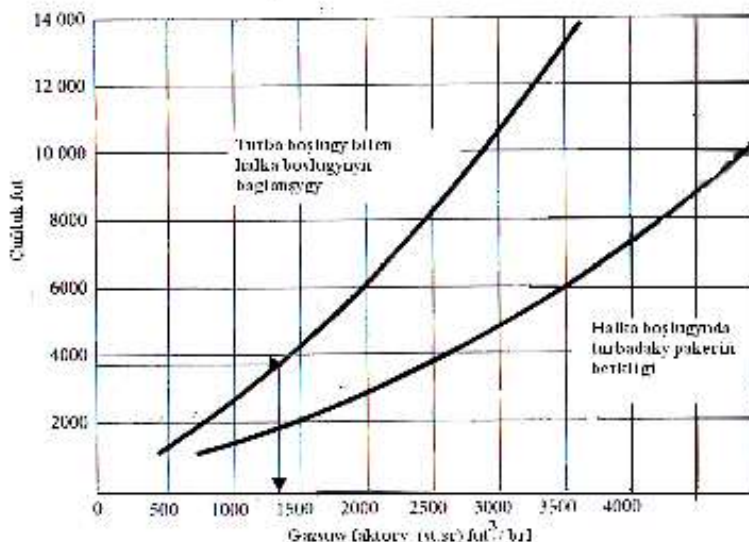
Pakerli guýularda plunžer lifti ulanma tejribesi günimizde bolsa-da ony pakersiz guýuda ulanmak amatly hasap edilýär. Haçanda paker oturdylanda pakeriň ýokarsynda we onuň ýanynda NKT-de deşik plunžer lift sistemasynyň peýdalylygyny ýokarlandyryp biler. Ýöne guýyny ulanylsa goýbermezden öň halkara giňişlikden paker ýokarsyndaky suwuklygy drenirmek gerek bolmagy mümkin.

Beýle bolsa hem käbir guýular pakerli bolup plunžer lifti ulanylanda hem ýokary gatlak basyş we debit bilen häsiýetlendirilýär. Eger guýuda paker oturdylan bolsa nomogramma (26-njy surat) arkaly plunžer lift bilen işlemäge guýynyň mümkinçiligini kesgitlenilip bilner.

Bu suratda plunžer liftiň işlemesi üçin şertleriň ýokarky çäginä häsiýetlendirýän iki egri görkezilen: pakerli guýy we pakersiz guýy üçin.

Egriler koordinatalarda gurlan: gazsuwuklyk faktor X oky boýunça we guýy çuňlugy Y oky boýunça. Eger nomogrammada gazsuwuklyk faktor we guýy çuňluk nokatlary şol çyzykda ýa-da pes (aşakda) bolsa, onda plunžer lifti şol guýy üçin amatlydyr.

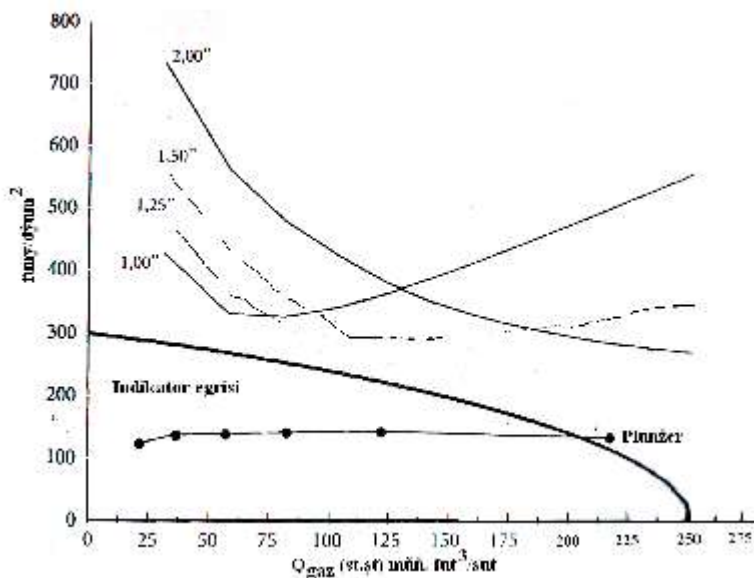
Bu surat pakeriň plunžer liftiň ulanyşyna otrisatel täsirini görkezýär. Meselem, pakeriň 1400 fut³/brl gazsuwuklyk faktorly guýuda plunžeriň işleme çuňlugy 3900 fut, ýöne paker oturdylan bolsa işçi çuňluk kiçelýär 2000 futa çenli.



Surat 26. Pakerli we pakersiz guýuda plunžer liftiň işlemesi üçin gerek talaplar.

8.8.3. Plunžer lift üçün bahalaýyn analiz usulyny ulanmak

İşde guýynyň şol bir debitinde siklini her bir etapy üçin ortaça düýp basyşynyň hasaby getirilýär. Dürli debit bahalarynda dürli NKT-lerde basyşlar deňeşdirilýär we NKT-de suwuklyk götermek üçin gerek bolan basyş kesgitlenilýär. Soň plunžer liftiň işiniň häsiýetini NKT-nyň dürli diametrindäki akym tizligi bilen deňeşdirip bolar. Beýle işleriň netijesi 27-nji suratda görkezilen. 27-nji suratda birnäçe dürli lift kolonnalar üçin indikator egrileri we häsiýetlendiriji egriler görkezilen. Bu mysalda hiç bir häsiýetlendiriji egrini indikator egrini kesmeýär, bu bolsa guýynyň işiniň ýoklugyny görkezýär. Ýöne plunžeriň häsiýetlendiriji egrisi pes gaz debitinde plunžeri ulanmakda düýpde gerek bolan dinamiki basyşy peseltmäge mümkinçilik berýär. Indikator egrisiniň basyşyň iň pes bahasyndan geçýänçä diňe plunžeriň häsiýetlendiriji egrisi akymyň egrisini kesip biler we guýudan önüm almaga mümkinçilik berýär.



Surat 27. Dürli diametr NKT kolonnalarynda akym tizligi we plunžer liftiň işçi häsiýetini bahalanma analiziniň grafiginde deňeşdirmek.

8.8.4. Plunžer lifti gurnamak we işe goýbermek

Bu bölümde plunžer lifti ulanyşa goýbermekde we gurnamakda gerek bolan we hasaba almaly görkezmeler we maslahatlar getirilen. Bu bölüm plunžer liftiň ulanyşynda, ulanyşdan öň, onuň işleme siklini sazlama usullarynda we ony maksimal önümlerlilik üçin optimizirlemegindäki ähli nogsanlyklary öz içine alýar.

Plunžer lifti işe goýbermezden öň nämäni hasaba almaly

Plunžer liftli guýyny işe gopýbermezden öň birnäçe parametrlere seretmeli. Bulardan iň esasy düýp basyşdyr. Öň agzalyp gidişi ýaly, halkara giňişlik energiýa ýygnaýjysy, gatlakdan gelýän gysylan gazy saklaýjy hökmündedir, bu gaz bolsa plunžeriň suwuklyk bilen bile üste galmasyna mümkinçilik berýär. Hut şol gaz (halkara giňişlikdäki) sikl ýygylýgyny we şoňa görä-de plunžer liftiň üstünlikli işlemesini kesgitleýär.

Beýleki bir üns bermeli faktor suwuklyk ýygnalmasy, ýagny NKT-de we halkarada ýygnalan suwuklyk mukdary. Plunžeriň işiniň sikliniň dowamlylygyny kesgitlemekde şeýle hem suwuklyk ýygnalma tizligi uly rol oýnaýar. Eger suwuklyk göwrümi gaty ýokarlansa, plunžeriň suwuklygy ýokary alyp gitme mümkinçiligi peselýär.

Üçünji üns bermeli faktor hem basyşa garşydyr. Basyşa garşynyň çeşmeleri ýokary basyş liniýa, kiçi diametrli ştuser, kompressorlar. Basyşa garşy fontan armaturanyň zadwižkalary açyk bolandaky guýudaky basyş.

Suwuklyk bilen dolylygyň görkezijisi.

Gazy guýudan almakdan öň guýyny talaba laýyk taýýarlamak möhümdir. Ilki bilen ol “arassa”, ýagny suwuklykdan azat bolmaly.

Suwuklyk bilen dolylyk görkezijisi guýynyň açylmagy taýýarlygyny häsiýetlendirip biler. Bu görkeziji (göterimde) aşakdaky ýaly kesgitlenilýär.

Suwuklyk bilen dolylyk görkezijisi = 100

$$x \frac{(\text{Statik halkara basyş} - (\text{Statik turba basyş}))}{(\text{Statik halkara basyş}) - (\text{zyňňyl liniyda basyş})}.$$

Empirik düzgüne laýyklykda, guýy açylmadan ön suwuklyk bilen dolylyk görkezijisi 40-50 %-den ýokary bolmaly, beýle bolanda suwuklyk bilen plunžer ýokary çykyp biler.

Suwuklyk bilen dolylyk görkezijisine edilýän talaplary kanagatlandyrmak şertleri guýuda emele gelýänçä garaşmak möhümdir. Eger guýyny doly açsaň ýa-da onda galdyrmakdan gaty köp suwuklyk bar bolsa, guýuda suwuklyk ýygnaýma ýokarlanmak bilen bolar. Guýyny açmazdan ön we işe goýberinden ön oňa basyşyň dikelmesine mümkinçilik bermeli. Eger wagt bar bolsa, guýyny birinji gezek duruzma dowamlylygyny basyş statik ýagdaý gelýänçä uzaldyp bolar: bu birinji işçi sikli ýerine ýetýänçä gerekdir.

Köp ýagdaýlarda birinji işçi siklde basyşy peseltmek üçin NKT kolonnasynda suwuklyk üstündäki gazy goýbermelidir. Bu suwuklyk dykysyna uly basyş tapawudynyň emele getirýär. Eger muny ýerine ýetirmek mümkin däl bolsa, onda zyňylma liniýada mümkin boldygyça çäklendirijilerden boşatmaly bolýar. Eger guýyny ulanmak üçin ştuser goýmaly bolsa, onda ol maksimal uly diametrli bolmaly. Seperatoryň goýberiji klapany hem uly goýberijilik ukyply bolmaly. 23 /1” NKT kolonnasy boýunça 1000 fut/min tizlik bilen suwuklyk dykysy hereket edende 5760 brl/sut debite deň bolar. Köplenç maksimal gaz debiti ölçemek üçin uly diametrli harç ölçeýjiniň (расходомер) ölçeýji diafragmasy ulalýar.

Plunžer liftli guýyny işe goýbermek.

Haçanda halkara we turbadaky basyş gerekli baha eýe bolanda, guýy plunžeri üste hereketlendirmäge taýýar. Plunžer liftli guýyny işe goýbermek üçin halkaradaky we turbadaky basyşlary ön görkezilen usullar bilen emele getirilýär.

Turbadaky basyşy çalt goýbermek üçin geçiriji klapany çalt açmaly. Eger bu şert ýerine ýetse, onda suwuklyk

dykysyny we plunžere maksimal basyş tapawudy täsir edýär we olary üste ýetýär.

Plunžeriň ýokary barmasy üçin gerek wagty hasaba almaly. Maksimal effektiwlik üçin plunžer 750-1000 fut/min tizlik bilen ýokary hereket etmeli. Tejribede görüşi ýaly ýokary tizlikde plunžer (1000 fut/min) işlände enjamyň çalt işçi ukybynyň ýitmesine we energiýanyň ýitgisine getirýär, plunžeriň pes tizligi gazyň plunžeriň we suwuklyk dykysynyň gapdalyndan syzmasyna getirýär we sistemanyň effektiwligine getirýär. Plunžeriň hereket etme tizligi halkara basyşynyň ösmeginden we suwuklyk dykysynyň ulylygyndan baglydyr. Plunžer ynamly dykyzlaýjy mehanizm bilen üpçin edilen bolsa, onda ol haýal hereket edip bilýär.

Haçanda geçiriji klapany açylanda NKT kolonnasyna halkara giňişlikden ýokary basyş gaz ymtylýar we plunžeri suwuklyk bilen bilelikde galdyrýar. Haçanda üstde gaz harjy kemelse, suwuklyk dyky çykyp başlaýar. Köplenç plunžerden soň käbir suwuklyk çykyp biler. Köp plunžeriň ilkinji sikllinde plunžer üste ýetenden soň guýyny bir – iki minutdan köp işletmek amatly däl. Eger guýy köp işlese, halkara basyş maslahat berilenden pese garap we netijede indiki sikl başlaýança halkarada gaty köp mukdarda suwuklyk ýygnalýar. Eger suwuklyk mukdary has köp bolsa, guýy indiki iş siklini ýerine ýetirip bilmez.

Eger başda plunžer üstde ýerleşýän bolsa, onda geçiriji klapany ýapmaly we plunžere aşak barmaga mümkinçilik bermeli. Gaz turbadaky we halkara basyşy indiki sikl üçin ýokarlandyrýar. Şeýle-de plunžer amartizatoryň pružinasyna ýetmeli. Şeýle işler ýerine ýetirilenden soň bu işleri awtomatik dolandyрма geçirip bolar. Köp häzirki zaman komtropyorlar goýberiş prosedurasyny awtomatik ýagdaýda amala aşarylyp biler.

Işçi sikli sazlamak.

Suwuklyk ýygnalmasy diňe bir NKT kolonnasynda däl-de eýsem önümlü gatlagyň guýa ýakyn zolagynda emele gelip

biler. Bu bolsa gatlagyň geçirijiligini peseldýär. Bu effektiň öwezini dolmak üçin başda birnäçe gün plunžeri “çäkli” ýagdaýdaky işçi siklide işletmek maslahat berilýär.

Aşakda plunžer liftiň sistemasynyň ulanma goýberme prosesiniň gysga yzygiderligi getirilen:

- halkara we turba basyşlary barlamaly we bellemeli empiriki düzgüni ulanmaly;

- guýyny açmaly. Plunžeriň üste galmagyna gerek bolan wagty bellemeli;

- haçanda plunžer ýokary galanda we gaz faza alnyp başlandan soň guýyny ýapyp plunžeri düýbe goýbermeli;

- halkara basyş ondan öňki sikldäki basyşa ýetýänçä guýyny açmaly däl;

- guýyny açmaly, plunžer ýene üste gelmesi üçin mümkinçilik bermeli we plunžeriň geçme wagtyny bellemeli. Guýyny ýapmaly;

- eger işçi sikl elektrik bilen dolandyrylýan bolsa, taýmerlerde we datçiklerde plunžeriň geçme wagtyny bellemeli;

- eger halkara basyşyň datçigi ýa-da magnit ölçüjü ýok bolsa, onda işçi sikl bilen dolandyrmak üçin diňe wagty ulanmaly;

- haýsy ukup ulananda hem işçi sikl gaýtalanýan bolsa, onda oňa goşulmaly däl.

Işçi sikliň durnuklaşma döwri.

Arassalama döwründe plunžeriň işçi sikli “çäkli” ýagdaýda galmaly. Plunžeriň ýokary galma orta tizliligini 750 fut/min saklamaly. Guýuda şertiň durnuklaşdygyça plunžeriň geçme wagty başda peselýär, soň durnuklaşýar. Halkara basyşy ýokarlarda sikliň dowamlylygy ulanyp biler.

Işçi sikli optimizirleşdirmek.

Haçanda guýy durnuklaşan soň plunžeriň işçi siklini optimizirläp bolar. Gaz we nebit guýular üçin optimizirleme prosedurasyny tapawutlanýar. Birinji ädim hökmünde iki ýagdaýda hem işçi halkara basyşy kesgitlemekdir. Halkara

basyşyň her peselmesinde tizlik 750 fut/min galýandygyny bilemek üçin plunžeriň galma wagtyňy bellemeli.

Eger plunžeriň tizligi 750 fut/min-dan aşak düşse halkaradaky işçi basyşy galdyrmaly. Başga ýagdaýda eger plunžer tizligi 1000 fut/min-den ýokary bolsa onda ol üste ýetende guýy köprük işläp onda suw köprük ýygnalar ýaly etmeli.

Indiki etapda plunžer üstäki guýy şleýfe işläp ýaly wagt saýlamaly. Nebit guýularda muny etmek gaz guýularynyňka seredeniňde aňsatdyr. Nebit guýulary adatça kiçi gazsuwuklyk faktor bilen häsiýetlenýär we şol sebäpden suwuklygy üste itýän gaz mukdary az bolýar.

Nebit guýusynda işçi sikli optimizirlemek.

Nebit guýusynyň fontanlama wagtyňy doly optimizirlemek üçin plunžer üste gelenden soň guýyny ýapýan magnit öçürijini lubrikatorda oturtmaly. Munuň üçin islendik datçik ulanmak bolar. Öçüriji geçiriji klapana täsir edýär we ol plunžer gelendesine guýyny ýapýar we indiki sikle gerek gaz saklanýar. Plunžer üstde durandan soň düýbe hereket edip sikl wagtyňy kemeldýär we suwuklyk almasyny köpeldýär.

Bu halkarada ýygnalan gaz ýitgisiniň önüni alýar. Bu guýynyň köp wagtlap ýapylmagyna getirerdi we umumy suwuklyk alma mukdaryňy kemelderdi.

Eger plunžer üste ýetenden soň halkara basyş ýokary bolsa, onda gaz syzmazlygy üçin halkaradaky işçi basyşy peseltmek maslahat berilýär. Adatça bu alynmany ýokarlandyrýar, sebäbi gatlak garşylyklaýyn basyş peselýär. Beýle sikl Foss we Golanyň makalalarynda getirilen. Polat plunžer lifti ulanylýan 4000 fut çuňlukly guýularda 300 bra/sut nebit alynýandygyny tassyklaýarlar.

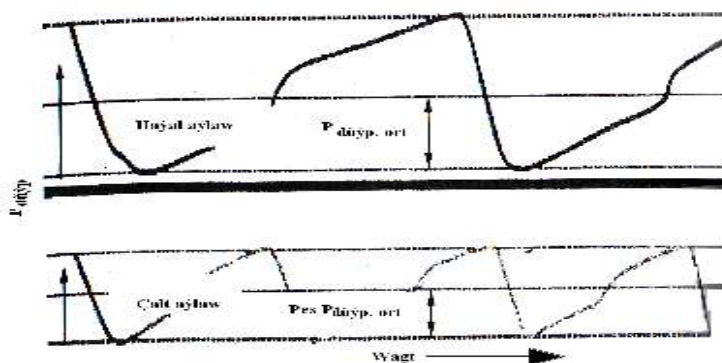
Gaz guýuda işçi sikli optimizirlemek.

Gaz guýysynyň işçi wagtyňy optimizirlemek köp zähmeti talap edýär (eger ol elde amala aşyrylýan bolsa). Plunžer üste gelenden soňky gazy almagyň wagtyňy dowamlylygy nebit guýysynyňka seredeňde ulydyr. Haçanda

plunžeriň galma tizligi 750 fut/min ýetende (peselende) guýynyň şleýfe işlemeginiň dowamlylygyny optimal hasap etse bolar. Şol tizlige ýetenden soň sikl dowamynda gatлага ortaça garşylyklaýyn basyşa üns bermeli; eger sikl boýunça kiçi mukdarda suwuklyk ýygnaalsa, ol minimal bolar.

İşçi sikliň dowamlylygyny optimizirlemek.

Ýokarda agzalan plunžeriň galma tizligini analiziniň ululyklary diňe sikli gurnamaga kömek edýär, alynma hiçkili kömegi ýok. Meselem, iş wagtynda guýa köp mukdarda suwuklyk gelmegi halkara basyşyň ýokarlanyp plunžeri we suwuklygy üste 750 fut/min tizlikde göterýär. Bu bolsa gatлага ortaça garşylyk basyşy ýokarlandyrar we alyn alynşy kemelder. Şol seapden ortaça tizlik 750 fut/min amatly (28-nji surat).



Surat 28. Kiçi suwuklyk dykylary tiz siklde çykarmaklyk ortaça dinamiki düýp basyşyň peselmegine getirer.

Plunžer liftiň işiniň monitoringi.

Guýynyň üstünde islendik şertiň üýtgemegi plunžer liftiň işiniň sikline öz täsirini ýetirýär. Eger akymda suwuklyk paýynyň kemelmegi bilen zyňylma liniýada basyş peseldilmeli bölek, onda optimal debit bilen şleýfe işiň dowamlylygyny ýokarlandyrmaly. Başga ýagdaýda, eger zyňylma liniýada basyşy ulaldylymaly bolsa, onda iş dowamlylygy peseltmeli.

Şeýle hem eger diafragmanyň diametri ýa-da ştuser üýtgeýän bolsa, onda şeýle üýtgemeleri iş dowamlylyna hem girizmelidir.

Haçanda guýy bolmalsy ýaly optimizirlenip plunžer liftiň sistemasy durnukly işlese hem ýokary önümçilik üçin guýynyň işini gözegçilikde saklamaly. Guýy we gatlak şertleri wagt geçmegi bilen üýtgeýär, şol sebäpden plunžer liftiň sistemasynyň häsiýeti hem üýtgeýär we onuň işine düzedişýär girizmäge gereklilik düýulýar. Bu operasiýany köp kontrolýorlar awtomatik ýagdaýda ýerine ýetirýär we operatorndan hemişe gözegçiligi talap etmeýär. Mundan başga-da kontrolýorlar plunžeriň galma tizligini 750 fut/min-e ýakyn ýa-da berlene ýakyn saklaýar.

8.9. Ulanyşdaky bökdençileriň analizi

Bu bölümde plunžer liftiň gurluşlarynyň ulanyşylda köplenç duş gelyän käbir bökdençilikleriň çözüliş usullarydyr ýollaryna serediler. Bu bökdençilikler sistemanyň elementleri we normal iş ýagdaýynyň bozulma häsiýetleri boýunça toparlanýar.

Geçiriji klapanda bökdençilik klapanyň syzdyrmasy.

Haçanda klapa berk-jebis (герметичный) däl bolsa, onda muňa iki sebäp bolup biler. Normal şertlerde klapanyň diafragmasyna 20-30 funt/dýuým³ basyş täsir edýär, korpus bolsa ondan hem ýokary basyş täsirinde bolýar. Daşky syzmalar adatça diafragma bilen korpusyň arasynda ýerleşen dykzylajynyň töwereklerinde emele gelyär. Munuň sebäbi ştoгыň töweregindäki dykzylajy öz işçi ukubyny ýitirýär we ýokary basyş täsirinde korpus tarapyndan akym emele gelyär. Ähli klapalarda ştoгыň töwereginde şeýle dykzylajylar bar. Kä halatlarda salnigiň basyjy gaýkasyny çekip akymy duryzyp bolýar: ýöne ony doly aýyrmak üçin dykzylajyny çalyşmalydyr.

Klapan diafragmasynyň sonasynda syzma iki ýerde emele gelip bilýär: diafragmalaryň bölekleriniň birikdirilýän flýanesiň ýanynda ýa-da wentilýasion deşikde. Eger wentil deşikde bolsa, onda diafragmanyň ýarylmasy sebäpli syzma emele gelendigidir. Flýanesde emele gelen syzmada boltdyr gaýkalary çekip syzmany ýatyryp bolar, bu ýagdaýda diafragmany çalyşmak gerek däl.

Içki syzmalar.

Köp halatlarda geçiriji klapanlarda içki syzmalar ýüze çykýar. Dykyzlaýjy element hökmünde “şar-eýer” görnüşli konfigurasiýa ulanylýar. Aşa basyş tapawudy we ýokary harç netijesinde dykyzlaýjynyň ýüzi ýuwylýar ýa-da eroziýa dugar bolýar. Eger klapanda goýulma eger bar bolsa, onda halkaly dykyzlaýjy prokladka bolmaly, ol gazdaky mehaniki serişdelere (примесь) täsirlidir.

Eger klapan dykyz däl bolsa, onda syzmany indiki ýaly aýryp bolar: klapany ýapmaly, giriş tarapyndan basyş berlip klapandaky akymy seredilýär. Eger akym bar bolsa, onda syzma eýerde amala aşýar we ony aşakdaky ýaly aýryp bolar:

- Klapan syzlamasyny barlamak. Eger ululygyna, diafragmanyň diametrine we akym troektoriyasyna baglylykda klapanyň çydaşlylyk maksimal basyşa bar. Bu basyş tapawudy üçin öndürijiler diagrammalary çykarýarlar;

- Eger klapanyň eýerme has ýokary basyş tapawudy täsir edýän bolsa, onda diafragma we pružina mün hötdesinden gelip bilmez, çydamaz. Eger klapanda diafragmanyň ýokarky böleginde syzlaýjy bolt bar bolsa, ony çekip şar we eýere basyşy ýokarlandyryarsy we netijede ýokary basyşa garşy dykyzlanma ýokarlanýar. Bolty soňuna çenli çekmeli däl, sebäbi bu ýagdaýda klapan doly açylyp bilmez;

- Mundan başga-da kiçi diametrli eýer ulanylyp bilner. Eýeriň ýanyndaky basyş tapawudy şaryň eýerde doňup galmagyna ýol bermeyär. Kiçi eýer diafragmanyň pružinasyna täsir edýän güýji kiçeldýär. Eger kiçi eýer ulanmak maslahat berilmeyän bolsa, onda uly göwrümlü diafragma ulanmak

bolar. Onuň oboýmasy has güýçli pružinalydyr we ýokary basyş tapawuda çydamlydyr;

- Klapany akyma görä öwrüp bolýar. Bu ýagdaýda ýokary basyş eýerip ýokarsyna geler we klapany ýapmaga köprüäk eder. Bu ýagdaýda habardar bolmaly, sebäbi eýere täsir edýän basyş gaty ýokary bolsa, ol klapanyň açylmagyna päsgelçilik berer. Bu çykgynsyz ýagdaýdyr, mundan soň täze klapany goýmaly, sebäbi öwürülenden soň ol klapany ses berip başlar;

- “Şar - eýer” ikilikde syzmanyň ýene bir sebäbi eýerde gidrat emele gelmegidir. Ol ýerde aşa ýokary basyş tapawudy käbir operasiýalarda gidrat emele gelmegine getirýär. Bu şertde syzmany, ol emele gelen gidraty erginleşdirmek arkaly ýok edip bolar. Haçanda gidratlar aýrylanda klapany ýene-de basyşy saklap biler.

Klapany açylmaýar.

Klapanyň açylmazlygyna ýa-da ýapylmagyna 4 faktor täsir edýär:

- diafragmanyň ululygy;
- diafragmanyň täsir edýän basyşyň bahasy;
- diafragmanyň pružinasynyň gysylma derejesi;
- zyňylma liniýadaky basyş.

Bir ýa-da bir wagtyň özünde birnäçe faktoryň kadasyzlaşmagy klapanyň normal açylmagyna päsgelçilik döredýär.

Öň diýiliş ýaly, zyňylma liniýadaky klapanyň mehanizmine täsir edýän ýokary basyş ony ýapyk saklap biler. Bu ýagdaýda diafragma gaz basyşyny ýokarlandyrmak bilen klapany açyp bolar. Bu amala aşyrylanda diafragma basyşy ~30 funt/dýuým²-den ýokarylandyrmaly däl. Eger şonda-da klapany açylmaýan bolsa, sazlaýjy wint açyk bolsa, onda eýeri kiçeltmeli ýa-da uly diafragma ulanmaly.

Geçiriji klapanyň açylmazlygynyň ýene-de bir sebäbi çekiji boltyň sazlanşy bilen baglanşykly bolup biler. Çekiji bolt klapanyň mehanizmini kelte ştok bilen birleşdirilen ýapyjy

pružinany gysýar. Eger bolty aša çeksek klapany doly açylyp bilmez. Akym eýerden geçeninde boltyň çekme güýji minimal bolmaly.

Ýokarda agzalan faktorlar saz bolsa, ýene-de klapany açylmaýan bolsa, onda ol ýerde mehaniki näsazlyk bolmagy mümkin. Meselem, ştok gyşaran ýa-da klapany dykylan.

Klapany ýapylanok.

Ýokarda agzylanlaryň köpüsi klapanyň açylmazlygy bilen baglanşykly bökdençilikleri ýüze çykarmak we ony ýeňil geçmek üçin ýaramlydyr:

- zyňylma liniýadaky basyş ýapylmaga bökdençilik döreder;

- ýokarky sazlaýjy bat hem gaty gysylan bolsa, bökdençilik döreder;

- käbir şertlerde klapanyň mehanizminde buz emele gelýär; buz şar we eýere doly dyklyzlykly bolmagyna mümkinçilik bermeyär we klapany ýapylýar;

- şeýle hem klapanyň ýapylmagyna şar we eýer aralygynda galan çäge, parafin, kebşirleme galyndylary we beýleki dep materiallar sebäp bolar;

- kontrolýor gazy çykarmasa klapany ýapylmaýar.

Kontrolýor bökdençilik.

Plunžer liftiň gurluşynyň has çylşyrymly bölegi kontrolýordyr. Önümçilikde köp dürli kontrolýorlar bar, olaryň hemmesine bu bölümde seredip bilmers. Ýöne diňe has ýygý duş gelýän kontrolýorlara sereders. Aslynda ähli kontrolýorlar meňzeş işçi häsiýete eýedir. Adatça olar pnevmatik çesime ulanýarlar (20-30 funt/dýuým² basyşda gaz). Haçanda gaz kontrolýorden klapanyň diafragmasyna ugranda geçiriji klapany açylýar. Haçanda kontrolýor gaz gelmesini ýapýar we ony diafragmaadan aýranda geçiriji klapany ýapylýar.

Kontrolýoryň näsazlyklaryny ýüze çykarmak we ony aýyrmak bölümi iki bölüme bölünýär: elektron we pnevmatik.

Elektronika.

Eger kontrolýor adaty işleýän bolsa, ýöne elektron enjamlar babatynda guman bar bolsa ilki bilen displeýde maglumaty barlamaly. Wagt indikasiýasyndan başga-da kontrolýorlaryň köpüsi kontrolýorlaryň iş režimini görkezýär.

Displeý işlemeýän bolsa, onuň sebäbi ilki bilen çeşmäniň ýoklugydyr, şol sebäpden batareýalary barlamaly.

Eger batareýalar adaty bolsa, onda onuň iş režimini (açyk ýa-da işleýändigini) barlamaly. Soň geçiriji klapanyň ýagdaýyny barlamaly. Eger hemmezat adaty bolsa kontrolýoriň aşak bölegindäki ölçeg priborlaryň görkezijilerini barlamaly. Ölçeg pribor çep tarapdan – kowma basyşy; sag tarapdan – liniýadaky basyşy görkezýär. Kontrolýora berilýän basyş 20-30 funt/dýuým² bolmaly. Eger basyş 20 funt/dýuým²-den pes bolsa, onda bökdençiligi kowma basyş çeşmesinde gözlemeli.

Şeýle hem funksional blogyň işini barlamaly.

Pneumatika.

Kontrolýorlarda pneumatik signaly dolandyrmak üçin adatça aralyk klapalar ulanylýar. Olar özbaşdak işleýär. Ýapyjy klapa elektromagnitden we kiçi tabak şekil klapandan durýar. Haçanda elektrik impuls elektron moduldan magniti işledende, ol hem tarelkany çekip eýerden aýyryp berilýän gazy geçiriji klapan berende işe goýberilýär. “Öçürme” komandasynyň elektron blogyndaky impulsy elektromagnitiň polýarlygyny üýtgedýär we tarelkany boşadýar, soň pružina ony ýapyk ýagdaýa getirýär. Tarelka görnüşli klapa ýapyk ýagdaýda gazyň diafragma barmagynyň önüni alýar we ony goýberip geçiriji klapany ýapýar.

Näsazlyklary ýüze çykarmak we tehniki hyzmatlary bu klapalarda meňzeşdir. Eger pneumatika bilen bagly näsazlyk bar bolsa, ilki bilen kontrolýoriň aşak bölegindäki ölçeg priborlaryň görkezijilerini analiz etmeli. Eger berilýän gaz kontrolýore gelýän bolsa, onda haçanda kontrolýor işçi ýagdaýda “ВКЛ” iki ölçeg pribor hem şol bir basyşy gşjeňlik ýatyrlyan «ВЫКЛ» bolsa ikisi hem nula deň bolmaly. Eger beýle bolmasa, onda – kontrolýoryň klapany näsazdyr.

Plunžeriň gelme datçiginde näsazlyk.

Plunžeriň gelme datçigi – plunžer liftiň gurluşlaryň aglabasynda esasy gurluşlaryň (enjamlaryň) biridir. Onuň maksady plunžeriň lubrikatora gelenini kesgitlemekden ybaratdyr. Plunžeriň gelmegi kontrolýor üçin guýyny ýapmak üçin ýa-da klapany beýlekä geçirmek üçin ýa-da plunžeriň gelmeginiň belleýjisinde (sçýotçik) sikli hasaba almak üçin uşarat (сигнал) bolup hyzmat edýär (gaz guýuda).

Köne elektrik beýlekä geçirijilerde kontakt toparyny birleşdirmek üçin geçirijide magnit ulanylýar. Beýle geçiriji kontrolýore uşarat goýberýän halkany birleşdirýär. Beýle geçirijiler bökdengsiz işlese hem olaryň mehaniki näsazlygy mümkindir.

Häzirki zaman asma geçirijiler (переключатель) plunžer gelenikde NKT-de polýarlygyň üýtgemesine reagirleýär.

Haçanda plunžer üste geleninde ýöne lubrikatora geçirijini işletmek üçin ýeterlikdäl daşlykda bolanda sistemasyny plunžer lubrikatora ýeter ýaly kolibrlemeli. Plunžeriň lubrikatory gerekli aralykda ýetmegi üçin we datçik bilen kontakty emele getirmesi üçin yokarky gapdal sowma akym üçin açyk bolmaly. Käbir guýularda üstde bir gapdal sowma bar; ýöne onuň sanynyň iki bolmagy ol datçigi ulanmakdaky bökdençilikleri ýeňmege köp mümkinçilik berýär. Ätiýaç wariant hökmünde datçigi lubrikatoryň aşak böleginde ýa-da aşaky gapdal sowmaň aşagynda ýerleşdirmek bolar.

Guýy üstünde gaz syzmasy.

Howpsyzylygy we daşky gurşaw goranmany üpçinçiligi üçin gaz syzmasynyň önüni almaly. Köp halatlarda syzma defektli hyrlar sebäpli üýze çykýar. Üst armaturasyny berkitmek üçin boltlaryň ýanyndaky syzmalar adatça boltlaryň ýalňyş çekilişi, üsti abatlamagyň hiliniň pesligi ýa-da boltla zepel ýeteni bagly bolup biler.

Boltly birleşmelerden başga hem syzmanyň guýy üstünde köp gabat gelyän ýeri çäklendiriji şahasy (узел ограничителя) ýa-da lubrikatoryň mufta bilen birleşdirmе hyrlarydyr. Adatça çäklendiriji salnik goýulýar. Çäklendirijidäki syzmany adatça salnigiň gysma gaýkalaryny çekmek bilen ýeňil bolar. Eger muny edip bolmasa, onda ähli çäklendiriji şahasy çalyşmaly.

Lubrikatoryň ýokarky seksiyasynda halkaly dykyzlaýjy prokladkany çalt boşýan birleşik ýerleşýär. Bu birleşik dykzyda bolmagy mümkin we şol sebäpden prokladkany wagtal-wagtal çalyşmaly.

Plunžeriň ädimini çäklendirijiniň näsazlygy.

Bu çäklendirijiniň plunžeri lubrikatorda saklamaga mümkinçiligi bolmaly, ulanyş wagtynda däl-de plunžeri barlamak üçin. Çäklendiriji plunžeri tutýar we ony saklaýar:

- Çäklendirijide ýumruk şekilli pružinamagy gurluş ulanylýar. Ony işe goýberip plunžeri saklamak üçin winti doly açmaly ýa-da çäklendirijiniň eltutowajyny boşatmaly. Iki ýagdaýda hem kulaçok plunžer hereket edýän boşluga geçýär. Plunžer geçip barýarka kulaçok süýşýär we geçirýär. Onuň geçeni dessine ýumruk şekilli pružinaşygy şaýba çekýar we plunžeriň aşak guýa gitmeginiň önüni alýar;

- Köne görnüş gurluşlarda köp duş gelyän beýleki çäklendirijilerde pružina diregi ulanylýar, ol plunžeri sürtülme güýjiň hasabyny saklaýar. Bu çäklendiriji wintli pružinadaky şardan durýar. Haçanda plunžer şaryň ýanyndan geçende pružinanyň kömegi bilen şar we plunžeriň diwary arasynda sürtülme güýji emele gelyär we ony gaçyrmaýar.

Çäklendirijiniň näsazlygyny anyklamazdan ön plunžeriň üste geçýänligini anyklamaly, soň bolsa onuň lubrikatory doly ýetip çäklendiriji bilen täsirleşme mümkinçiliginiň bardygyny anyklamaly. Plunžeriň lubrikatory doly barmagy üçin çäklendirijiniň aşagyndaky çykyş deşigi açmaly. Mundan başga-da eger aşaky gapdal sowmany ýpsak, ähli akym ýokarky gapdal sowma ugur alar we plunžeri ýokary

lubrikatora elter. Eger munda-da çäklendiriji plunžeri tutup bilmese, oňa goşmaça seretmeli.

Çäklendirijiniň näsazlygy anyklanylanda birinji üns bermeli zat onuň buz (gidrat), parafin ýa-da beýleki mehaniki galyndylar bilen hapalanmagyny barlamakdyr. Bu del materiallary aýyrmak bilen çäklendirijiniň işçi ukybyny dikeldip bilýäris.

Soň çäklendirijiniň ştuserini barlamaly çäklendirijini tutmaga we saklamaga işjeňligini el bilen barlamaly. Ştuser görünmez ýaly hereket etmeli we şol ýagdaýda galmaly. İşçi ýagdaýda ýumruk şekilli şaýba (şarik) plunžer hereket edýän boşlugynda süýsmeli. Eger bu plunžer hereket edýän bolsa ýa-da korpusa yzyna hereket edýän bolsa, onda ony abatlamaly ýa-da çalyşmaly. Guýynyň üsti açyk wagty hiç hili işi plunžer bilen amala aşyrmaly däl.

Basyş datçigi näsazlygy.

Köne, ýöne häzir hem ulanylýan plunžeriň sikliniň işe goýbermegiň ýene bir usuly halkaara basyşyny bagly işleýän geçiriji manometri ulanmaga esaslanandyr. Geçiriji manometr – iki sazlanýlýan kontaktly we dilli basyş indikatorly elektrik halka baglanylan manometrdir. Halkalardaky basyşyň üýtgemegi diliň, basyşyň ýokarlanmagyna ýa-da peselmegine baglylykda kontaktlaryň biriniň ugryna hereket etmegine mejbur edýär. Haçanda dil halka geçiriji klapanyň açalmasyna ýa-da ýapylmasyna aşarat berýär. Geçiriji manometrlerde näsazlyk has selçeň ýüze çykýar. Olar ynamsyz elektrik kontaktlaryndan ýa-da bad liniýadaky näsazlyklardan ýüze çykmagy mümkin.

Ölçeg diagrammasy boýunça gaz akymyny dolandyrmak.

Kontrollerleri, belli ölçenen basyşy saklap drossel zadwižkasyny açmak ýa-da ýapmak ýolyny ualnamk bolar. Olar plunžer sistemasynda ulanylanda maksady basyşa baglylykda çäklendirilmäni başdaky gaz basyşynyň pulsasiýasyny saklamakdan ybaratdyr. Beýle kontroller adatça

kompressorlarda we önümçilik gurluşlarda ulanylsa hem. Plunžer sistemasynda hem ulanylýar. Ýöne gazy almagyň beýik (ýokary) nokadyny hasaba alýan (belleýän) elektron datçik ulanmak gowy alynmaň kiçelmegine getirýär.

Gurluş basyşy belleýär soň bellenen signaly pneumatiki sistemasynda geçiriji klapanyň diagrammasyna berilip akymy drosselleýän howanyň proporsional basyşyna öwürýär. Bellenýän basyş ýokary basyşyň gaty elementlerine täsir edýär we ol dolandyryjy klapany işledýär. Dolandyryjy klapanyň kömegi bilen beýle drosseleme klapanyň priwodyna berilýän basyşy üýtgedýär. Geçiriji klapanyň drossellemesi netijesinde gurluş sazlanýan basyşy hemişe saklamaga ymtylýar. Eger sistemada drossel üçin gerek basyşy berip bilmese geçiriji klapany giň açylyp galýar. Beýle bolsa hem bellenýän basyş öňden hasaplanan maksimumdan geçýär, geçiriji klapany doly ýapylýar.

Bu sistemanyň iki ýeri bar. Kontrollýore berilýän gaz kiçi diametrli ştuser we harç ölçejji bilen paýlanýar (дозируется). Çykyş signaly dolandyrylan gaz akymy pes bolanda şol harç ölçejjiniň ýagdaýyny barlamaly. Ştuser gaty kiçi diametrli we çalt hapalanyp bilýär. Ýöne ony inçe siým bilen arassalamak mümkin. Gowysy hapalanmanyň önüni almak üçin ştuserden ön filt goýmak maslahat berilýär. Eger kontrollýor datçiginiň belleýän basyşyna reagirlemeýän bolsa, onda ol datçigi barlamaly.

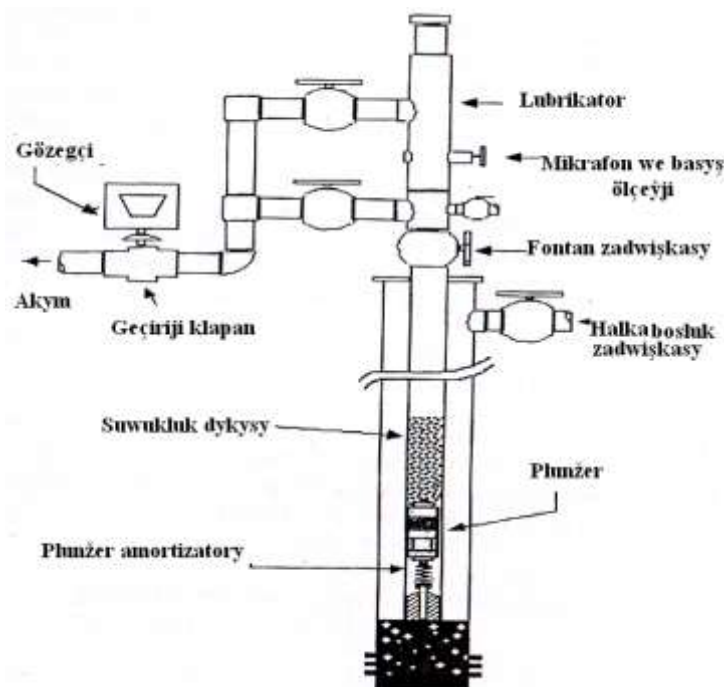
Plunžer liftiň işi bilen bagly näsazlyk.

Plunžer aşak gaýdanok.

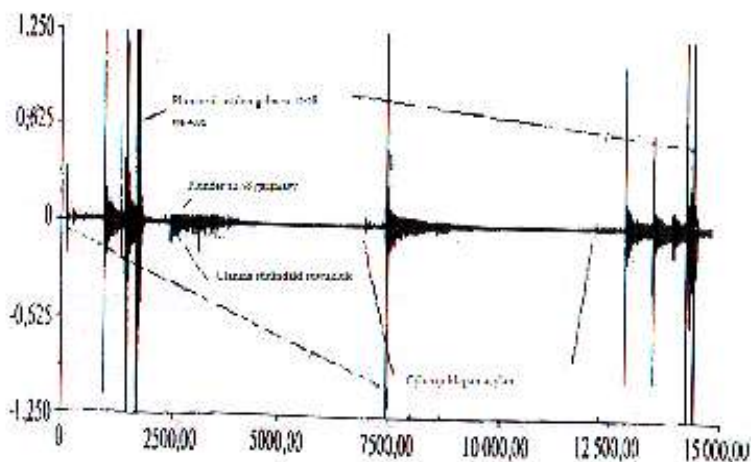
Plunžer erkin hereket edýän bölüji gurluş bolup onuň guýy düýbine gaýdyp gelmesi oňa täsir edýän agyrlýk güýje baglydyr. Ýapyş döwrüniň soňunda eger plunžer üstde galsa ýa-da üste çalt gaýdyp gelýän bolsa (guýy açylandan soň), onda lubrikatorda ýa-da guýy sütüninde onuň düýbe hereketine bolan bökdençiligiň barlygydyr.

Haçanda plunžer üste gaty çalt gaýdyp gelende, onuň ýapyk düýbe baryp (ýetip) gelenini anyklamaly. Real ýagdaýda

plunžer 750-1000 fut/min tizlik bilen galmaly. Ýöne onuň düýbe hereketi haýal bolup biler. Haçanda plunžer aşak hereket edeninde gaz ondan geçer ýaly beýnassyz (geçiriji klapanly) plunžerler diňe 250-500 fut/min tizlikde ýa-da ondan hem ýokary) hereket eder. Beýnasly plunžerler aşak 500-1000 fut/min tizlikde hereket eder. Almagyň derejesini ýokarlandyrmak üçin aşak hereketi ýokarlandyrmaly. Eger gatlak flýuidiniň akymynyň soňky fazasynyň wagtynda guýa suwuklyk ýygnalan bolsa, maksimal derejä ýetmek üçin plunžer amortizatoryň pružinasyna ýeteninden guýy açylmaly.



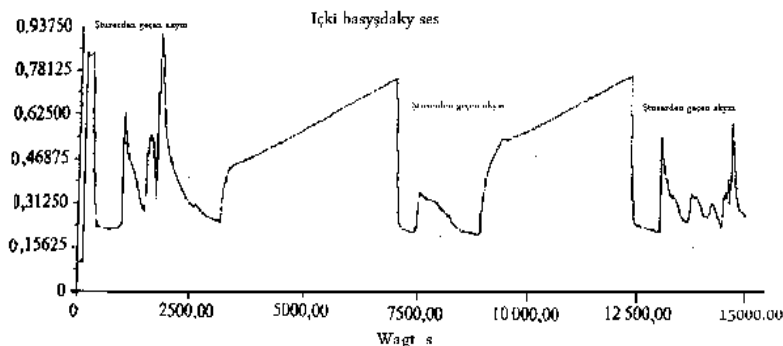
Surat 29. Plunžer liftiň gurluşynyň işini analiz etmek üçin Ekhometr ugurly guýynyň shemasy.



Surat 30. Plunžer ėdiminiñ monitoringinde Ekhometr tarapyndan ýazylan akustik we manometrik signallar mysaly.

Ekhometr inc kompaniýasy plunžeriñ galma we düşmesinde hereketini yzyrlaýan sistemasyny işläp düzdi. Beýle sistemasy bilen her guýyny enjamlaşdyrmak ykdysady nukdaý-nazardan amatly däl, ýöne ony guýynyñ işini analiz etmek we soñ dominirlemek üçin ulanmak bolar. Iş ýagdaýda bu sistemasy plunžer ýagdaýyny akustik usul bilen ölçäp bilýär. 29-njy suratda wagt boýunça plunžeriñ hereketini bellemek üçin Echometr gurluşynyñ shemasy görkezilen. 30-njy suratda plunžeriñ işçi halkasynda basyş we sel signalynyñ bellik mysaly (nugasy) getirilen.

Eger ulanma girizilende plunžer endigan hereket edýän bolsa, onda NKT kolonnasy gyşarmadyk. Eger NKT-ñ babatynda süşen bar bolsa, onda ondan NKT-ñ kese kesigine gabat gelýän daşky diametrli şablon geçirmeli. Ulanylýan şablonyñ uzynlygy plunžeriñ uzynlygyndan pes bolmaly däl. Şablon hereket edeninde eger NKT-ñ del jynslar bar bolsa, onda ol gysylyp galmaz ýaly gözegçilik etmeli.



Surat 31. Ekhometr gurluş bilen barlag geçirilende turbadaky basyşy hasaba almak.

Eger NKT-ň ýagdaýynyň gowulygyna gözümüz etse, onda plunžeriň düýbe etmegine has ýaýbynlaşan iki sebäp – buz (gidrat) ýa-da gaty uglewodorod galyndylary (parafin) päsgelçilik berer. Adatça plunžer köp hereket edeninde NKT-ň diwary parafinden arassalanýar. Galyň parafin galyndylary NKT-den Feralar bilen aýrylmaly.

Gidrat emele gelme köplenç gaz guýularynda gazyň çalt giňeýän çuňlugynda (3000 fut) emele gelýär. Eger guýuda gidrat bar bolsa, onda ony işeň şerte getirmek üçin metanoly serpmek üçin sistema gerek bolmagy mümkin.

Echometr sistemasyny guýuda analiz geçirmek we näsazlyklary kesgitlemek üçin hem ulanmak bolar.

Plunžer üste ýetmeýär.

Plunžer lift işlände onuň doly pružinadan üste lubrikatora) çenli hereket etmegi talap edilýär. Eger plunžer üste ýetmeýän bolsa, onda suwuklygyň bir bölegi, belkide ähli ýygňalan suwuklyk guýuda galýandyr.

Plunžeriň üste gelmegi ideal wagty onuň 750-1000 fut/min tizlikdäki diapazonynda kesgitlenilýär. Ýöne bu diňe bir ideal ýagdaýda ýöne köp gurluşlar pes tizlikde işleýär. Şol sebäpden plunžeriň geçmegine köp wagt bermeli. Eger plunžeriň üste ýetmegi üçin ýeterlik wagt berilen bolsa (100-

200 fut/min tizlikde galmany göz önünde tutup), onda beýleki mümkin bolup biljek näsazlyklara seretmeli.

Ilki bilen sistemasyny mehaniki näsazlyk üçin barlamaly. Plunžeriň düýbe hereketine päsgelçilik berýän näsazlyklaryň köpüsi onuň üste çykmasyňa hem päsgel berip bilýär. Dürli bökençiliklerden başga-da NKT-lerde hereket üçin päsgelçilik bolup biler – çişen we dürli içki diametrli NKT-ler, NKT-den syzma, NKT-de gazlift klapanlaryň şondreliligi we ş.m. Adatça haçanda plunžer kese-kesigiň ulalýan ýerinden geçende ol dyklyzlygy ýitirýär we düzýär.

Plunžeriň ýokary galyp bilmezliginiň bir sebäbi hem onuň özüniň näsazlygydyr. Baýpasly plunžerde olaryň dyklyzlygyny bozýan syzmalar ýuze çykýar. Plunžeri wagtal-wagtal doly barlamaly. Seýrek bolsa hem plunžer guýyda bölekler bölünip biler. Haçanda adaty şertlerde plunžeri ýokary üste getirip bolmadyk ýagdaýda pes basyş seperatordan lift kolonnadan gazy goýbermek bilen ýokary gadyryp bolar.

Eger bu prosedura kömek etmese, onda plunžeri guýudan trosyň kömegi bilen çykarmaly bolar.

Plunžeriň üste çykmazlygynyň ähli ulanyşdaky näsazlyklary ýokarda getirildi. Işe başlamazdan ön guýynyň taýýarlygyny barlamaly. Oturtma sütünde gerek bolan basyşy ýetip bolmak mümkinçiligini barlamaly.

Plunžeriň getme tizligi ýokary.

Plunžer ýokaryk tarap gaty ýokary tizlik bilen hereket eder, eger-de onuň üstünde suwuklyk ýok bolsa we zepel ýetme sebäp bolup biler. Ýokary tizlik plunžeriň dyzlanma mehanizminiň hereketiniň effektivligine täsir etmese hem guýynyň howpsyzlygy üçin we enjamlaryň gulluk döwrümiň uzamasy üçin plunžeriň galma tizligini 1000 funt/min-den ýokarlanmaýan tizlikde saklamalydyr. Plunžeriň lubrikatory uruş güýji onuň tizliginiň kwadratyna proporsional ösýär. Plunžer we lubrikator normal, adaty tizliklerde biri-biriniň urgysyna çydamly konstruirlenen bolsa hem, tizlikleriň ýokarlanmasy olaryň bozulyp tiz hatardan çykmagyna getirýär.

Plunžeriň ýokary tizlikde ýokary hereket etmeginiň ýene-de bir sebäbi bar.

Ulanýşyň normal iş şertinde plunžeriň geçme tizligini kemeltmek, halkara basyşyň ösmesini kemeltmek ýa-da suwuklyk dykysyny ulaltmak arkaly amala aşyrylýar. Beýle şerti guýynyň şleýfe işlemesiniň döwrüni plunžer üste geleninden soň ulaltmak arkaly amala aşyrylýar, ýa-da guýyny ýapma döwrüni kiçeltmeli. Munuň başga bir ýoly guýudan gelyän akymy drossellemekdir, ýöne bu maslahat berilmeýär. Sebäbi bu alynşy kemeldýär.

Plunžeriň ýokary hereketiniň ýokarlanmasynyň ýene-de bir sebäbi bar. Plunžer NKT-de aşak hereket edende, suwuklyk bolsa hem, guýy ýapylma döwründe ol plunžer üstündäki boşlukdan oturtma sütüni akmagy mümkin. Muňa sebäp bolup, guýy ýapylma döwründe NKT-ä gelyän gaz köpürjikleri ýa-da NKT-de başmakdan aşakda oturtma sütünde suwuklyk derejesiniň peselmesi emele gelip biler. Mundan başga-da pružinanyň konstruksiyasy, eger NKT-de uly dyky emele gelse awtomatik zyňylmany göz önünde tutýar.

Bu ýagdaýy dolandyrmagyň bir usuly amortizatoryň pružinasynyň aşagyndaky ters klapany ulanmakdyr. Ters klapany ulanmak üçin aşa uly suwuklyk dykysyny saklap bilmeli. Ol suwuklyk dykyny basyşa gazamazdan saklamany başarmaly.

Bu näsazlygy ýeňmegiň bir usuly hem kesilen eýerli ters klapany ulanmakdyr. Beýle ýagdaýda akym emele gelyär. Basyşyň dikelme döwründe ters klapany suwuklygyň plunžeriň aşagyna akmagynyň önüni alýar, ýöne sikl yzygiderligi üçin suwuklyk dyky gaty uly bolar we ol plunžer aşagyna syzma arkaly geçer.

Beýleki usul ters klapanda täze pružin aşagy eýýer ulanmaga esaslanandyr. Sikliň işlemeýän wagtynda ters klapany suwuklygy plunžeriň üstünde saklaýar; eger turbadaky basyşy ýokarlandyrmaly bolsa, suwuklygy plunžeriň aşagyna gysmak üçin basyş eýere berilýär. Mundan başga-da NKT-de uly

dykylar emele gelýän bolsa, pružinany awtomatik zyňylma sazlap bolar.

Gazyň aşa pes akmagy bilen bagly näsazlyklar.

Gazyň aşa haýal akymy plunžeriň üste çykmagy üçin gerek bolan basyş tapawudyny peseldip biler. Akym näçe haýal gitse, şonça-da plunžere basyş tapawudy pes we onuň üste galma maýy (şansy) peselýär. Gazyň tizligi näçe ýokary bolsa, şonça hem plunžeriň işçi effektiwligi ýokary.

Kiçi diametrli ştuser we zyňylma liniýada ýokary basyş gaz üçin açyp bökdencilik bolup biler we sistemanyň maksimal effektiwligine päsgelçilik döreder. Guýudan akymy droselleme gerek bolanda ştuser mümkin boldygyna uly bolmaly. Bu şerti ýerine ýetirmek üçin ýer üsti enjamlaryň modifikasiýasy gerek bolar, ýöne bu özüni ödeme bilen baglanşykly kynçylyk ýüze çykarar. Eger zyňylma liniýada basyş aşa ýokary bolsa, ony peseltmegiň ugruny çykmaly.

Plunžer lift bilen baglanşykly ýer üsti enjamlarda näsazlyk.

Serkulasiýa prosesinde ýetmezçiliginiň biri olar ýer üsti enjamlara we KU II sistemasyna näsazlyklar döredýär. Bu kategoriýa plunžer lift hem girýär.

Plunžer lift bilen enjamlaşdyrylan guýy ulanma girizilende ýer üsti enjamlardan ýokary basyşly pulsirleýän gaz akymy geçýär. Ýer üsti enjamlar orta debite görä hasaplanylyp taslanýar. Bu näsazlygyň çözülmegi üçin zyňylma liniýada sazlanmaýan ştuser oturtmakdyr. Bu ştuser gazyň başky pulsasiýasyny sazlama derejesine çenli çäklendirse hem ol gazyň we suwuklygyň soňky akymyny hem çäklendirýär.

Hususan-da suwuklyk dykysy ştuserden geçeninde gaz üçin akym tizligi dessine kiçelýär we plunžeriň önünde emele gelen suwuklyk diwary klapany ýapmaga ekwiwalent effekti döredýär. Netijede alynyş göwrümi kiçelýär.

Bu näsazlygy guýy işini optimizirlemek bilen ýeňip bolar, ýöne ony ýola goýup bolmasa, onda beýleki usullary ulanmak bolar. Has ýaýran usullaryň biri hem drosselleýji

kontrolýorli klapan oturtmakdyr. Ol akym boýunça basyşy çäklendirýär. Bu görnüş kontrolleri ýer üsti sistemasy üçin işçi diapazon çäginde çäk basyş bahalaryny optimizirmek arkaly optimizirläp bolar. Haçanda bir näçe guýy plunžer lift bilen enjamlaşdyrylyp ulanylanda pulsasiýanyň effektiwligi birnäçe guýudan bir ýygnaýjy kollektora gaz bermek ýoly bilen newilirlenip bilner. Gazyň harjynyň pulsirlemesi dürli guýularda dürli wagt interwallarda bolup geçýär.

Guýy debitiniň peselmegi.

Plunžer liftli guýynyň işini düzmek ýa-da optimirmek alynýşyň göwrümini düýpgöter üýtgedip biler. Guýynyň şleýfe işlemeginiň kiçi mukdarda alynýşynyň gysga möhletine seredeliň. Bu ýagdaýda kiçi göwrümlü suwuklyk dykysyny çykarmak üçin halkara basyşynyň in kiçi dereje dikelmegi gerek, munuň üçin az wagt gerek. Netijede kiçi orta dinamiki düýp basyş we alynýş derejesi ýokary. Bu ýerde çäklendirme şleýfe işlemeginiň gysga döwri gaty kiçi suwuklyk dykylaryna getirer ýa-da ol düýbinden bolmaz, ýapylmagyň döwrüniň aşa uzaklygy plunžeriň düýbe gelmegine päcgelçilik berýär. Mundan başga-da ýokarda agzalyşy ýaly eger guýy ýapylma döwründe suwuklyk ýitýän bolsa, onda bu alynýşyň kiçelmegine getirýär.

Guýy işinde ýygy-ýygydan bökdençilik.

Kä bir guýular, iş režiminiň has kiçi üýtgemegine hem täsirli, sebäbi olar guýularyň önümlerijiligine täsir edýär. Kiçi debitli guýularda suwuklyk ýygnaalma üçin şert döreýär.

Plunžer liftli guýuda suwuklyk ýygnaalmasy adatça aşa köp fontanlama döwrüniň ýa-da guýy ýapylanda halkara basyşynyň gaty kiçi derejesi netijesinde emele gelýär. Şeýle-de kiçi diametrli NKT-de plunžer lifti ulanmak bu bökdençiligi has çylşyrymlydyr.

Plunžer liftli guýuda suwuklyk ýygnaalma mümkinçiligini peseltmek üçin plunžeriň işçi siklini has hasaba laýyk düzmek gerekdir.

Eger ýygñalan suwuklyk doly guýyny ýapsa, onda guýy ulanma goýberilende amala aşyrylan ähli prosedurany barlamaly. Başda guýyny ýapmaly we basyşyň dikelmegine garaşmaly. Guýyny işe goýbermezden öň swabirleme ýoly bilen arassalamaly. Eger gatlak ýokary geçirijilikli bolsa, guýy ýapylma döwründe suwuklyk gatлага siňýär. Häzirki döwürde sikli wagıt boýunça we basyş boýunça düzmek üçin köp dürli kontrollerlar bar, olar dürli optimizasiýa algoritmine niýetlenen.

Plunžer konstruksiýasynda täze konsepsiýasy.

Täze iki seksiýaly plunžer (MGM WEL Secvice, Kopnuc Kpuctu, Texac: uly debitli guýularda düýbe geçmek (ýetmek) üçin niýetlenendir. Kä bir guýularda plunžer gazyň 1 mln.fut/sut debitinde we ondan-da ýokary bolanda düýbe ýetýär. Iki seksiýa plunžeriň iki bölegi hem uly kese-kesikli kanaly bar. Haçanda olar bir-birinde baglanşyksyz nil boýunça aşak hereket edende, gaz aşaky bölegiň gapdalyndan we ýokarly bölegiň içinden geçýär. Iki bölek hem düýpde birleşýär. Üste gelýän plunžer hereketli ştoğa urýar. Hereketli ştok plunžeriň böleklerini baglaýar, porşen bolsa tutujy silindr tarapyndan saklaýar.

Şarik düýbe yzyna goýberilýär we porşene garaşýar. Üstde porşen boşandan soň düýbe hereket edýär we şarik bilen birleşýär, soň bolsa sikl gaýtalanýar. Plunžer ýapmagyň gysga wagty gelende boşaýar. Eger guýuda basyş we akym garşylygy plunžeri saklamaga mümkinçiligi ýok bolsa tutmagyň mehaniki sistemasy ulanylyp bilner.

Plunžer düýbe 1000 fut/min we ondan hem ýokary hereket edip biler, bu wagtda guýy şleýfe uly debit bilen işleýär.

Iki seksiýaly plunžeriň sistemasynyň beýleki artykmaçlygy hem onuň halkaradaky basyşy ulanmazdan effektiw işläp birijilik ukybydyr. Ol ýokary basyş hasabyna däl-de äkidilýän suwuklyk göwrüminiň kiçeldipmesiniň hasabyna ýerine ýetýär. Iki seksiýa plunžer kiçi diametrli

(27/1”) ýa-da pakerli guýularda işlemäge ukyplydyr. Kompessor bilen enjamlaşdyrylan guýy bu plunžerli sistemasyna aňsat uýgylaşdyrylyp bilner. Ýygňalan suwuklygyň kiçi göwrümi sorma basyşa az täsir edýär we kompressor resirkulirleýji klapanasyz işläp biler.

8.10. Kiçi debitli guýulary ulanmak

Aşakda kiçi debitli guýuda plunžer lifti ulanmagyň iki usuly getirilen. Olaryň birinde plunžer oturtma sütünde hereket edýär, beýlekide bolsa gaz guýy üstündäki gapdal sowmadan gaz berilýär.

Kiçi debitli guýularda oturtma sütüninde plunžeri ulanmak.

Plunžer diňe oturtma sütün boýunça hereket edýär.

Guýuda NKT ýok. Plunžer üstündäki suwuklyk ýygňalyşyna reagirleýär, içindäki geçiriji klapan ýapylýar, guýa gelýän gaz plunžeri we dykyny üste galdyrýar.

Plunžer aşak we ýokary pes tizlik bilen hereket edýär. Ol rezin manžet bilen enjamlaşdyrylan. Oturtma sütüniň büdür-südürligi näçe ýokary bolsa, şonça hem manžetiň iş döwri pes. Hasaplama maglumatlary FBI (Taýler şt.Tehas) kompaniýasyndan alnypdyr.

Oturtma sütün üçin plunžer ulanmagyň mysaly:

Zyňylma liniýada basyş 30 funt.dýuým³;

Oturtma sütün: 41/2”, 11,6 funt/fut çyzyklaýyn dyklylygy;

Guýy çuňlugy: 5000 fut;

Nebit debiti – 6 brl/sut, suw – 4 brl (gaz – 40 mln.fut²/sut);

Statik üst basyş – 260 funt/dýuým²;

Umumy otnositel dyklylyk – 960.

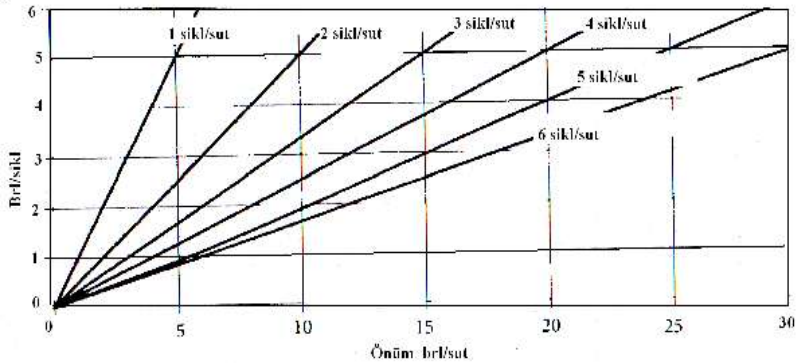
Operatiw hasaplama bahasy:

Suwuklygyň umumy alynyşy 10 brl/sut 7.19-njy suratda laýyklykda 5 sikl/sut bolanda bir siklde 2 brl suwuklyk alnar.

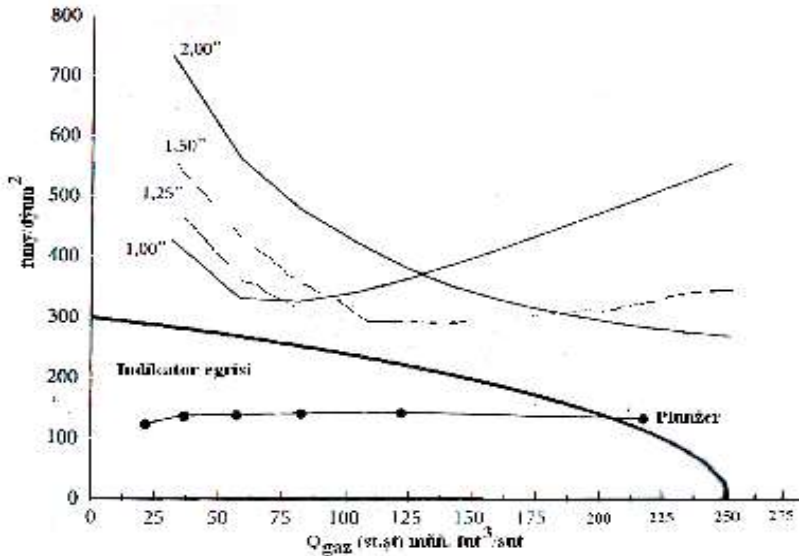
Guýy çuňlukda – 5000 fut.

Minimal gerek gaz göwrümi = $5 \times 0,705 \times 5000 = 17625 \text{ fut}^3/\text{sut.}$

Hakykatda gerek gaz göwrümi = $17625 \times 2 = 35250 \text{ fut}^3/\text{sut.}$



Surat 32. Plunžeriň oturtma sütünündäki işindäki hasap grafigi.



Surat 33. Bir sikldäki suwuklyk debitiniň suwuklyk sütüniň gidrowlatiki basyşyna baglylygy.

Standart şertlerde plunžeriň işlemesi üçin 41/2” oturtma sütünde fut3/1000 fut/sikl üçin gerek bolan minimal gaz göwrümi.

Kiçi basyşly guýuda parallel kolonnaly plunžer lift ulanmak.

Kiçi düýp basyşly gaz ýa-da nebit guýularyny ulanmak üçin, haçanda ol guýa ýakyn ýerde has ýokary basyşly çeşme bolanda parallel kolonnaly plunžer lift ulanmak bolar. Bu kolonna plunžere täsir edýän, galdyryjy güýji üpçin edýän we basyşy ýokarlandyrmak üçin kolonna gaz berilýär.

Plunžer lift sistemasy we gazy parallel kolonnadan bermek lift kolonnasyny guýudan çykarmaga mejbur edýär. Bu kolonnany guýa gaýtadan goýberlende oňa 1/2” ýa-da 3/4” poslamaýan polatdan berk kolonna berkidilýär. Düýpde ters klapan ýerleşýär we onuň üstünde gazy kowmak üçin gapdaly deşikli düzediji ýerleşendir. Onuň aşagynda bolsa düýp pružina mahasy we plunžer oturýar. Ýer üstünden parallel berk kolonna berilýän gaz göniden-göni lift kolonnasyna gelýär. Ters klapan gelýän gazyň halkara giňişligine düşme zligini ýola goýar. Täsirleşýän enjamlaryň täsiri astynda gaz lift kolonnasy boýunça ýokaryk hereket edýär, ol plunžeri öňünde ýitip gidýär we ol bolsa suwuklygy lift kolonnasyndan aýyrýar. Gaz bermek plunžer üste ýetýänçä dowam edýär. haçanda plunžer üste ýetende guýydaky gaz zyňylma liniýasyndaky basyşa çenli getirýär. Mundan soň suwukluk guýy klininden lift kolonna gelýär, plunžer bolsa öz agramynyň täsiri bilen düýde hereket edýär.

Plunžeriň klinden näçe suwuklugy köp aldygyça onuň oturtma sütündäki derejesi peselýär. Haçanda oturtma sütündäki suwukluk derejesi peselende perferasiýa interwallary gidrostatiki basyş täsirinden boşaýar we gatlak gazlary oturutma sütüne düşýär. Gatlak gazynyň alynyşy oturutma sütünden amala aşyrylýar.

Pes düýp basyşly guýy üçin bu usuly PLSI (Midlend, şt. Tehas) kompaniýasy tarapyndan 1992 ý. (7.21) işlenilip

düzüldi. Beýle gurluşlar ilkinji gezek gaz kánlerinde Miçigan şt-ň demirgazyk böleklerinde ornaşdyryldy. Ol ýerde bu tehnologiýa öz-özini ödeýär we şu wagt 500-den gowrak beýle sistemanyň gurluşlary ulanylýar.

Plunžeri ulanmak:

Netije

- Suwukluk ýygnaýan gaz guýylarynda plunžer sistemasy, gaz suwukluk faktor we basyş bahalary plunžerleri we suwukluk dykylary götermäge ýetýänçä gowy işleýärler.

- Plunžer uly diametrli lift kolonnalarynda gowy işleýär, şol sebäpden NKT-ň kiçeltmeli däl.

Parallel kolonna boýunça plunžer lifite gaz bermek (PLSI, Midlend şt. Tehas)

- Adaty plunžer lift pakersiz guýyda has oňat işleýär, ýöne rger guýydan köne paker aýrylsa hem bökdeniçlik ýüze çykmagy mümkin.

- Plunžer guýynyň soňky demine çenli işletse hem guýy önümini almak stanok-kaçalka ýaly gymmat tehnologiýadaky ýaly effektiv bolup bilmeýär.

- Uly suwukluk dykylary goýbermek üçin ýörite ters klapanalary ulanmak gaz alynyşyny ýokarlandyrýar.

- Täze iki seksiýaly plunžeri ulanmagyň konsepsiýasy hödürlenýär, we oňa görä guýyny gysga wagt ýapmaly ýa-da ony ýapmak düýbünden gerek däl. Beýle sistemanyň taslama parametrleri häzirki zamanda has kämilleşdirilýär.

IX. GARAŞSYZLYGYŇ 10 ÝYLLYGY KÄNINIŇ GUÝULARYNYŇ DÜÝP BASYŞYNY KESGITLEMEK. KRITIKI TIZLIGI KESGITLEMEK ÜÇIN DEŇLEMELERIN NETIJELERI

Şu goşmaçada guýynyň kese sütüninden suw damjalaryny aýyrmak üçin gazyň minimal tizligini hasaplamakda ulanylýan Terneriň deňlemesiniň netijesi jemlenilýär.

9.1. Fiziki modeli

Guýynyň kese sütünindäki gazyň tizligine we gaz akymy tarapyndan äkidilýän (geçirilýän) suwuklygyň damjalaryna seredeliň. Damja gaza aşak ugrukdyrylan agram güýji we akym bilen bile äkidilýän ýokary göteriji güýç täsir edýär.

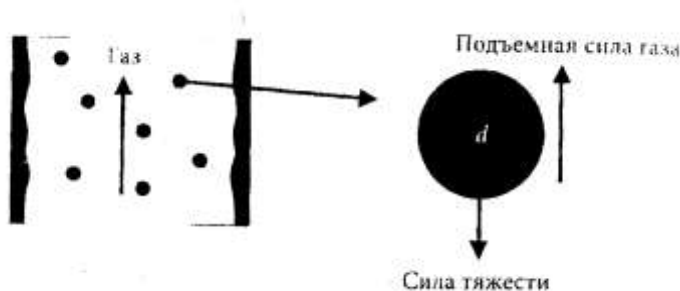
Agram güýji aşakdaky gatnaşyk bilen aňladylyar:

$$F_G = \frac{g}{g_1} (\rho_1 - \rho_G) \cdot \frac{\pi d^2}{6},$$

şol wagt ýokary galdyryjy güýç – şu gatnaşyk bilen

$$F_D = \frac{1}{2g_1} \rho_c C_D A_d (v_G - v_d)^2,$$

nirede g – agram güýjiniň hemişeligi = 32,17 fut/s²; g_G – 32,7 funt·fut/(funt·güýç·s²); d – damjalaryň diametri; ρ_1 – suwuklygyň dykyzlygy; ρ_G – gazyň dykyzlygy; CD – maňlaý garşylyk koeffisiýenti; A_d – damjajyklaryň kese kesiginiň proyeksiýasynyň meýdany; v_G – gazyň tizligi; v_d – damjanyň tizligi.



Surat 1. Gazyň dik akymy bilen äkidilýän suwuklygyň damjasy.

Guýynyň sütüninden suwuklyk damjasyny onuň ýokarsyna çykaryan gazyň kritiki tizligi edil gaz akymynyň açylgy halyndany damjanyň tizligi ýaly edilip kesgitlenýär. Gazyň has ýokary tizliginde damjalar ýokary çykarylýar we guýynyň sütüninden aýrylýar.

Şeýlelikde gazyň kritiki tizligi v_G – onuň şeýle tizligi bolup, haçanda $v_d = 0$; mahalyndaky tizligidir.

Damjanyň tizliginiň deňligi sebäpli, damja täsir edýän netijeli güýç hem nola deňdir.

Onda gazyň kritiki tizligini kesgitleýän deňlemäni şeýle görnüşde getirmek bolar:

$$FG = FD,$$

ýa-da

$$\frac{g}{g_1}(\rho_L - \rho_G) \frac{\pi d^2}{6} = \frac{1}{2g_G} \rho_G C_D A_d v_C^2.$$

$A_d = \pi d^2 / 4$ ýerine goýup we ony v_G görä çözüp alarys:

$$v_G = \sqrt{\frac{4g(\rho_L - \rho_G)d}{3\rho_G C_D}}. \quad (1)$$

Bu deňleme damjanyň diametrini belli diýip hasaplaýar. Hakykatdan bolsa, damjanyň diametri gazyň tizligine baglydyr.

Gaz akymynyň äkidýän suwuklyk damjalarynyň ululygy ululyksyz sanlar bilen hem aňladylyp biliner:

$$N_{WE} = \frac{v_G^2 \rho_G d}{\sigma g_C} = 30.$$

Şu ýerden diametri alarys:

$$d = 30 \frac{\sigma g_C}{\rho_G v_C^2}.$$

Bu diametri deňleme (1) goýup alarys:

$$v_G = \sqrt{\frac{4(\rho_L - \rho_G)}{3} \frac{g}{\rho_G} \frac{30 \sigma g_C}{C_D \rho_G v_C^2}}$$

ýa-da

$$v_C = \left(\frac{40 g g_C}{C_D} \right)^{1/4} \left(\frac{\rho_L - \rho_G}{\rho_G^2} \sigma \right)^{1/4}.$$

Ternöriň pikirine görä maňlaý garşylygynyň koeffisiýenti $CD = 0,44$; bu ýagdaý doly akymyň turbulent režimdäki şeri üçin adalatlydyr.

Maňlaý garşylyk koeffisiýentini akymyň turbulent režimdäki şerti üçin we g_C we g ululyklary formulada goýup alarys:

$$v_C = 17,514 \left(\frac{\rho_L - \rho_G}{\rho_G^2} \sigma \right)^{1/4}, \quad (2)$$

nirede ρ_L – suwuklygyň dykzlygy, funt/fut³; ρ_G – gazyň dykzlygy, funt/fut³; σ – üstäki dartylma, funt·güýç/fut.

Ýañadan hasaplamak koeffisiýentiň kömegi bilen v_C fut/s (1 funt·güýç/fut = 0,00006852 din/sm; deňleme (2) üstäki dartyşy hasaba alyp, ony din/sm alyp bolar:

$$v_C = 1,593 \left(\frac{\rho_L - \rho_G}{\rho_G^2} \sigma \right)^{1/4}, \quad (3)$$

nirede ρ_L – suwuklygyň dykzlygy, funt/fut³; ρ_G – gazyň dykzlygy, funt/fut³; σ – üstäki dartylş, din/sm.

9.2. Deňlemäni ýönekeýleşdirmek

Gazyň we suwuklygyň häsiýetini kesgitleýän parametrleriniň “tipli” ululyklaryny ulanyp, (3) deňlemäni ýönekeýleşdirip bolar:

$$\rho_G = 2,715 \gamma_G \frac{P}{(460 + T)z}. \quad (4)$$

diýmek real gazyň kanunundan ugur alyp, gazyň dykzlygy (funt/fut³) ýokardaky aragatnaşykda berilýär.

(4) deňlemä aşakdaky üýtgeýjileriň bahalaryny goýup:

gazyň otnositel dykzlygy $\gamma_G = 0,6$;

temperatura, T $T = 120^\circ\text{F}$;

gazyň çenden aşa gysylma koeffisiýentini $z = 0,9$;

alarys:

$$\rho_G = 2,715 \cdot 0,6 \frac{P}{(460 + 120) \cdot 0,9} = 0,0031p.$$

Dykzlygyň tipli bahasy we üstäki dartylmasy:

suwuň dykzlygy 67 funt/fut³;

kondensatyň dykzlygy 45 funt/fut³;

suwuň üstäki dartgynlygy 60 din/sm;

kondensatyň üstki dartgynlygy 20 din/sm.

Bu tipdäki bahalary we gazyň ýönekeýleşdirilen deňlemesini (4) deňleme (3)-de goýup, kritiki tizligiň (fut/s) basyşa baglylykdaky ululygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär:

$$v_{C, suw} = 1,593 \left(\frac{67 - 0,0031p}{(0,0031p)^2} 60 \right)^{1/4} = 4,434 \frac{(67 - 0,0031p)^{1/4}}{(0,0031p)^2};$$

$$v_{C,kond} = 1,593 \left(\frac{45 - 0,0031p}{(0,0031p)^2} 20 \right)^{1/4} = 3,369 \frac{(45 - 0,0031p)^{1/4}}{(0,0031p)^2}.$$

Ternerin deňlemesi

Ýokardaky basyşlarda alynýan hünär (ugur) boýunça maglumatlar, ýagny 1000 funt/dýum²-a deň ýa-da ondan köp alynýan ululyklar kritiki tizligiň nazary taýdan alynan ululyklaryndan 20 % köp bolýar.

Eger-de 20 % düzedişleri girizsek:

$$v_{C,suw} = 5,321 \left(\frac{(67 - 0,0031p)^{1/4}}{(0,0031p)^{1/2}} \right) ;$$

$$v_{C,kond} = 4,043 \left(\frac{(45 - 0,0031p)^{1/4}}{(0,0031p)^{1/2}} \right) .$$

Ýöne kritiki tizlikler üçin getirilen koeffisiýentler suw üçin 5,62 we 4,02 - kondensat üçin bolup çykýar, bu bolsa ýalňeşdyr.

Koulmeniň deňlemesi

Koulmen we başgalar deňleme (3)-iň olar tarapyndan alynan ululyklary (maglumatlary) dogry beýan edýändigini seljeripdirler. Onuň üçin ternerin girizen 20 %-li düzedişiniň geregi ýok. Eger-de “tanyklan” Ternerin deňlemesini 20 %-li düzedişi bilen ýazsak, onda bir näçe ýönekeýleşdirmeden we tipli ululyklary alanymyzdan soňra Koulmeniň we başgalaryň deňlemesini aşakdaky görnüşde ýazmak bolar:

$$v_{C,suw} = 4,434 \left(\frac{(67 - 0,0031p)^{1/4}}{(0,0031p)^{1/2}} \right) ;$$

X. TEBIGY GAZYŇ HÄSIÝETI WE GAZYLYP ALYNYŞY BARADA ESASY MAGLUMATLAR

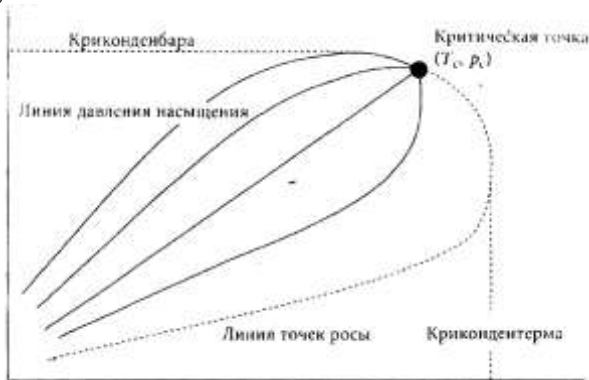
Bu goşmaçada gaz guýularynyň işleýşleri seljerilende peýdaly bolan has giňden ulanylýan esasy gatnaşyklar ýygnaýdy.

10.1. Faza diagrammasy

Uglerod gazy üýtgeýän komponent düzümiň dürli uglewodorod molekularynyň garyntdylaryndan ybaratdyr. Gazdaky her bir komponentiň tipi we sany berilen basyşdaky we temperaturadaky garyntdynyň häsiýeti bilen kesgitlenýär. 1-nji suratda görkezilişi ýaly gazyň (TC) kritiki temperaturasy – bu ondan ýokarky temperaturada, basyşy köpeltmek ýoly bilen, gazyň suwuklandyrylyp bilinmeýän temperaturasydyr.

Gazyň kritiki basyşy (vC) – bu kritiki temperaturadaky we basyşdaky bir funt gazyň göwrümidir.

Krikondenbara – bu gaz fazasynyň bolup biljek has uly basyşydyr.



Surat 1. Gaz gatlagyndaky guýular üçin tipli faza diagrammasy.

Krikondenterma – bu suwuklyk fazasynyň bolup bilýän iň ýokarky temperaturasy.

Doýgunlygyň basyşy – bu berilen temperaturadan ýokary temperaturada garyndy diňe suwuklyk hökmünde bolup bilýän basyşydyr.

Çyglylyk nokady – bu berilen temperaturadan ýokary temperaturada garyndynyň diňe gaz hökmünde bolup biljek basyşydyr.

Basýan gazkondensataly guýylaryň ulanylyş we saklanylyş şertlerini derňemek we liftli trubalary çalyşmak boýuna hödürnamalar

Häzirki wagtda ugkm köp gazkondensataly guýylaryň ulanylyşy kondension suwlaryň çykarmagy bilen alynyp barylýar, bu käbir ýagdaýlarda nasosly-kompressorly trubalarda suwuklygyň akymynyň emele gelmegi bilen çylşyrymlaşýar.

Bu ýagdaý diňe bir ulanyş obýektlerini işläp bejermek häsiýetine ýaramaz täsir etmän, eýsem olaryň pulsasiýasyna we durnyksyz işine alyp barýar.

Göze düşýän çylşyrymlaşmalaryň sebäbi, bu guýylaryň işçi debitleriniň ähtimal bolan diapazonlary we suwuklygy üznüksiz çykarylmalýgy üpjün ediji, nkt oňaly diametri entek baryp 1986 ýylda, urengoýskiý gkm gazkondensataly guýylaryny işläp düzmegiň taslamasyny düzmeklikde kesgitlenildi, bu ýerde ulanyjy höküminde 73, 89, 102 we 114 mm diametrli liftli trubaly 168 mm şertli diametrli kolonnany ulanmaklyk hödürlenildi. Bu şerti amala aşyrmaklygyň esasy kynçylygy, nkt işe goýberilmegini guýylaryň gurluşygyny tamamlamagyň gidişinde geçirmekligiň zerurlygynda jemlendi. Tilsimatally režim bolsa özleşdirilmeden we synagdan soň ornaşdyrylýar. Şol wagtda aşaky hekiň gatalaklarynyň birmeňzeş bolmadyk kollektor hsiýetnamalarynyň şertinde her bir takyk ýagdaýda nkt oňaly diametrini saýlamakda ýalňyşlyklardan gaça durmak kyndyr. Netijede guýylaryň hataary boýunça işçi debit nkt oňaly diametrine gabata gelmedi.

Beýleki ýagdaýlarda önümlü gatalagyň filtrasion häsiýetiniň gaça durup bolup bolmaýan ýaramazlaşmasy, gazyň işçi debitiniň uýjyly peselmesi we ş.m. Bilen gatalak suwunyň gelmegi orna eýe boldy. Gizlengi guýyda suwuklygyň akymynyň bolmagy ony özleşdirmekde kynçylyk döredýär.

1986 ýyldan başlap aşagy hekli II-IV obýektlýerde aglabaly burawlamak döwründe şeýle guýylaryň sany ösdi.

Häzirki wagtda suwuklygyň çykmagynyň tizliginiň we gazyň işçi debitleriniň kemelmesi bilen baglylykda guýylaryň suwuklyk ýygnalmazdan we olaryň öz-özünden öçmekliginiň bolmazlygy bilen durnukly işlemekleriniň meselesi has işjeň bolup durýar.

Bu şertlerde, suw bolmagy zerarly saklanylan, guýylaryň ulanyş fonduny ulanmaklygyň koeffisiýentini ýokarlandyrmak, NKT-i perforasiýa interwalynyň iň aşaky deşigine çenli goýbermekkiçi diametre çalyşylmak ýoly bilen mümkindir.

Şonuň üçinem bu meselelere indiki çak edilmeleriň esasynda ýene-de seredilýär:

- hata-da erkin suwuklygyň uly bolmadyk mukdary guýylaryň öz-özünden öçmegine getirmge ukyplydyr, eger gazyň akymynyň tizligi liftli kolonnanyň bar bolan diametrinde onuň üste deňölçeqli çykmasy üçin ýeterlikli bolup durmaýar;

- guýynyň gazynyň debiti, suw basma zerarly onuň saklanmagyndan önürti, ýagny aýlyk raportyndan kesgitlenen, kiçi goýberilen hasaplama debitine ululyk boýunça ýakyn bolup durýar.

Suwuklygyň deňölçeqli çykmasy üçin zerur bolan, gazyň kiçi goýberilen debitini hasaplamak, dürli metodikalar boýunça mümkin. Bir tarapdan, has amatalysy höküminde, gazyň kiçi goýberilen debitiniň hasaplama ululygy suw basma we guýynyň saklanylmasyyna çenli gazyň hakyky ululygyna has ýakyn bolup durýan metodika saýlanylýar.

NKT-den we guýynyň düýbinden suwuklygyň üznüksiz çykmagy üçin gerek bolan, gazyň kiçi debitini kesgitlemek üçin, dürli awtorlaryň alty sany metodikalary boýunça hasaplamalar ýerine ýetirildi.

• Metodika [1] $Q = f(P)$ baglylygy indiki görnüşde ornaşdyrýar

$$Q = 65 \frac{d^2}{T_z} \sqrt{P}, \quad (1)$$

bu ýerde Q – gazyň debiti, m³/gij.gün; d – NKT içki diametri, sm; P – kelledki basyş, kgs/sm²; T – agyzdaky temperataura, K; z – gazyň ýokary gysylma koeffisiýentiniýenti.

• Metodika [2] $Q = f(P)$ baglylygy indiki görnüşde ornaşdyrýar

$$Q = 115,5 d^{2,5} \sqrt{\frac{P}{MT_z}}, \quad (2)$$

bu ýerde M – molekulýar agram.

• Metodika [3] $Q = f(P)$ baglylygy indiki görnüşde ornaşdyrýar

$$Q = 3,06 P V \frac{A}{T_z}, \quad (3)$$

bu ýerde

$$V = \frac{4,02(45 - 0,0031P)^{1,4}}{(0,0031P)^{1,2}}; \quad (4)$$

Q –gazyň debiti, 106 m³/m³; P –kelledki basyş, psi; T – agyzdaky temperataura, R;

A - NKT boýunça kesiminiň meýdany, f²; V – gazyň tizligi, f/c.

• Metodika [4] $Q = f(P)$ baglylygy indiki görnüşde ornaşdyrylýar

$$Q = \sqrt{\frac{Fr^* \bar{\rho}_{suw} g T_{st} d^5 P}{217 \cdot 10^{-6} \rho_g P_{st} T_z}}, \quad (5)$$

bu ýerde $Fr^* = \frac{W^2 P}{2 g d P_{st}}$ - Frudyň toplumly parametri;

ρ_{suw} we ρ_g – gazyň we suwuklygyň degişlilikdki dykyzlygy, kg/m³; d -NKT içki diametri, m; g – erkin gaçmanyň çaltlaşmasy, m/s².

• Metodika [5] $W = f(Q)$ we $Q = f(P)$ baglylygy indiki görnüşde ornaşdyrýar

$$K = \frac{W \sqrt{P_2}}{\sqrt[4]{q^2 \sigma (\rho_{suw} - \rho_g)}} = 3,5 \quad (7)$$

$$Q = \frac{3,5 \pi \cdot d^2 \sqrt[4]{g^2 \sigma (\rho_{suw} - \rho_g)}}{4 \sqrt{\rho_g}} \quad (8)$$

bu ýerde K – Kutataeladzeniň kriteriýasy; W - gazyň tankydy tizligi, m/s; s – gaz-suwuklyk bölüminiň araçäginde üstleýin çekilme, kg/m².

(9-8) deňlemenden görnüşi ýaly, guýynyň düýbinden suwuklygy üznüksiz çykarmaklyk üçin gerek bolan gazyň debiti, NKT ölçeginden, guýynyň agzyndaky basyşdan we suwuklyklaryň (suwuň, kondensatayň) görnüşlerinden baglydyr.

• Diwardaky derňewleriň (33 m beýiklikli) we guýylaryň uly sanynyň ulanylyş şertini derňemegiň esasynda (1500 köp guýular) suwuklygyň çykarmagyny üpjün ediji, kiçi “bazaly” debitiň hasaplamasy üçin, guýylaryň işiniň tehniki we

tilsimataly şertlerini hasaba alyjy, hasaplama formulasy hödürlenildi [6],

$$Q_{baz} = 11,32 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{Fr^* \rho_{suw} d_{ic}^5 K_{suw} K_m}{\rho \cdot B^2}}, \quad (9)$$

bu ýerde Q_{baz} – bazaly debit, ýagny onda dik trubalardaky basyşyň ýitgileri kiçidir, mün.m3/g/g; P – gazyň basyşy, MPa; d_{ic} – fontanly kolonnanyň içki diametri, m; K_{suw} – suwuklygyň debitini hasaba alyjy, koeffisiýentiniýent ($K_{suw} = 1$); K_m - Fr^* parametriň düzedilşini hasaba alyjy koeffisiýentiniýent, 5000 kg az suwuklygyň gije-gündizleýin debitinde takyk kânleriň şertleri üçin 1 deň kabul edilýär; Fr^* - toplumly kriteriýasy, dik trubalarda basyşyň ýitgisiniň ululygyny hsiýetlendiriji (tejribe ýoly bilen $Fr^* = 550$ sanly hmiýetde basyşyň ýitgisiniň kiçidigi ornaşdyryldy); ρ – howa boýunça gazyň degişli dykzlygy; ρ_{suw} – suwuklygyň degişli dykzlygy.

$$B_2 = \frac{zT}{P} - \text{toplumly koeffisiýentiniýent.} \quad (10)$$

Tablisada 1996 ýylda suw basmagy zerarly saklanylan, guýylaryň mysallary getirilendir, suwuň deňölçegli çykması üçin kiçiden gerek bolan, ýokarda getirilen alty sany metodika boýunça gazyň hasaplama debitleri bilen saklanylşa çenli (aýda berilýn raportlaryň berilenleri boýunça) olaryň hakykata ýüzündki debitleriniň deňeşdirilýn netijeleri berilendir.

Berlen tablisalardan göränüşi ýaly

1. Çylşyrymlyklaryň beýleki göränüşleri bilen baglanşykly bolmadyk, ýagdaýlaryň aglabasynda, saklanylan guýylar suwuklygy deňölçegli çykarylmaklygyň şertinden kiçi goýberilýäne has ýakyn bolup durýan, degerlikli ýokary bolmadyk debitler bilen ýenilleşýärler.

2. Ýokarda getirilen alty sany metodikalar boýunça hasaplama kiçi goýberilen debitlerden, guýynyň saklanmagyna çenli hakyky debite has golaýy, SewkawNIIGaz “Wagtlayyn instruksiýalarda...” beýan edilen metodika boýunça

hasaplanan, gazyň debiti bolup durýar. Mundan başga-da, ýagdaýlaryň hataarynda kanagatalanarly degerlikli netijeler [6] we [4] metodikalar boýunça alyndy. Alynan maglumatlar tablisa 10.1 görkezilen.

Tablisa 10.1

Guýylaryň saklanyşdan öňürti tehniki parametrler					Debit suwuklyklaryny çykarmak üçin hasaplama, kiçi gerek bolanlar						
	N _g guýy	NKT dia-metri mm	P _{öte}	Tüst K	Q _{fakt} m ³ /sut	Q ₁ , m.m ³ /sut	Q ₂ , m.m ³ /sut	Q ₃ , .m ³ /sut	Q ₄ , m.m ³ /sut	Q ₅ , m.m ³ /sut	Q ₆ , m.m ³ /sut
1	33 8	101 ,6	8 3	39 5	11 7	216, 965	618, 96	448 ,53	59 1,9 8	42 1,8	68 ,1 4
2	33 9	114 ,3	8 0	39 2	42 7	216, 965	618, 96	448 ,53	59 1,9 8	42 1,8	19 6, 6
3	34 0	101 ,6	8 0	39 0	24 8	110, 659	280, 32	296 ,06	31 4,2 0	32 9,3	14 7, 5
4	34 1	88, 9	8 0	38 8	10 2	103, 730	263, 08	303 ,71	29 8,6 5	32 8,9	15 8, 3

Bu derňewiň we kiçi goýberilýn debitiň hasaplamasynyň has amatally metodikasynyň esaslandyrylmagynyň esasynda, [1], [4], [6] metodikalar boýunça hasaplanylýan, suwuklygy çykarmak şertinden gazyň kiçi goýberilen debitleri bilen deňeşdirmekde 1996 ýylyň 1 kwartalyna guýylaryň işiniň tilsimatally režiminden olaryň debitleri boýunça berilenleriň ýerine goýulmasy geçirildi. Munuň esasynda guýylaryň giden hataary tapawutlandyryldy,

bu ýerde bar bolan debitler boýunça suwuklygyň deňölçegli çykarylmaklygy üçin şert üpjün edilmeyär, şeýle-de öz-özünden öçmegiň bolmagy mümkindir. Şeýle guýylar boýunça NKT kiçi diametre çalyşmaklyk maslahata berilýr. Üstesinde NKT çalyşylmasy ilkinji nobatada hakykatadaky debit metodika boýunça hasaplanylýan kiçi gerek bolandan kiçi bolan, guýylar boýunça geçirilmesidir.

1. Şeýle-de hakyky debit 4 we 6 usullar bilen kesgitlenilýän kiçi goýberilýnden kiçi bolan, guýylar boýunça NKT çalyşylmasy üns bererliklidir.

Ýokarda beýan edilenler bilen degişlilikde indiki netijeler çykaryldy.

1996-1997 ýyllaryň ýagdaýy boýunça NKG kiçi diametre çalyşylmasyny köpüsi GPTD-(5) etraplarynda salan 3 guýyda geçirmeklik oňaýlyklydyr.

Bu mukdardan 288 guýyda NKT \varnothing y 101.6 mm-i NKT \varnothing y 89 mm-e çalyşmaklyk, UGKM (n/mel) guýylar üçin Q_{min} hasaplamada 1 usul has amatalydyr.

Bu usulyň amataly tarapy gaz gyýylarynyň berilen NKT boýuça Q_{min} we Q_{max} gaz berijilik ukybyny anyklamak bolýar. Ýokarda getirilen alty sany metodikalar boýunça hasaplama kiçi goýberilen debitlerden, guýynyň saklanmagyna çenli hakyky önümine has golaýy, SewkawNIIGaz “Wagtláýyn instruksiýalarda” beýan edilen usul boýunça hasap geçilen gazyň önümi bolup durýar. Ýagny gazyň öz-özünden saklanmasyna çenli gazyň iň kiçi debitini [4] usul bilen hasaplanymyzda kakykada doly gabata gelyär. Gaz guýysynyň iň uly debitini [6] usul bien hasaplanymyzda hakykada gabata gelyär we gaz akymynda suwukluk bolanda NKT-äniň diametirine görä iň uly gazyň debiti alyndy.

Döwletabat gaz we gazkondensata kâniniň gaz promysyla taýýarlaýjy desga (GPTD-8) böleginiň guýularynda tehnologiiki iş düzgüniň işleýiş ýagdaýyndaky alynan maglumatalaryna esaslanyp ýokardaky hasaplamalary geçirdik.

Bu maglumataalara esaslanyp käniň suw basan guýularyndaky minimal we maksimal çykymy hasaplap olaryň guýynyň düýbinden, guýynyň üstüne çenli suwuklygy çykarmagyň tizligini kesgitledik. Hödürleýän usullarymy dört sany guýyda derňäp belli bir netije alyndy. Bu netijeleri aşakdak tablisada 3.1 görmek bolar.

XI. GAZYŇ AKYMYNDA SUWUKLYK BOLANDA DÜÝP BASYŞY KESGITLEMEK

Gaz guýulary önümünde suwuklyk bolan ýagdaýynda düýp basyşyň hasaplama metodikasy gaz suwuklyk akymynyň gurnuşyna baglydyr. Onda-da käbir ýagdaýlarda bir guýuda düýpden agyza çenli bir wagtda birnäçe akymyň gurluşlary we olara degişlilikde geçiş zonalary bolýar.

Häzirki wagtda akym gurluşynyň aýratyn göränuşleri üçin suwuklugyň Täsir ini hasaba almak bilen gaz-suwukly guýunyň düýp basyşy hasaplamasynyň metodikasy tapylanok. Bu meselniň takyk çözülişiniň ähtimallyny ýok, sebäbi energiýa ballansynyň deňlemesiniň kyn meselesini görämekden başga-da gurluşyň nbelligini, sütün boýunça üýtmeýn fazalar bilen akym üçin gidrawliki garşylygyň koeffisiýentiniýenti, kondensirlenmegiň ýylylygyň hasabyna temperaturanyň üýtgemegi, aş gysyjylyk koeffisiýentiniýenti we başgalar goşulýar.

Akymynyň gurluşynyň Täsir ini hasaba almak bilen we fazasyz geçişler gaz akymynda suwuklygyň bolan ýagdaýynda düýp basyşy kesgitlemek üçin has ýeňil hasaplama formulasy şu göränuşde bolýar:

$$p_{g2} = p_{a2e2so} + 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_g Z_{or} 2T_{or} 2Q_{gar2}(e2so - 1)/\rho D^5, \quad (1)$$

bu ýerde $S_o = 0,03415 \rho \bar{\rho} L/Z_{or} T_{or}$; ρ – seredilýn turbanyň kesiminde gaz guýunyň sütüni boýunça gazly akymynyň bolmadyk, hakykysy bilen bagly bolan parametr. ρ ululyk indiki formula boýunça kesgitlenýänänär

$$\rho = \varphi + (1 - \varphi)\rho_s/\rho_{gr}, \quad (2)$$

bu ýerde φ – mesele çözulende sütün boýunça hemişelik bolup kabul edilen akymyň hakyky gazlylygy. Guýyň sütüni boýunça basyşyň we temperaturanyň üýtgemegini hasaba almak bilen gazlylygy üýtgeýn ululyk diýip hasap etse bolýar. Emma gaz guýularynda göränukli gazlylygyň üýtgemegi sütün boýunça temperaturanyň we basyşyň üýtgemegiň hem-de uly

gyzgyňlykda uglewodorodälaryň köp mukdary bolanda bolup geçýär. Emerlik takyklyk bilen tejribe hasaplamalar üçin hakyky gazlylyk φ harçlaýyş β bilen garşyrrylýar, sebäbi derňelýn guýularda turbalaryň kesimi boýunça akymyň hakyky gazlylygy belli däl. Takmynan φ indiki deňlrmr bilen kesgitlenýänär

$$\varphi \approx \beta = Q_{gr}/(Q_s + Q_{gr}), \quad (3)$$

bu ýerde Q_{gr} – işçi ýagdaýda gazyň harçlanylşy, ýagny P we T bolanda. Gaz we gazkondensat guýularynda işçi ýagdaý diýip guýuň agzyndaky hem-de düýp basyş kesgitlenýänän çünlugyň arasyndaky ortaça parametrlara aýdylýar. Şonuň üçin Q_{gr} и ρ_{gr} kesgitlenende P_{or} we T_{or} ulanylýar. Q_{gr} aňlatma indiki formula boýunça kesgitlenýänän

$$Q_{gr} = Q_g P_{at} T_{or} Z_{or} / P_{or} T_{st} \quad (4)$$

bu ýerde $P_{or} = (P_a + P_d)/2$ we $T_{or} = (T_a + T_d)/2$ (P_a , T_a – gazyň agyzdaky temperaturasy we basyşy; P_d , T_d – düýp basyş we temperatura). Tejribede T_d ululyk çünluk termometriň ölçegleri netijesinde belli bolýar. Eger-de bular ýaly ölçemeler edilmedik bolsa, onda T_d ululyk hökmünde gatlak temperaturasy kabul edilýär. P_d belli däl, şonuň üçin tapylmaly ululyk bolup durýar. Şonuň üçin (1) formula boýunça P_d kesgitlenende yzygider ýakynlaşdyrma usuly ulanylýar. Birinji ýakynlaşdyrmada Q_{gr} , ρ_{gr} , Z_{or} , S_o kesgitlemek üçin P_d ululygy P_a deň diýip alynýar hem-de düýp basyşyň $P_{d,or}$ we agzalan parametrlarynyň takmynan bahalary tapylýar. Ondan soň ikinji ýakynlaşdyrmada $P_{d,or}$ takmynan bahasy boýunça Q_{gr} , ρ_{gr} , Z_{or} , S_o hasaplanylýar we olaryň tapylan ululyklary boýunça P_d tapylýar. Hasaplamalardan göräşimiz ýaly ikinji ýakynlaşdyrmada örn ýakyn hakyky P_d netijelerini berýr. İşçi ýagdaýda gazyň dykzyzlygyň bahasy ρ_{gr} şu formula boýunça kesgitlenýänär

$$\rho_{gr} = \rho_g P_{or} T_{st} / P_{at} T_{or} Z_{or} \quad (5)$$

bu ýerde ρ_g – standart şertde gazyň dykzyzlygy; T_{st} – standart temperaturasy ($T_{st} = 293$ K); P_{at} – atmosferaň basyş; $P_{at} =$

0,1013 MPa; ρ_s – suwuklygyň dyklyzlygy, kg/m³; Q_s – suwuk fazaň göwrümleýin harçlanşy, m³/s; Q_g – standart şertlýerde gazyň göwrümleýin harçlanylşy, m³/s; D – fontan turbanyň içki diametri, m; Q_{gar} – gaz suwuklyk garyndynyň göwrümleýin harçlanylşy, m³/s.

Guýuň sütüniniň şertinde gaz suwuk garyndynyň fazalaýyn ýagdaýyny hasaba almak bilen gaz-suwuk garyndynyň Q_{gar} göwrümleýin harçlanşynyň ululygyny kesgitlemeli. Düýp basyşa Q_{gar} täsir ini takyk kesgitlemegiň derejesi ilki bilen köňüň aşagyndaky ululygyň ikinji paýyna bagly.

$$\theta = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_g Z_{or}^2 T_{or}^2 Q_{gar}^2 (e^{2s_0} - 1) / \rho D^5 \quad (6)$$

Eger-de ululygyň paýy uly bolmasa, onda kesgitlenen Q_{gar} ntakyklygy düýp basyşyň ululygynda göränükli Täsir etmeýr. Q_{gar} kesgitlemeniň takyklygy garyndynyň düzümine, basyşa, temperatura we garyndynyň fazalaýyn, ýagdaýyna bagly. Eger-de garyndy gaz we suwdan ybarat bolsa, onda Q_{gar} kesgitlemeniň takyklygy kondensatdan we gaz garyndydan has pes bolar. Gazkondensat garyndynyň faza ýagdaýyna baglylykda Q_{gar} ululygy dürli takyklyk dereje bilen kesgitlenýänänär. Eger-de guýuň sütüninde we gatlakda kondensatyň minimal bölünip çykan şertinde gazlaryň harçlanýş jemi ýaly edip kesgitlenen gaz halyndaky kondensat we kondensatyň degazirlenme gazy Q_{gar} hakyky ululygyna maksimal ýakyn bolýar:

$$Q_{gar} = Q_g + Q_{gd} + Q_{kg}, \quad (7)$$

bu ýerde Q_g , Q_{gd} , Q_{kg} – gaz halyndaky kondensatyň, degazirlenen gazyň we saklanan gazlaryň göwrümleýin mukdary, hem-de formula boýunça kesgitlenýänänär

$$Q_{kg} = Q_k \cdot 24,05 T_{gar} / M_k T_n, \quad (8)$$

bu ýerde Q_k – kondensatyň massasy, kg/sut; T_{st} , T_g – standart we normal temperaturasy; M_k – tablisanyň maglumatlardan ýada kondensatyň laboratoriya derňelmegiň netijesinde kesgitlenen kondensatyň molekulýar massasy. Q_{gar} ululyk takmynan şu formula boýunça kesgitläp bolýar

$$Q_{\text{gar}} = [G_g + G_s] / \rho_{\text{gar}}, \quad (9)$$

bu ýerde G_g , G_s – suwuklygyň we gazyň massalaýyn harçlanylyşy, aşaky formulalar boýunça kesgitlenýänär

$$G_g = Q_g \rho_g \text{ we } G_s = Q_s \rho_s, \quad (10)$$

ρ_g , ρ_s – $T = 293 \text{ K}$ we $P = 0,1 \text{ MPa}$ bolanda suwuklygyň we gazyň dykzlygy; ρ_{gar} – belli bolan düzüm boýunça kesgitlenen garyndynyň dykzlygy, we formula bilen tapylýar

$$\rho_{\text{gar}} = \sum_{i=1}^n x_i \rho_i \quad \text{ýa-da} \quad \rho_{\text{gar}} = \frac{Q_g \rho_g + Q_s \rho_s}{Q_g + Q_s} \quad (11)$$

bu ýerde ρ_i – i komponentiň dykzlygy; x_i – i komponentiň göwrümleýin paýy.

P_g takyk kesgitlemegine Täsir edýän esasy parametrlarynyň biri gaz-suwuk garyndy üçin turbalaryň gidrawliki garşylyk koeffisiýentiniýenti λ_{gar} bolup durýar. λ_{gar} koeffisiýentiniýenti takyk kesgitlenmesine köp faktorlar Täsir edýär we häzirki wagtda bular ýaly usul tapylanok. Şonuň üçin akymyň düzüminde suwuklygyň mukdary az bolanda P_g kesitlemek üçin λ_{gar} gerek gaz akym üçin λ ulanylýar.

Mesele. Indiki başlangyç maglumatlarda guýudaky düýp basyşy kesgitlemek: $L = 3503 \text{ m}$; $D = 0,101 \text{ m}$; $\bar{\rho} = 0,71$; $\rho_s = 1070 \text{ kg/m}^3$; $T_{\text{or}} = 379 \text{ K}$; $P_a = 8 \text{ MPa}$; $Q_g = 378 \text{ m}^3/\text{sut}$; $\lambda_g = 0,025$; $Q_s = 6 \text{ m}^3/\text{sut}$. Birinji ýakynlaşdyrmada aralyk hasaplamalar bilen $P_{\text{or}} = 8.69 \text{ MPa}$ kesgитlendi. Berilen $P_{\text{kr}} = 4,7 \text{ MPa}$ we $T_{\text{kr}} = 193.24 \text{ K}$ üçin. Onda $P_{\text{get}} = 2.8$; $T_{\text{get}} = 1.95$; $Z_{\text{or}} = 0,87$

$Q_{\text{gr}} = 0,1013 * 378 * 0,94 * 378.5 / 13.64 * 293 = 5.45 \text{ m}^3/\text{sut}$,

$$\rho_g = 0,715 * \rho_{\text{howa}} = 0,715 * 1,205 = 0,862 \text{ kg/m}^3,$$

$$\beta = 1.27 / (6 + 0,27) = 0,3633,$$

$$\rho_{\text{gr}} = 0.59 * 13.64 * 293 / 0,1013 * 378.57 * 0,944 = 65.51,$$

$$G_g = 378 * 0,71 = 268.73 \text{ t/sut, m}^3$$

$$G_s = 6 * 1070 = 6420 \text{ t/sut,}$$

$$Q_{\text{gar}} = (268.73 + 6420) / 17.71 = 384 \text{ m}^3/\text{sut,}$$

$$s_0 = 0,03415 * 0.613 * 0.71 * 3503 / 0.944 * 378.5 = 0,291,$$

$$2s_o = 0,7088e2s_o = 1.636,$$

Şol bir maglumatlar bilen suwuklyk bolmadyk ýagdaýda arassa gaz guýuda düýp basyş aşakdaky ýaly bolar

$$P_d = [82 \cdot 1,637 + 0,01413 \cdot 0,051 \cdot 3782 \cdot 0,9442 \cdot 378,52(1,637 - 1) \cdot 10^{-10} / 25355 \cdot 10^{-0}] / 0,5 = 10,61.$$

Hasaplamalar deňeşdirlende şol bir başlangyç maglumatlarda akymdaky suwuklyk hasaba alynmasa P_d 0.79 MPa kiçi bolýar.

Köp sanly laboratoriya we senagat maglumatlaryň esasynda suwuklygyň debiti 0–800 m³/sut; gaz faktory 5–900 m³/m³; suwuklygyň şepbeşikligi 1–2000 mPa*c; turbanyň diametri 0,035–0,076 we basyşy 0,7–16,5 MPa ýitmege aralykda garyndynyň λ_{gar} garşylyk koeffisiýentiniýentini nebit we gaz guýular üçin indiki formula boýunça kesgitläp bolýar

$$\lambda_{gar} = \frac{0,13Ku + 1}{1,13Ku + 1} \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho_{gar}} \cdot \frac{2\beta}{Fr_{gar}} + 0,11 \left[\frac{68}{Re_{gar}} + \frac{2l_k}{D} \right]^{0,25} \quad (12)$$

bu ýerde ρ -gazyň we suwuklygyň dykzlyklaryň tapawudy; β -harçlanyş gazlylyk.

Gaz faktor uly bolanda, ýagny gaz we gazkondensat guýularyň önümünde suwuklygyň göränüklü mukdary bolanda λ_{gar} formula boýunça kesgitlenýänär

$$\lambda_{gar} = \lambda_o \cdot \varphi = 0,067 \left[\frac{0,0831\mu_g D}{Q_g \bar{\rho} \cdot 10^{-2}} + \frac{10^{-4}}{D} \right]^{0,2} x \left[1 + \frac{0,358Z_{or}T_{or}Q_g \sqrt{1-\beta}(\rho_s - \rho_{zg})^{1/3} \cdot 10^{-5} e^{15[\beta - \rho_g / \rho_s^{-1}]} }{P_{or}D} \right] \quad (13)$$

bu ýerde ρ_s , ρ_g – iş ýagdaýda gazyň we suwuklygyň dykzlygy, kg/m³; $\bar{\rho}$ – howa boýunça gazyň otnositel dykzlygy; D – fontan turbanyň diametri, m; P_{or} – guýuň sütüni boýunça ortaça basyş, MPa; T_{or} – sütünde garyndynyň ortaça temperaturasy, K; μ_g – P_{or} we T_{or} bolanda gazyň

şepbeşiklik koeffisiýenti; $Z_{or} - P_{or}$ we T_{or} bolanda gazyň aşagysyýlyk koeffisiýentiniýenti.

Iş ýagdaýda gazyň dykzlygy ρ_{gr} , ýazgyny P_{or} we T_{or} bolanda formula boýunça kesgitlenýänänär

$$P_{gr} = \rho_{st} P_{or} T_{st} / P_{at} T_{or} Z_{or}, \quad (14)$$

bu ýerde ρ_{st} —standart şertde gazyň dykzlygy, ýagny $P_{at}=0,1013$ MPa, $T_{st}=293$ K; Q_g – guýuň debiti, müň.m³/sut; β – aşaky formula boýunça kesgitlenýänänn harçlanýş gazlylyk

$$\beta = Q_{gr} / (Q_s + Q_{gr}), \quad (15)$$

Q_{gr} – aşaky formula boýunça kesgitlenýänänn iş ýagdaýdaky gazyň debiti, müň.m³/sut.

$$Q_{gr} = Q_g P_{at} Z_{or} T_{or} / P_{or} T_{st}, \quad (16)$$

Hasaplamalarda ortaça basyş we temperatura $P_{or} = (P_d + P_g)/2$ we $T_{or} = (T_a + T_g)/2$ ýaly alynýar. λ_{gar} ululylyk ulanylyp düýp basyş hasaplanylssa azyndan iki sany ýakynlaşdyrma ýerine ýetirmek zerur.

Mesele. Indiki başlangyç maglumatlarda guýynyň turbalaryndaky gidrawliki garşylyk koeffisiýentiniýenti kesgitlemeli: $\rho_s = 1070$ kg/m³; $\rho_g = 65.51$ kg/m³; $\bar{\rho} = 0,61$; $Q_g = 378$ müň.m³/sut; $q_s = 6$ m³/sut; $\beta = 0,476$; $P_{or} = 8.69$ MPa; $T_{or} = 379$ K; $Z_{or} = 0,96$;

$$M_g = 0,011 \text{ mPa} \cdot \text{c}; D = 0,1016.$$

$$\lambda_o = 0,067[0,0831 \cdot 0,011 \cdot 0,1016/378 \cdot 0,71 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-4}/0,1016]0,2 = 0,051,$$

$$\varphi = 1 + [0,358 \cdot 378 \cdot 379 \cdot 0,96 \sqrt{1 - 0,476} \cdot (1070 -$$

$$65.51)1/3 \cdot e^{15(0,885 - 65.51/1070 - 1)}] \cdot 10^{-8.69 \cdot 0,1016} = 1$$

$$\lambda_{gar} = \lambda_o \varphi = 0,0179 \cdot 1,036 = 0,0185.$$

Şu hödürlenýän formula uniwersaldäldigi üçin bu formula boýunça alynýan gar. bahasyny her ýatagyň senagat maglumatlary bilen deňeşdirip, gerek bolsada ol ululyga üýtgemeleri girizmeli. Orenburg we Karaçaganak kânleriň guýularynda gar. ululygy kesgitlemek üçin geçirilen derňewleriň netijeleri Orenburg kâniň käbir guýulary üçin gar. ululygy 0,012 deň, Karaçaganak kâniň guýulary üçin gar. 0,008 deňdigini görkezýär.

Döwletabat kăniň GPTD-7 her guýu üçin hasaplamalarymyzyň netijesini alynymyzda kăniň guýularynda suw az mukdarda ýagny kăn gaz düzgüninde bolanlygy sebäpli kăniň basyş ýitgisi çykýan suwuň mukdary görä az. Şol sebäpliden Seýrab gazynyň düýpdki basyşyna gaty zeperi ýok. Hasaplamalarymyzyň netijesini aşadaky tablisadan görämek bolar.

Döwletabat gaz we gazkondensat kăniň GPTD-7 guýularynyň basyş tapawutlarynyň hasabyny hasaplamaga maksat ediyär. Guýynyň üstünden we guýynyň düýbine çenli basyşy hasapalamaga şol bir wagtda guýynyň önüminiň suwuklygynyň möçberini hasaplamak ondan başga-da gaz we gazkondensat kăniň guýulardaky tizligi hasaplamaga niýetlenen. Bu ýagdaýdan ugur alyp men hem öz ýazan ylymy işimde dört sany gaz guýysynda hasplama geçirdim. Hasaplamanyň netijeleri tablissa III.1 görkezilen.

№gu ýy	P _{düýp suwl y at}	P _{düýp suws uz at}	P _{üst at}	V _{suwly m/sek}	V _{suwsuz m/sek}	V _{üst, m/sek}
394	128. 3	122.3	108 .2	6,56333 9489	6,82007 6074	7,82347 916
396	140. 6	135.2	130 .6	6,84113 4719	7,10426 9878	7,58241 094
399	128. 0	122.3	118 .7	8,25079 5801	8,53718 866	9,13873 435
402	140. 6	132.4	131 .1	7,52922 6654	8,31687 3638	7,82347 916

XII. DÖWLETABAT KÄNIŇ GUÝUDAKY PDÜÝP KESGITLEMEK, GUÝY SÜTÜNI BOÝUNÇA BASYŞYŇ PAÝLANÝŞ EGRISINI GURMAK WE GAZ SUWUKLYK GÖTERIJINIŇ PARAMETRLERINI HASAPLAMAK

VNII gazyň usuly

Nebit we gaz guýularyň önümünde suwuk faza bolanda ulanmagyň belli bir şertinde ähtimal bolan dykyly we halkalaýyn çakli gurluşly şekipleriň gaz suwuklyk akymynyň gidrodinamik parametrleri kesgitlemäge hasaplama usuly mümkinçilik berýär. Onda-da dykyly gurulyş diýip aýdylanda garyndyda gazyň bölek-bölek paýlanşygy bilen häsiýetlenýär. Ikinji çakli gurulyş – halkalaýyn – haçanda gazyň akymly hereketi bolanda, gazyň üznüksiz fazasy bilen häsiýetlenýär.

Akymyň strukturasyny kesgitlemek

Struktura forma akymda hereket edýän grawitasiýa we inert güýçleriň gatnaşygy bilen şertlenýär. Şeýlelik bilen dykyly gurulyş üçin grawitasiýa güýçleri kesgitleýji bolup durýar, halkalaýyn üçin – gurluşyň kämilleşme derejesine bagly inert we grawitasiýa düýçleri. Bu güýçleriň ýüze çykmagynyň matematiki we fiziki häsiýetleri hökmünde Frudyň we Peýnoldsyň kriteriýalary we olaryň kombinasiýalary ulanýar, onda-da degişli gurluşynyň akyp geçýän garyndysynyň çäginı kesgitleýän kriteriýasy ýlçegsiz parametr bolup dupýar

$$W = \left[\text{Re}_g \text{Fr}_{gar} \rho_g / (\rho_s - \rho_g) \right]^{1/3} (1)$$

$\text{Re} = \frac{\omega D \rho}{\mu}$ - molekulýar sürtülmesiniň we inersiya güýçleriň

gatnaşyk ýlçegi bolup durýan hem-de garyndynyň, gazyň we suwuklygyň gidrodinamik akym kadasyny häsiýetlendirýän Reýnoldsyň kriteriýasy.

$$Fr_{gar} = \frac{\omega_{gar}^2}{gD} - \text{garyndyň akymyndaky agyrylyk}$$

güýçleriň we inersiýa güýçleriň gatnaşygyny häsiýetlendirýän Frudanyň kriteriýasy.

$Re_g - (\omega_g = \omega_{gar})$ garyndynyň tizligine deň, akym tizliginde gaz fazanyň akywyň Reýnoldsyň kriteriýasy

$$Re_g = \omega_{gar} D_T \rho_g / \mu_g \quad (2)$$

tehnologiki hasaplamalarda $\mu_g = 0,02 \text{ mPa} \cdot \text{c}$ kabul etse bolýar.

$Fr_{gar} -$ garyndynyň Frudynyň kriteriýasy

$$Fr_{gar} = \omega_{gar}^2 / (gD_m) \quad (3)$$

Suwuklygyň, gazyň harçlanyş we fiziki parametrlary hasaba almak bilen halkalaýyn gurluşyň başlanýan ýeriniň hem-de dykyly gurluşyň zologynyň çäginı kesgitlemek üçin indiki aňlatma ulanýar

bu ýerde $\mu_g, \mu_s -$ akymyň termodinamiki şertlerinde gaz we suwuklyk fazanyň şepbeşikligi.

Gatlak suwunyň şepbeşikligi basyşa bagly bolmadygy üçin hem-de onuň düzüminde gazyň az mukdarda ereýändigini göz öňüne tutup gatlak suwuň şepbeşikligi hemişelik kabul etse bolýar $\mu_s = 0,96^{-1} \text{ mPa} \cdot \text{c}$. Şeýlelik bilen $\mu_g / \mu_s = 0,02 : 0,96 = 0,2 \cdot 10^{-3}$ we $W_{gr} = f(\beta_g)$, $\beta_g -$ harçlaýyş gazdoýgunlyk.

Tilsimat hasaplamalarda gatlak suwuň dykyzlygy we gatlak suwuň göwrümleýin koeffisiýenti $\rho_s = 1,0$

$$\rho_s = 1,0 \text{ kg/m}^3, \mu_s = 1,0 \text{ mPa} \cdot \text{c}$$

kabul edilýär.

$$\text{Eger-de } W \leq W_{gr} \quad (5)$$

$$\text{Eger-de } W > W_{gr} \quad (6)$$

Garyndynyň akym sürtülmesine dykzlygy we ýitgi gradiýenti

Dykly gurluş.

Kriteriýaly işlenmegiň eksperimental maglumatlaryň esasynda alynan formula boýunça ilki bilen garyndydaky φ_g gazyň hakyky göwrümleýin paýy kesgitlenýär

$$\varphi_g = k_\mu \left[1,0 - \exp(-4,4 \sqrt{Fr_{gar} / Fr_a}) \right] \beta_g \quad (7)$$

bu ýerde k_μ - fazalaryň şepbeşikliginiň täsirini hasaba alýan koeffisiýenti we olaryň gatnaşyklaryndan baglylygy kesgitlenýär

$$k_\mu = 0,35 + 1,44 \sqrt{\mu_g / \mu_s}, \quad \text{eger-de}$$

$$\mu_g / \mu_s \leq 0,01 \quad (8)$$

$$k_\mu = 0,77 + 0,234 \sqrt{\mu_g / \mu_s}, \quad \text{eger-de} \quad \mu_g / \mu_s >$$

$$0,01 \quad (9)$$

Fr_a - akymyň awtomodel düzgünine laýyk gelýän garyndynyň fruda boýunça sany, ýagny φ_g / β_g gatnaşyk Fr -da bagly bolmadyk ýagdaýdaky düzgün.

Fr_a fazalaryň şepbeşikleriniň gatnaşygyndan baglylykda indiki aňlatma bilen kesgitlenýär:

$$Fr_a = 1150 (\mu_g / \mu_s)^{0,79}, \quad \text{eger-de}$$

$$\mu_g / \mu_s \leq 0,001 \quad (10)$$

$$Fr_a = 9,8 (\mu_g / \mu_s)^{0,1}, \quad \text{eger-de} \quad \mu_g / \mu_s > 0,001 \quad (11)$$

Fazalaryň hakyky göwrümleýin paýlaryny we olaryň dykzlyklaryny hasaba almak bilen garyndynyň dykzlygy indiki aňlatma boýunça kesgitlenýär:

$$\rho_{gar} = \rho_s (1 - \varphi_g) + \rho_g \varphi, \quad \text{kg/m}^3 \quad (12)$$

Gidrawliki garşylyk koeffisiýentiniň we garyndynyň hakyky dinamiki badynynyň akymy esasynda sürtülmä bolan ýitgi gradiýenti kesgitlenýär.

Ekspirimental kesgitlenen hereket ýolunyň masştabyny hasaba almak bilen tizligiň integrirlenen profili esasynda alynan baglanşyk boýunça gidrawliki garşylyk koeffisiýenti hasaplanýar:

$$\lambda_{gar} = \left\{ 3 \frac{1-\varphi_g}{1-\beta_g} \sqrt{B} - \frac{0,8\sqrt{B}}{\sqrt{A}} \left[\lg \left(2 \frac{\varepsilon}{D_T} + \frac{78(1-\beta_g)^2}{Re_s} \right) + 0,63 \right] \right\}^{-2} \quad (13)$$

bu ýerde ε/D - diwarlaryň otnositel nätekizligi (tablisa 1); Re_s - ($\omega_s = \omega_{gar}$) garyndyň tizligine deň bolan hereket edýän suwuklyk akymynyň Reýnolds sany

$$Re_s = \omega_{gar} D_I \rho_s / \mu_s \quad (14)$$

Turbalar	Turbalaryň ýagdaýy	Absolýut nätekizlik ε , mm
Polatdan bitin süpdirlen, aýnadan we reňkli metallardan	Täze, tehniki taýdan tekiz	0,0015
Polatdan (NKT) Bestly Kebşirlenen Kebşirlenen	Täze, arassa -//- Birnäçe ýul ulanylan	0,014 0,05 0,2
Turbogeçijili	Täze, arassa	0,018
Magistral gaz geçirijiler üçin	-//-	0,016
Üstin goralmatyk çöýundan	-//-	0,3

Parafin, smola we duzlar çýkündileri bilen hapalanmadyk nebit turbalary üçin $\varepsilon = 1,4 \cdot 10^{-5}$ kabul etse bolýar

$$A = \frac{(1 - \varphi_g) \rho_s}{\rho_{gar}} \left[0,16 \left(\frac{1 - \beta_g}{1 - \varphi_g} \right) + 3 \varphi_g^2 \left(\frac{\beta_g}{\varphi_g} - \frac{1 - \beta_g}{1 - \varphi_g} \right)^2 \right] + \frac{\varphi_g \rho_g}{\rho_{gar}} 0,16 \left(\frac{\beta_g}{\varphi_g} \right)^2 \quad (15)$$

$$B = \frac{1}{\rho_{gar}} \left[\frac{(1 - \beta_g)^2}{1 - \varphi_g} \rho_s + \frac{\beta_g^2}{\varphi_g} \rho_g \right] \quad (16)$$

Bir fazaly akym üçin ($\beta_g = 0$, $A = 0,16$ $B = 1$):

$$\lambda = \{3 - 2[\lg(2\varepsilon / D_G + 78 / \text{Re}_s) + 0,65]\}^{-2} \quad (17)$$

Sürtüliň bolan ýitgi gradiýenti aňsat hasaplamak üçin aňlatma şu görnüşe geler

$$\left(\frac{dP}{dH} \right)_{tr} = \lambda_{cm} \frac{\omega_{aar}^2}{2D_z} \left[\frac{(1 - \beta_g)^2 \rho_s}{(1 - \varphi_g)} + \frac{\beta_g^2}{\varphi_g} \rho_g \right] 10^{-6}, \text{ mPa/m} \quad (18)$$

Halkalaýyn gurluş.

Bu gurnuşyň aýratynlyklary φ s ýitgemeniň çylşyrymly häsiýeti bolup durýar, ýagny bu güýçli tolkyn emele gelme häsiýetli diwaryň golaýyndan we laminar gatlak astyndan hem-de daşky çäkden düzülýän suwuklyk gaty, gatnaşygy suwuklygyň hereketiniň ugryny kesgitleýän, şeýlelik bilen akymda bölünşini häsiýetlendirýän grawitasiýa we inersiýa güýçleriň astynda durýar.

Suwuklyk gaz akymyň ugry boýunça ýa-da ugrynyň ters tarapyna barbotaž düzgüne laýyk bolan pulsasiýa häsiýetli hereket edip bilýär. Gaz suwuklyk garyndylaryň gidrodinamikasynda suwuklyk akymynyň hereket ugrynyň ýitgemegi netijesinde akym tizligine rawers tizligi

(agdarmaklyk) diýilýär we ölçegsiz parametr onuň häsiýeti bolup durýar (rewersin ölçegsiz tizligi)

$$W_r = \omega_{gar} [\rho_s - \rho_g] / g \sigma_{n.g.})^{0,25} \cdot (\rho_g / \rho_s)^{0,5} \quad (19)$$

bu ýerde σ_{jg} – suwuklyk çäginde üst dartgynlyk - gaz, $\sigma_{jg} \approx \sigma_{ng}$

$$\sigma_{ng} = 1/101,58 + 0,05P - 72 \cdot 10^{-6}(T - 305), \text{ m.}$$

Akymyň içindäki hereket edýän güýçleriň we hakyky suwuklygyň mukdaryny kesgitleýän häsiýetleri bolup Reýnoldsyň suwuklyk kriteriýasyndan düzülen ölçegsiz parametr bolup durýar ($\omega_s = \omega_{gar}$ bolanda

$Re_s = \omega_{gar} D_G \rho_s / \mu_s$) we garyndynyň Fruda boýunça kriteriýasy $Fr_{gar} = \omega_{gar}^2 / (g D_m)$ ($\omega_g = \omega_{gar}$)

$$W_k = \left[Re_s Fr_{gar} \rho_g / (\rho_s - \rho_g) \right]^{1/3} \quad (20)$$

Görkezilen parametrlaryň kömegi bilen eksperimental maglumatlary umumylaşdyrmagyň esasynda alynan halkalaýyn gurluşynyň garyndysynyň akymynda suwuklygyň hakyky göwrümleöin paýy üçin baglylygy şu görnüşde bolar

$$\varphi_s = \left(\frac{\varphi_s^*}{1 + 200\beta_s} + \frac{370}{W_k} \beta_s \right) 10^{-\frac{600}{W_k \beta_s}} + \varphi_{sget} \left(1 - 10^{-\frac{600\beta_s}{W_k}} \right) \quad (21)$$

bu ýerde β_s – garyndyň düzümindäki suwuklygyň harçlanýş göwrümleýin paýy;

$$\beta_s = (1 - \beta_g) = Q_s / Q_{gar} \quad (22)$$

φ_s^* - W_r baglylykda kesgitlenýä barbotazda ($\beta_s = 0$) suwuklygyň hakyky göwrümleýin paýy

$$\text{eger-de } W_r < 3,3 \quad \varphi_s^* = 0,0053(3,3 - W_r) / W_k^{1/3} \quad (23)$$

$$\text{eger-de } W_r \geq 3,3 \quad \varphi_s^* = 0 \quad (24)$$

φ_{sget} – dykyly gurluşda garyndydaky suwuklygyň hakyky göwrümleýin paýy

$$\varphi_s = 1 - \varphi_g \quad (25)$$

φ_g –17 formula boýunça dykyly gurluşda garyndydaky suwuklygyň hakyky göwrümleýin paýy.

Garyndynyň dyklyzlygy indiki aňlatma boýunça kesgitleýär

$$\rho_{gar} = \rho_s \varphi_s + \rho_g (1 - \varphi_s) \quad (26)$$

Halkalaýyn gurluşda akymynyň gidrawliki garşylygyň koeffisiýentiniň suwuklygyň Reýnolds sanyna Re_s onuň baglygy bolmadygy üçin Re_s we garyndynyň Fruda boýunça Fr_{gar} kriteriýalaryň kombinasiýalary bilen kesgitlenip getirilip garşylyk koeffisiýenti görnüşinde getirilen

$$\lambda_{gar} = \lambda(Re_s : \varepsilon / D) \psi(Re_s Fr_{gar} : \beta_s) \quad (27)$$

bu ýerde $\lambda(Re_s : \varepsilon / D)$ - $\omega_s = \omega_{gar}$, bolanda suwuklygyň gidrawliki garşylygyň koeffisiýenti, Re_s baglylykda kesgitlenýän $\lambda = f/(Re)$ diagramma we otnositel nämekizlik ε/D boýunça sprawoçniklarda we kitaplarda geçirilýän ýa-da indiki formula boýunça hasaplanýar

$$\lambda = 0,67 [158 / Re_s + 2k]^{0,2}$$

bu ýerde $k = \varepsilon / Dg$.

$\Psi(Re_s, Fr_{gar}, \rho_s)$ gazkondensat akymyny kesgitleýän kriteriýasyna bagly getirilen sürtülme koeffisiýenti

$$\Psi = 1,0 + 0,03 [(Re_s Fr_{gar} (\rho_s - \rho_g) / \rho_g)^{1/3} \sqrt{\beta_s} \cdot \exp[-15(\beta_s + \rho_g / \rho_s)]] \quad (28)$$

Tizlenmägiň hasabyna ýitgileri hasaba alman dürli gurluşlaryň gaz suwuklyk akymynyň umumy basyş gradiýenti indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$(dP/dH) = \rho_{gar} g \cdot 10^{-6} + (dP/dH)_{tr}, \text{ MPa/m} \quad (29)$$

Guýuda gaz suwuklyk garyndynyň hereketiniň gidrawliki hasaplamasynyň yzygiderligi

1. Başlangyç maglumatlary taýýarlamaly
 $Q_{g.st}^{-1}$, $Q_{s.sr}$ – standart şertlerinde suwuň we gazyň debiti, m^3/s ;
 R_t – gazyň udel harçlanyşy, m^3/m^3 ;
 T_{gat} – gatlagyň temperaturasy, K;
 ω – geotermiki gradiýent, k/m;
 L_g – guýuň çüňlygy;
 D_t – turbalaryň içki diametri, mm;
 P_a , $P_{d_{üyp}}$ – guýuň agzyndaky we düýpdäki basyş, MPa;
 Suwuň we gazyň fiziki häsiýetlerini häsiýetlendirýän başlangyç maglumatlar.

2. Guýunyň agzyndan aşakda ýerleşen göterilýän sütüniň nokatlarynda (kesimlerinde) basyşlaryň yzygiderli bahalary düzülýär, şonuň üçin takmynaý garaşylýan ahyrky basyşyndan 10 % çäklerinde bolmaly deň aralyklara ΔP basyşyň umumy ýitgime diapazonyny ($P_d - P_a$) bölmeli.

3. Hasaplama baglylyklary ýa-da çüňlukdaky nusgalaryň derňewleriň maglumatlaryny ulanyp deňişli termodinamik şertlerinde (P_i , T_i) gaz, suw garyndynyň, suwuň we gazyň fiziki häsiýetleri kesgitlenýär.

3. Berilen basyşlara deňişli bolan akymyň temperaturasy T_i , şu formula bilen kesgitlenýär

$$T_i = T_a + [(T_{gat} - T_a)(P_i - P_a)] / (P_{gat} - P_a).$$

4. DEGIŞLI TERMODINAMIK ŞERTLERDE GAZ SUWUKLYK AKYMYNYŇ QSI, VGI HARÇLANYŞ PARAMETRLERI HASAPLANÝAR

$$Q_s - \text{const}$$

Hakyky gazlaryň ýagdaýlaryny hasaplamak üçin indiki aňlatma ulanylýar

$$V(P, T) = V_0 Z P_0 T / P T_0$$

bu ýerde V_0 – normal ýa-da standart şertlerde (P_0 , T_0) gazyň göwrümi.

Z ululyk P we T-ň funksiýasy bolup durýar, ýagny $Z = f(P_{\text{get}}, T_{\text{get}})$.

Tebigy gaz üçin getirilen parametrler

$$P_{\text{get}} = P/P_{\text{kr}}; \quad T_{\text{get}} = T/T_{\text{kr}}.$$

Gazyň getirilen parametrlaryny P.Lýapkowýň aproksimasion formulalary boýunça kesgitläň bolýar

$$P_{\text{get}} = P/[105(46,9 - 2,06\rho_{\text{ga}} - 2)]$$

$$T_{\text{get}} = T/(97 + 172\rho_{\text{ga}}^2)$$

bu ýerde ρ_{ga} – howa boýunça gazyň oňnositel dykzlygy.

Temperaturaň we basyşyň çägindäki gazyň düzümindäki uglewodorodlar üçin guýular ulanylanda köp duşýar ($P = 0-20$ MPa, $T = 273-355$ K)

Eger-de $0 \leq P_{\text{get}} < 3,8$ we $1,17 \leq T_{\text{get}} < 2$

$$Z_a = 1 - P_{\text{get}} [0,18(T_{\text{get}} - 0,73) - 0,135] + 0,016P_{\text{get}}^{3,45}/T_{\text{get}}^{6,1}$$

Eger-de $0 \leq P_{\text{get}} \leq 1,45$ we $1,05 \leq T_{\text{get}} < 1,17$

$$Z_a = 1 - 0,23P_{\text{get}} - (1,88 - 1,6T_{\text{get}})P_{\text{get}}^2$$

Eger-de $1,45 \leq P_{\text{get}} \leq 4,0$ we $1,05 \leq T_{\text{get}} \leq 1,17$

$$Z_a = 0,13P_{\text{get}} + (6,05T_{\text{get}} - 6,26)T_{\text{get}}/P_{\text{get}}^2.$$

1, 2, 3, 4, 5, 6 formulalar boýunça gaz suwuklyk akymynyň gurluşyny kesgitlemek üçin parametrlary bahalanýar.

Guýyň agzyndaky derejesine degişli ($H = 0$; $P = P_a$; $T = T_a$) nokadynda dP/dH basyş gradiýenti, soňra (dP/dH) gradiýenti berilen basyşly P_i we temperaturaly T_i nokatlarda hasaplanýar.

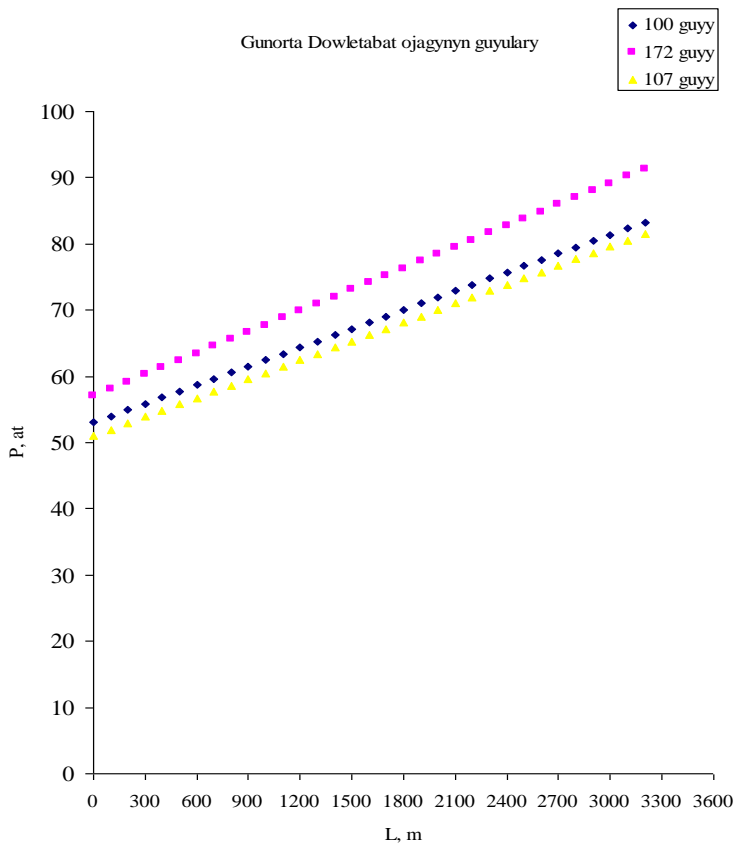
$(dH/dP)_a$ we (dH/dP) basyş gradiýentlerine ters ululyklary hasaplanýar.

Hi hasaplamalaryň netijeleri boýunça basyşyň profili $P=f(H)$ gurulyp fontan guýunyň düýp basyşynyň ululygy kesgitlenýär.

Şu görkezmelerden ugur alyp biziň görkezijilerimiz gatlak boýunaça hasaplamalarymyzyň netijesinde 3 guýuda hasaplanyldy olaryň görkezijileri aşakdaky çyzgylarda görkezilen. Her guýy boýunça bu aşakdaky çyzgylarda düýp

basyşynyň tapylyşy hem-de guýynyň sütünindäki basyş ýetgisini görkezilýär.

1-nji diagrammada biz bolsa basyş ýitgisini görkezýäris.



Surat 1.

Tizlikleri kesgitlemek

Bilşimiz ýaly, gaz we gazkondensat guýularynyň önümünde suw bolýar. Suwuň möçberi gazyň çiglylygy, gatlak suwuň hereketine we araçakden daşysyndaky suw boýunça anyklanýar.

Flýuidiň düzüminde suw bugy bolýar. Gaz garyndysynyň suw doýgunlygy onuň düzümine, basyşyna we temperatura bagly bolýar. Ortaça suw doýdunlygy AGKM üçin 11,2 sm³/m³ gaz separasiýasy başlangyç basyşda, her bir alynan 100 000 m³ gaza 1 m³ gowrak kondensasion suwlar alynýar. Kä bir guýulara hereklenýän gatlak suwlar barýar. Mysal üçin 75 müň m³/sut önümlü guýuda suw doýgunlygy 250 sm³/m³ 8.3 % göwrümleýin suwlar bar. Şol guýy üçin hasaplanan gazyň tizligi suwuklygy dabandan çykarmak üçin 0.45 m/s deňdir.

Edebiýatlaryň netijesinde suwlary we çägelere guýynyň dabanyndan çykarmak üçin gazyň tizligi 5-10 m/s deňdir bolmalydyr. Şutaýdan sorag ýüze çykýar, gazyň tizligi ýetkimi, guýudan suwuklygy çykarmak üçin, şu wagtydaky önüm alynýşy boýunça guýularyň düýbinde suwuklyk ýygnalyp bilýärmidir.

Gazyň önüm alynýşy we gazyň tizligi boýunça biz şol meseläni çözmeklik seredeliň, NKT-ň dabasyndaky gazyň tizligi indiki formuladan aňladylýar:

$$V=0.011574*(Q_0P_0Z_dT_d/FP_dZ_0T_0) \quad (1)$$

bu ýerde: V – tizlik m/s; Q₀ – standart şerdäki guýynyň önümi (P₀=0,1MPa, T₀=293K) müň.m³/sut; T_d, P_d – düýbindäki temperatura we basyş K, MPa; Z₀, Z_d – gatlakda we standart şertlerde aşa gysylyk koefisiýenti; F – turbalarynyň kesekeseginiň meýdany (F=πD²/4); D – turbalarynyň içki diametri m.

Tizlik bilinenden soňra önüm şeýle tapylýar:

$$Q=86.4*(\pi D^2 V P_d Z_0 T_0 / 4 P_0 Z_d T_d) \quad (2)$$

Suwuklygy çykarmak üçin iň az önüminiň alynyşyna araçäk önüm alynyş diýilýär, şol empirik formuladan tapylýar:

$$Q_a=0.111*D^2.5(\sqrt{P_d/M T_d Z_d}) \quad (3)$$

şu ýerde: M – gazyň molekulýar agramy.

Üznüksiz ýagdaý deňlemesinden alynan araçäk önüm alynyşy:

$$Q_a=0.0223*D^2*(\sigma P_d^2 Z R_1 T_{\bar{u}} \rho_s - 10^{-4} P_{\gamma} / Z(P_d, T_{\bar{u}})^3 T_{\bar{u}}^3 \gamma^2) \quad (4)$$

bu ýerde: γ – gazyň udel agramy; ρ_s – suwuklygyň dyklyzlygy kg/m³; $R_1=29.27$ – howa üçin gaz hemişiligi; σ – üst dartma ($P_d, T_{\bar{u}}$) N/m.

Düýp basyşy sazlamak boýunça önüm alynyş saýlanylýar, şol önümiň ýagdaýyndaky tizlik basyş hem kapilýar güýç deň agramlaşan şertlere gabat gelmeli.

$$W_1=\rho_g 2v^4/8\sigma g(\rho_s-\rho_g)\approx 1$$

bu ýerde: g – erkin gaçma tizligi m/s²

Şu formulaň derňewi görkezýär, eger gazyň akymynda suw damjasy bar bolsa, tizligi “v”, $W_1>1$ deň bolsa, onda suw damjasy gaz akymy bilen çykýar, eger $w_1<1$ onda suwuklyk guýynyň sütuninde üşýär. Düýp basyşyny sazlamak boýunça, araçäk önüm alynyşyny alyp bolýar, şol bize suwuklygy çykarmak ýagdaýy döredýär.

Rewers düzgüniň başlangyç tizligi – suwuklyk gabagynyň süýşmagi indiki formuladan tapylýar:

$$V=K_{\mu}(g\sigma \rho_s^2/\rho_g^2(\rho_s-\rho_g))^{1/4}$$

şu ýerde: K_{μ} – funksiýa, suwuk faza şepbeşikligine bagly, $K_{\mu}=3.2-3.5$.

Araçäk tizlik, suwuklygy ýeriň üstine çykarmak üçin, indiki formuladan tapylýar.

$$V_0=10*(45-0.0455*P_d)0.25*P_d-0.5$$

Araçäk tizligi we önüm alynyşy hasaplanyşyň başlangyç maglumat.

Tablisa 3

Düýp basyşy, P_d , MPa	50
Standart şertlerdäki basyş, P_0 , MPa	0.1
Gysyjylyk koefisiýenti, Z_d	0.035
Standart şertlerdäki gysyjylyk koefisiýenti, Z_0	1
NKT-ň diametri, d , m	0.089
Standart şertlerdäki temperatura, T_0 , K	293
Düýp temperatura, T_d , K	383
Üst temperatura, T_u , K	333
Gazyň udel agramy, γ	345
Düýpde gazyň dykzlygy, ρ_g , kg/m ³	446
Gazyň molekulýar agramy, M , g/mol	30
Suwuň dykzlygy, ρ_s , kg/m ³	1030
Suwuň üst dartmasy, N/m	0.065

Suwuklyk damja ýagdaýynda gaz akymynda ýerleşip biler, damjanyň göwrümi basyş we temperatura bagly bolup durýar, basyş ulaldygyça damjanyň göwrümi ulalýar, temperaturaň ulalmasy damjanyň kiçelmesine getirýär, damjanyň göwrüm saklanmasyna üst dartmasyň kömegi bilen bolýar, damjanyň pytramasyna bosa akymyň tizligi. Belli bir tizlikde damjanyň maksimal göwrümi diýen düşünje bar, ol tükeniksiz Webberiniň sanyna bagly bolup durýar. Şol san 30 geçmäkä damjanyň maksimal göwrümi saklanýar

$$We=\gamma_g*v^2*d/(g*\sigma)$$

Edilen terjimelerin netijesinde, damjany pytratman ýeriň üstine çykarmak üçin indiki tizlik hödürlenýär:

$$V_0 = \sqrt{30\sigma g} / (\gamma g d)$$

Az şepbeşikli suwuklyklar üçin araçäk Webberiniň sany 12 deň bolup durýar. Damjalaryň düşme tizligini indiki formuladan tapylýar:

$$V = (q d^2 / 18 \nu s) * ((p_d / p_s) - 1)$$

Agzalan usullaryň esasynda indiki jogaplary çykdy:

Hasaplamalaryň netijeleri aşakdaky tablisada görkezilen.

Tablisa 4

Guýy	P _ü , MPa	P _d , MPa	V, m/s	V _ç , m/s	Q, mln. m ³	Q _ç , mln. m ³
100	5.3	6.3	7.65	10.27	196	259
107	5.1	5.8	7.36	10.67	199	249
172	5.7	6.5	7.76	10.12	230	263

XIII. GAZ GUÝULARYNY ULANMAGYŇ TILSIMAT DÜZGÜNI

Gaz guýysyndan gaz çykaryş prosessinden guýular, şleýfler, separatorlar, ýylylyk çalşyryjylar, absorberler, desorberler, turbodetanderler, kompressorlar we başga enjamlar belli bir tehnologiki düzgünde işleýärler.

Gaz guýularynyň tilsimat düzgüni diýip, gaz çykarylanda guýynyň düýbündäki şerti hasaba alynan ýagdaýynda guýynyň agzyndaky hasaplanan debitiň, temperaturanyň, basyşyň we gazyň düzümininiň wagta görä üýtgemegine aýdylýar.

Gaz çykarylanda guýynyň düýbündäki şerti diýip, guýy ulanylanda onuň debitini çäklendirýän faktorlaryň matematiki ýazgysyna aýdylýar.

Guýularyň tilsimat düzgüni gaz kâniniň görnüşüne (gatlak, massiw), başlangyç gatlak basyşyna we temperaturasyna, gatlakdaky gazyň düzümine, gazsaklaýjy kollektordaky jynslaryň berkligine bagly. Ol ýörite ýerasty (M.A. Saýgeriň želonkasy) we ýerüsti (üst jyns tutyjylar, poslamanyň işjeňligini ölçeýjiler) enjamlaryny we abzallary (ses ölçeýjiler, debit ölçeýjiler, basyş we temperatura ölçeýjiler) ulanyp guýularyň düzgün derňewleriniň maglumatlary boýunça anyklanýar.

Gaz guýylarynyň ulanyş tejribesinde dürli känlerde guýynyň düýbinde aşakdaky şert ýerine ýetende gaz çykarýarlar.

1. Daban suwy ýok ýagdaýynda gowşak sementirlenen jynslarynda (çäge, çägedaşlary).

$$\frac{dp}{dR} /_{R=R_g} = C; \quad (1)$$

Guýynyň çykymyny aşakdaky formula bilen hasaplanylýar:

$$Q = \frac{\sqrt{A^2 + 4 \cdot 10^2 \Delta P (2P_k - \Delta P) B} - A}{2B} \quad (2)$$

Basyşyň gardiýenti C- aşakdaky ýaly tapylýar.

$$C = (\varphi Q_{\max} + \psi Q_{\max}^2) / P_{d \min} \quad (3)$$

bu ýerde Q_{\max} , $P_{d \min}$ - maksimall debit we oňa degişli bolan düýp basyşy; bu ýagdaýda guýynyň düýbindäki gazdoýgun kollektory zaýalanmaýar.

Gatlaklary açylyş derejesi we häsiýeti boýunça gidrodinamiki kämilleşen guýylar üçin bolsa:

$$\varphi = \frac{A}{[2R_g \ln(R_k / R_g)]}, \quad \psi = B / (2R_g) \quad (4)$$

Gatlaklary açylyş derejesi we häsiýeti boýunça gidrodinamiki kämilleşmedik guýylar üçin:

$$\varphi = \mu / (\kappa F_d P_{at}), \quad \psi = \beta * \rho_{at} / (F_d^2 P_{at}) \quad (5)$$

bu ýerde F_3 guýynyň düýbiniň üst akymynyň meýdany.

Önümli gatlagy b ululyga çenli açylan guýy üçin:

$$F_d = 2\pi R_g b \quad (6)$$

Gatlaky doly açylyp, ulanylýan sütünler oturdylyp, perforirlenen guýy üçin bolsa:

$$F_d = 2\pi R_o^2 n \quad (7)$$

bu ýerde n - işçi perforirlenen kanallaryň sany; R_o - perforirlenen kanalyň öýjükli sredasyndaky ýarym sfera görnüşli köwekleriň radiusy. Ol radiusy adaty ýarym sferanyň we silindriki perforirlenen kanallaryň üstleriniň

deňlik şertlerine görä ýa-da guýynyň derňewiniň netijeleri esasynda kesgitlenýär:

$$2\pi R_o^2 = \pi dl, \quad R_o = \sqrt{dl/2} \quad (8)$$

bu ýerde d - perforirlenen kanalyň diametri we l - onuň uzynlygy, olar perforatoryň görnüşine we dag jynslarynyň gatylygyna baglydyrlar.

Granulýar kollektorlarda (çäge, çägedaşlary) ПК-103 perforatory ulanylanda ýarym sferanyň radiusyny(mm) aşakdaky deňlemeden tapyp bolýar:

$$R_o = 31.7m^{1/2}; \quad 0.15 \leq m \leq 0.3 \quad (9)$$

bu ýerde m -öýjüklilik koeffisiýenti, paý birliginde

Karbonat jaýrykly kollektorlarda (toýunsow, dolomit, ангидрит) ýarym sferanyň radiusyny(mm) aşakdaky deňlemeden tapyp bolýar:

$$R_o = 150m^{3.4}; \quad 0.01 \leq m \leq 0.10 \quad (10)$$

2. Berk sementirlenen dag jynslarynda daban suwy bolmadyk ýagdaýynda:

$$Q = const, \quad \text{ýa-da}$$

bu ýerde Q - atmosfera basyşyna we gatlak temperaturasyna gabat getirilen çykymy.

Guýynyň debiti aşakdaky deňlemeden tapyp bolýar:

$$Q = \frac{\sqrt{A^2 + 4\Delta P(2P_k - \Delta P)B} - A}{2B} \quad (11)$$

3. Gaz sygymly berk dag jynslarynda daban suwy bolmadyk ýagdaýynda:

$$\left. \frac{dp}{dy} \right|_{y=y_0} = \rho_s g = \gamma_s \quad (12)$$

bu ýerde dp/dy - guýynyň oky boýunça ýokaryk ugrukdyrylan dab suwundaky konusyň depesindäki basyş gradiýenti ($y=y_0$); ρ_s - gatlak suwunyň dykzlygy.

Guýunyň çäklendirilen suwsyz çykymyny (sm³/s) aşakdaky deňlemeden tapyp bolýar:

$$Q = \frac{2\pi k h^2 p_k \Delta \rho g}{\mu p_{at}} q^* (\bar{\rho}, \bar{h}) \quad (13)$$

bu ýerde h -gatlagyň gazdoýgunly böleginiň galyňlygy, sm; p_k - absolýut gatlak basyşy, MPa; μ -gatlak basyşynda we temperaturasynda gazyň dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti, mPa*s; p_{at} - 0.1MPa; $\Delta \rho$ - gatlak şertlerinde suwuň we gazyň dykzlyklarynyň tapawudy, kg/sm³; $q^* (\bar{\rho}, \bar{h})$ -ölçegsiz debit, ol $\bar{\rho} = R/h \sqrt{k_g/k_s}$ we $\bar{h} = b/h$ baglylykda grafige görä tapylýar; b -gatlagyň açylan bölegi, sm; k_k, k_d -kese we dik ugurdaky gatlagyň netijeli geçirijilikleri, mkm², $R \approx 4h$.

Eger-de gatlak gazynyň düzüminde SKT-nyň sütünini we guýynyň agzyndaky enjamlaryny posladýan komponentler (CO₂, H₂S, kislotalar) bar bolsa, onda guýunyň çykymyny çäklendirýän ýagdaýy bolup taslamanyň ygtyýar berlen göniçyzykly tizligi hyzmat edýär. Gaz çykaryş şerti SKT sütüniniň ýokarky kese kesiginde gazyň maksimal goýberilen tizligi bolup durýar. Bu ýagdaýda taslamanyň göniçyzykly tizligi goýberilen baha eýe bolýar. Gaz akymynyň tizligi 11m/s-den kiçi bolan ýagdaýynda CO₂-nyň mukdaryna bagly bolan poslamanyň göniçyzykly tizligi 0.1mm/ýyl-dan ýokary bolmaýar.

Mesele. Aşakdaky berlen maglumatlar boýunça gatlagyň ygtyýar berlen maksimal depressiýany (basyş

tapawudyny) kesgitlemek: $\Delta t = 286.2$ mks/m; $\rho_g = 2.65$ g/sm³; $R_o = 3$ sm; $k_o = 2$ mkm²; $\varphi = 0.1$; $\nu = 0.3$; $\bar{\rho} = 2.6$ g/sm³; $\rho_s = 1$ t/m³; $H = 1000$ m.

Ses karotažynyň maglumatlaryna görä öýjüklilik koeffisiýenti $m = 0.2$ deňdir, τ struktur kofisiýenti indiki formula esasynda kesgitlenip 7.25 deň boldy.

$$\tau = \frac{1.29 \cdot 10^3}{(k/h)^{1/2}} [10.7 - 3.22 \lg(k/h)]^{-2}, \quad (14)$$

Aýlawlylyk (egrem-bugramlyk) koeffisiýenti $\xi_b = 1.935$, öýjüklilik sredanyň kanallarynyň ortaça radiusy $r_o = 12.5 \cdot 10^{-4}$ sm, sygym maýyşgaklygynyň moduly $E = 2.58 \cdot 10^4$ MPa.

$$\Delta p = \frac{0.2 r_o F \varphi}{(1 + \nu) R_o} - \frac{H}{10} \left[\frac{\nu}{(1 - \nu)} \bar{\rho} g - \rho_s g \right] \text{ formula görä } \Delta p = 0.51$$

MPa. Eger –de E sygym maýyşgaklygynyň modulini H çuňlugyna aşakdaky görnüşde bagly diýip alsak

$$E = \psi H^{17/16}, \quad (15)$$

bu ýerde $\psi = 138$ MPa/m^{17/16}, haçanda $H = 1000$ m, onda akustiki karotažyň maglumatlary bolmadyk ýagdaýynda çäklendirilen depressiýany (MPa) aşakdaky deňleme boýunça hasaplap bolýar:

$$\Delta p = \left\{ \frac{0.2 r_o 138 H^{1/16} \phi}{(1 + \nu) R_o} - \frac{1}{100} \left[\frac{\nu \bar{\rho} g}{(1 - \nu)} - \rho_s g \right] \right\} H \quad (16)$$

Haçanda $H = 1000, 2000$ we 3000 m bolanda, (16) formula boýunça hasaplanan $\Delta p = 0.232; 0.58$ we 0.99 MPa deňdir.

Süzülmäniň A we B garşylyk kofisiýentleri belli bolanda maksimal ygtyýar berlen çykymy (müň.m³/sut) şu aňlatmadan kesgitläp bolýar:

$$Q = \frac{\sqrt{A^2 + 4 \cdot 10^2 \Delta p (2p_k - \Delta p) B} - A}{2B} \quad (17)$$

Eger-de $A = 2.15 \text{ sut} \cdot \text{mPa}^2 / \text{mũn} \cdot \text{m}^3$, $B = 3,75 \cdot 10^{-3} (\text{sut} \cdot \text{mPa})^2 / (\text{mũn} \cdot \text{m}^3)^2$, $\Delta p = 0.232 \text{ MPa}$, $p_k = 10 \text{ MPa}$, onda $Q = 165 \text{ mũn} \cdot \text{m}^3 / \text{sut}$.

4. SKT- niň guýa goýberilýän çuňlugynyň we içki diametriniň hasaplamasy.

SKT sütünini guýa indiki maksatlar üçin goýberýärler:

1) ulanylýan oturtma sütünini gaz akymynyň düzüminde bar bolan gaty maddalaryň we posladyjy agentleriň (H_2O , CO_2 , garynja, uksus, propion, ýag we başga kislotalar) abraziw täsirinden goramak; 2) gaz çykarylanda guýynyň düýbindäki şetlere gözegçilik etmek; 3) guýynyň düýbinden gaty maddalary we suwuklyklary ýokaryk çykarmak üçin gaz akymynyň gerek bolan tizligini döretmek; 4) umumy açylan aralyk boýunça uly galyňlykly gazdoýgunly gatlaklary deňölçegde özleşdirmek; 5) abatlaýyş işlerini geçirmek üçin we gatlakdan guýa gaz akymynyň depginini güýçlendirmek.

13.1. SKT sütüniniň içki diametrini kesgitlemek

SKT sütüniniň içki diametrini ölçegi d we dykzlygy ρ_g berlen gaty bölejigi guýynyň düýbinden ýokaryk çykarmak şertinden hasaplarys.

Gaty maddalar düşende sredanyň garşylyk güýjini (N) Nýutonyň kanuny boýunça kesgitleäris:

$$R = \xi F \rho_g v^2 / 2 \quad (18)$$

bu ýerde ξ -sreda garşylygynyň ölçegsiz koeffisiýenti, $\xi = \xi(\text{Re})$; Re - Reýnoldsiň kriteriýasy; F -maddanyň kesegiginiň meýdany ($F = \pi d^2 / 4$, bu ýerde d -maddanyň

diametri; ρ_g - gazyň dykzlygy, kg/m³ ; ν - maddanyň çökme tizligi, m/s.

Gaz sredasynda gaty maddanyň agramy(N) :

$$G = \pi d^3 (\rho_m - \rho_g) g / 6 \quad (19)$$

Eger-de sreda garşylygynyň güýji R gaz sredasyndaky maddanyň agramyna G deň bolsa aşakdakyny alarys:

$$\nu_o = \sqrt{4d(\rho_m - \rho_g)g / (3\xi\rho_g)} \quad (20)$$

Haçanda $Re < 500$ bolanda sredanyň garşylyk koeffisiýentini Stoksyň kanunyndan taparys:

$$\xi = 24 / Re = 24\mu / (\nu_o d \rho_g), \quad (21)$$

bu ýerde μ -gazyň dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti, Pa*s.

Bu aňlatmany ξ (20) formula goýsak aşakdakyny alarys:

$$\nu_o = d^2 g (\rho_m - \rho_g) / (18\mu) \quad (22)$$

Eger-de $Re > 500$ şertinde ξ Re-a bagly bolmaýar; $\xi = 0.44$. Onuň bahasyny (3) formula salsak aşakdakyny alarys:

$$\nu_o = 5.44 \sqrt{d(\rho_m - \rho_g) / \rho_g}$$

$\rho_m \gg \rho_g$ (meselem, $\rho_m = 2500$ kg/m³ ; $\rho_g = 50$ kg/m³) we

$\rho_g = \rho_o \frac{pz_o T_o}{zp_o T}$ hasaba alyp ony aşakdakydan tapyp

bolýar:

$$\nu_o = C \sqrt{\rho_m dz T / p} \quad (23)$$

(23) formuladan görnüşi ýaly $\nu_o = \nu_o(d, \rho_m, z, T, p)$

SKT kolonnasynyň diametri aşakdaky tertip boýunça tapylýar. Gazyň guýa akyp gelme deňlemesinden:

$$p_k^2 - p_d^2 = AQ + BQ^2 \quad (24)$$

Alynan Q-nyň bahasy boýunça pd taparys, soň $t_d = t_{bas} - \bar{\varepsilon}(p_{cak} - p_d)$ formulasy we zd boýunça td-i hasaplarys, onsoň (6) formula boýunça maddanyň berlen diametri üçin ν_o -ny hem-de SKT sütüniniň gerek bolan diametrini kesgitleýäris ($\nu_{ort} = 1.2\nu_o$).

$$D = \sqrt{4Qz_d p_o T_o / (\pi p_d z_o T_d \nu_{ort})} \quad (25)$$

Adatça

$$\rho_m = 2500 \text{ kg/m}^3, d = 0.1 \text{ mm}, \nu_o = 1 - 3 \text{ m/s}.$$

SKT sütüniniň we çykarylýan dag jynslarynyň belli diametrlerinde guýynyň düýbinden gaty maddalary ýokaryk çykarmak üçin, guýynyň debitiniň wagt aralygynda üýtgeýşi iterasiýa usuly bilen hasaplanýar (ýakynlaşma usuly).

Suwuklygyň damjalary guýynyň düýbinden ýokaryk çykarylşy basyş we temperatura üýtgände, damjanyň ölçeginiň we formasynyň üýtgeýşi bilen häsiýetlenýär. Kondensasiýa we bugarma prosesiniň başlanýan oblastynda basyşyň ýokarlanmagy damja ölçeginiň ulalmagyna getirer, temperaturanyň ýokarlanmagy bolsa suwuklygyň bugarmasy esasynda damja ölçeginiň kiçelmegine elter.

Üst dartylmasyynyň esasynda damja ölçegleri şol durşuna galýarlar, tizlik bady damjanyň pytramagyna we kiçelmegine getirýär. Gaz akymynyň şeýle tizliginde damjanyň çäk we maksimal diametriniň bardygy tassyklanyldy. Ol Weberiň ölçegsiz sanyna baglydyr. Tejribe esasynda suwuk maddanyň maksimal diametri $We = 30$ çenli üýtgemeýänligi kesgitlenildi:

$$We = \gamma_g \nu^2 d / (g\sigma) \quad (26)$$

Hinzanyň geçiren tejribeleriniň netijelerini ulanyp, Terner gaz akymy bilen bilelikde hereketlenýän suwuklyk

maddalaryny ýokaryk çykarmak üçin gerek bolan tizligiň hasabyny çykardy:

$$\nu_o = \sqrt{30\sigma g / (\gamma_g d)} \quad (27)$$

σ we γ_g -ň täsiri ν_o -a az diýip alalň. (27) formulany hasaba alyp, Terneriň formulasyny aşakdaky görnüşde ýazarys:

$$\nu_o = 5.73(45 - 0.0455 p_d)^{1/4} p_d^{-1/2} \quad (28)$$

bu ýerde ν_o - m/s-da öçenýär; p_d - düyp basyşy.

Senagat eksperimental derňewlere görä (28) formuladaky koeffisiýenti 2 essä golaý ulaltmaly. Muny hasaba alsak ýaňky formula şu görnüşe eýe bolar:

$$\nu_{o\min} = 10(45 - 0.0455 p_d)^{1/4} p_d^{-1/2} \quad (29)$$

Çäk diametrli suwuklyk damjasy guýynyň düýbinden çykarylýan ýagdaýyndaky gazyň debitini hasaplarys:

$$Q_{\min} = \frac{\pi d^2}{4} g_{o\min} \frac{T_o z_o p_d}{T_d p_o z_d} \quad (30)$$

Bu aňlatmany gazyň guýa akyp gelme deňlemesine (30) goýup, $z=z(p_d, T_d)$ baglanşygyny hasaba alyp SKT sütüniniň berlen diametri, $\nu_{o\min}$ we Q_{\min} üçin yzygider ýakynlaşma usuly boýunça p_d -i hasaplarys.

Guýudaky temperaturany, basyşy, akymyň tizligini we gazsuwuk akymynyň faza ýagdaýyny UkrYBGI-da döredilen ТДЦП-12 enjamy bilen ölçäp bolýar.

Käniň özleşdirmе döwründe gatlak basyşy peselende çüwdürim turbalarynyň diametri ulaldylýar, kiçi diametrli sütünler guýydan çykarylyp, uly diametrli sütünlere çalşyrylýarlar. Özleşdirmäniň tamamlanýan döwründe suw we gaty maddalar guýa gelmedik ýagdaýynda guýylary metaliki oturtma sütünleri esasynda ulanyp bolýar.

Mesele. Gazkondensat kâniniň БУ-14 gatlakly № 58 guýynyň düýbinden suwuklygy doly çykarmak üçin gerek

bolan minimal tizligi we gazyň debitini aşakdaky berlen maglumatlaryň esasynda kesgitlemeli: $p_k=31.5\text{MPa}$ (absolýut); $T_b=377\text{ K}$; $A=43\cdot 10^{-2}\text{ sut}\cdot\text{MPa}/\text{müň.m}^3$; $B=3.09\cdot 10^{-7}(\text{sut}\cdot\text{MPa})^2/(\text{müň.m}^3)^2$; $D=0.0625\text{ m}$; $\sigma=20\cdot 10^{-3}\text{ H/m}$; $\rho_{c_{5+}}=0.742$; $z_o=1$; $z_b=0.938$; $p_o=0.1\text{ MPa}$.

$$Q_{\min} = \frac{3.14 \cdot (0.0625)^2 \cdot 293 \cdot 1 \cdot 0.864 \cdot 10^5 P_d}{4 \cdot 357 \cdot 1 \cdot 0.938} 10 \cdot (45 - 0.04455 \cdot P_d)^{1/4} P_d^{-1/2} =$$

$$= 2.32 \cdot 10^3 P_d^{1/2} \times (45 - 0.0455 \cdot P_d)^{1/4}$$

Q_{\min} -ň bahasyny gazyň guýa akyp gelme deňlemesine goýsak aşakdakyny alarys:

$$99000 - P_d^2 = 43 \cdot 10^{-3} \cdot 2.32 \cdot 10^3 P_d^{1/2} (45 - 0.0455 P_d)^{1/4} +$$

$$3.09 \cdot 10^{-9} \cdot 5.38 \cdot 10^6 (45 - 0.0455 P_d)^{1/2} P_d$$

Ýakynlaşma usuly boýunça $P_d=14.82\text{ MPa}$,
 $U_{o\min}=1.01\text{ m/s}$, $Q_{\min}=101\text{ müň m}^3/\text{sut}$.

XIV. AGKM GALDYRYJYLY GUÝULARDA GIDRAWLIKI GARŞYLYK KOEFISIÝENTI

Hödurlenýän usullarda AGKM guýulardaky gazkondensat garymyň sürtülmesiniň ortaça gidrawlik koefisiýenti Frudyň sanyna baglylygy, zaboý basyşyny ölçemekde takyk sanlara eltip, çuňluk manometrleriň netijeleri bilen deňeşýär.

Fontan guýularda, guýularyň zyňma şleýflerinde we gazkondensat geçirijilerde sürtülme esasynda ýüze çykyan basyş ýitgisini hasaplamakda gazkondensat garymyň akymynyň şertleriniň dürliliginde gidrawliki garşylyk koefisiýentiniň (λ) häsýetlendirmek kyn bolýar.

Işleýän guýudaky gaz we kondensatlaryň harçlanma parametrlerini hasaplamadaky näbelli şertler, termobarik şertleriň hemişe üýtgeýändiginden zaboý basyşyny hasaplamak üçin ulanylýan [1-5] deňlemäniň hemme parametrleri (r_s we l_g –dan başga) - näbelli bolup durýar. Bu parametrler : ρ - gazkondensat garymyň dykzlygy, z - gazfaza garymyň aşagysylyk koefisiýenti, λ - gidrawliki garşylyk koefisiýenti.

Sonuň üçin gazkondensat guýularda λ hasaplamakda hödurlenýän usullar takyk hasap edilýar we ýalňyşlyklara getirýär. Şeýle-de Adamowyň [2-5] formulasy boýunça gazkondensat guýularda zaboý basyşyny ölçemek usulunda içine 2 näbellini alan (P_{zab} näbelli bahasyna bagly bolan näbelli λ bahasy) P_{zab} Adamowyň şol formuladan alnan aňlatmasy boýunça λ koefisiýentiň hasaplamasyna seredilýär.

Iki fazanyň akysynda λ hasaplamagyň has ygtybarly (ynamly) usuly, getirme garşylyk koefisiýentine (Ψ) esaslanan we fazalaryň otnositel hereketini göz önünde tutýan usul [6] . Bu ýerde λ (gidrawlik garşylyk koefisiýenti) birfazaly akym Reýnoldsda görä alnyp Ψ - koefisiýentine köpeldilýär. Köp halatlarda ikifaza akymyň parametrleriniň näbelliligi üçin bu usulda Ψ - “näbelli koefisiýent” bolup galýar.

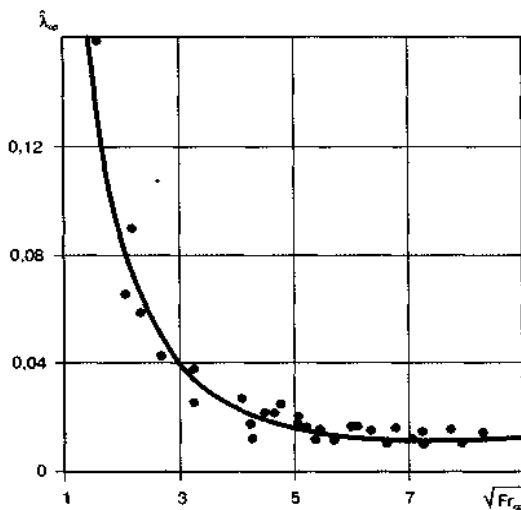
Dürli derňewler öz işlerinde Ψ koefisiýetini ulanyp bu koefisiýentiň anyk bahasyny tapyp bilmediler. Ol dürli ulgamy turbageçirijilerde, gazsuwyklyk garymlarda, gaz we suwyklyk düzümlü fazalarda özüni dürli häsiýetde alypbaryp praktikada sürtülme esasynda emele gelýän basyş ýitgisini hasaplamakda uly ýalňyşlyklara eltdi.

Wertikal guýularda termobariki şertleriň hemişe üýtgame ýagdaýynda gazkondensat garymyň zaboýdan üste akymynda fazanyň düzümine, dykzlygyna, akymyň tizligine täsir edýän parametrleri takyk hasaplamak mümkin däl. Şonuň üçin, dürli iş düzgündäki işleýän gazkondensat guýular derňelip, netijeleri alnyp, ortaça parametrleri tapmak üçin diňe emperiki bahalandyрма baglanşygyny ulanmak makul bilindi. Baglylyk bahalandyrmany tapmak üçin kontrol seperatorda ölçenen gazyň we kondensatyň debiti, dykzlygy we her düzgünde işleýän guýynyň sütünlerinde ölçenen basyş we temperatura ulanylýar. Şeýdip AGKM guýularynyň netijesinde ikinji derejeli polinomly emperik baglylyk alyndy. Bu ýerde gazyň ortaça aşagysyjylyk koefisiýentini (z_{ort}) bahalandyrmak üçin otnositel ortaça basyş ulanyldy. Soňra bu baglylyk λ_{ort} hasaplamalarynda hem üstünlikli ulanyldy.

Bilşimiz ýaly gidrawlikada λ koefisiýentini tapmak üçin esasy baglylyk hökmünde $\lambda = f(\text{Re}, \varepsilon)$ emperiki baglylyk bolup durýar. [6,7] grafikde görkezilişi ýaly). Reýnoldsyň sanyny (Re) we turbanyň içiniň otnositel бүdür-сүдүрлiligini (ε) bilsek biz [6,7] grafikden λ -ny tapyp bileris. Ikifazaly akym üçin hem, garym üçin Re (gaz we kondensat) sanyny bilip λ tapyp bolar.

Reýnoldsyň tapanymyzda garymyň ortaça dinamiki şepbeşikligini (μ) bilmegimiz gerek. Ol hem garymyň komponent düzümine we guýynyň ortasyndaky termobarik şertlere görä tapylýar. Mundan başgada [6,7] görä, otnositel бүdür-сүдүрligi tapmak üçin NKT-niň içiniň absolýut бүdür-сүдүрliginiň ortalygyny bilmek zerur. Bilşimiz ýaly praktikada bu parametrleri anyklamak kyn mesele bolup durýar. Turbulent

akym teoriýasyndan belli boluşy ýaly gemogen häsiýetli gazsuwyklyk garym garymyň ortaça parametrleri, Re görä meňzeş akym diýlip hasaplanylýar. Eger turbulentlik uly bolanynda, akymdaky wagta görä ortaça galtaşma naprýaženiýe, wagta görä ortaça inert güýçlere proporsionaldyr. We şoňa görä-de dykzlyga bagly, sebäbi bu görnüşli akymda şepbeşiklik passiw rol oýnaýar. Bu häsiýetli profillere we akymlara awtomodelli diýilýär, bu termini hem turbulent, hem-de laminar akym üçin ulnyň bolar [8].



Surat 1. $\bar{\lambda}_{ort}$ bahasynyň Frudyň sany $\sqrt{Fr_{ort}}$ bahasyna

Muňa esaslanyp NKT-de bat ýitgini tapmak üçin belli ikili deňlemäni alaly (gazkondensat guýy üçin)

$$\Delta p = p_{düyýp} - p_{üst} = p_{st} + \Delta p_{ýit} \quad (1)$$

bu ýerde: Δp - guýuda basyş ýitgileriň jemi (düyýden üstýe çenli); $p_{düyýp}$, $p_{üst}$ - zaboýdaky we üstýedäki basyş; p_{st} - statiki basyş (işleýän guýuda); $\Delta p_{ýit}$ - sürtülmede basyş ýitgisi.

(1) deňlemäniň sag bölegi üçin Bernulliniň we Darsi-Weýsbahyň deňlemelerini (7) ulanyp gazkondensat guýular üçin :

$$\Delta p = \rho_{\text{ort}} q H \cdot 10^{-6} + \lambda_{\text{ort}} \rho_{\text{ort}} v_{\text{ort}}^2 H \cdot 10^{-6} / 2d, \quad (2)$$

bu ýerde: ρ_{ort} , v_{ort} , λ_{ort} – dykzlygyň, tizligiň we sürtülmeğiň gidrawlik garşylyk koefisiýentiniň ortaça bahalary; H , d – NKT-niň uzynlygy we içki diametri; q – erkin gaçyş tizlenmesi.

Eger $v_{\text{ort}}^2 / d_g = Fr_{\text{ort}}$ bolsa, we statiki basyşy skopkadan çykaryp (2) deňlemäni :

$$\Delta p = p_{\text{st}}(1 + 0,5\lambda_{\text{ort}} Fr_{\text{ort}}) \quad (3)$$

Indi (3) deňlemeden λ_{ort} üçin:

$$\lambda_{\text{ort}} = (2 / Fr_{\text{ort}})(\Delta p / p_{\text{st}} - 1) \quad (4)$$

ýa-da

$$\lambda_{\text{ort}} = 2k / Fr_{\text{ort}} \quad (5)$$

bu ýerde: $k = (\Delta p / p_{\text{st}} - 1)$ – ölçegsiz koefisiýent ($0 \leq k < 1$) sürtülme güýjiň, inert güýçlere täsirini häsiýetlendirýär.

Görşümüz ýaly (5) –de λ_{ort} we Fr_{ort} arasynda giperbolik görnüşli ters proporsanal bar.

$$\lambda_{\text{ort}} = 2d (\Delta p \cdot 10^{-6} - q_{\text{ort}} H) / q_{\text{ort}} V_{\text{ort}}^2 H \quad (6)$$

Bu diýmek zaboýda we üstýede basyş ölçenen bolsa, ýagny Δp belli bolsa, λ_{ort} bu gazkondensat guýy üçin diňe ρ_{ort} we v_{ort} bagly bolup durýar.

Eger $\rho_{\text{ort}} = G / Q_{\text{ort}}$, bu ýerde G – gazkondensat garymyň massalaýyn harjy; Q_{ort} – ortaça debit, v_{ort} bolsa $Q_{\text{ort}} = 86400 v_{\text{ort}} / F$ tapylýar, ($F = 0,785 d^2$) – galdyryjynyň geçme meýdanynyň kesigi, (6) deňligi şeýle ýazyp bolar.

$$\lambda_{\text{ort}} = 90,252 \cdot 10^{12} d^5 (0,102 \Delta p Q_{\text{ort}} - GL \cdot 10^{-3}) / G Q_{\text{ort}}^2, \quad (7)$$

bu ýerde L – zaboý basyşynyň ölçenen çuňlugy.

(7)-ä görä eger Δp belli bolsa gazkondensat guýuda λ_{ort} diňe galdyryjynyň parametrleriniň harjyna bagly bolup durýar. G massa harjy debite görä we gazyň, kondensatyň we gatlak suwynyň dykzlygyna görä hasaplanylýar. Debit (Q_{ort}) bolsa şol şertler we (\bar{z}_{ort}) gazyň aşagysyjlyk koefisiýentini ulanmak bilen tapylýar.

20-den gowrak AGKM guýular derňelende, P we T çuňlyk enjamlary bilen ölçenip, (7) deňleme ulanylyp λ_{ort} hasaplanyldy. Soň bolsa EHM arkaly iň amatly (approksimik takyklyga görä) emperiki baglylyk saýlandy.

$$\bar{\lambda}_{ort} = \psi \sqrt{Fr_{ort}} \quad (8)$$

bu ýerde $\bar{\lambda}_{ort}$ – gidrawlik garşylyk koefisiýentiniň ortaça bahasy.

Onda

$$\sqrt{Fr_{ort}} = 4,7077 \cdot 10^{-6} Q_{ort} / d^{2,5}. \quad (9)$$

Suratda getirilen (8) baglansyık başınjı derejeli polinom görnüşindäki egrisi suratda görkezilen. Çykarylan formula boýunça kesgitlenen λ $1 < \sqrt{Fr_{ort}} \leq 6,5$ interwalda $3,4 \cdot 10^{-4}$ hakykatdakydan tapawutlanar. $\sqrt{Fr} > 6,5$ bahasy hemişelik, $\bar{\lambda}_{ort} = 0,01251$ we Frudanyň sanyna bagly däl.

14.1. Hemişelik diametrli bir hatarly lift

Hemişelik diametrli bir hatarly lift bilen enjamlaşdyrylan guýularyň düýp basyşy iki usulda kesgitlenilýär:

- halkara giňişlikdäki basyş boýunça, eger bu giňişlik paker bilen ýapylmadyk bolsa, barometrik formula boýunça, ýagny

$$P_z = P_{tr.des}, \quad (10)$$

bu ýerde $P_{tr.d}$ – halkara giňişlikde basyş;

$$s = 0,03415 \bar{\rho} L / Z_{ort} T_{ort}. \quad (11)$$

T_{ort} – guýy nilinde ortaça temperatura, ol aşaky formula boýunça

$$T_{ort} = \frac{T_u + T_L}{2}, \quad (12)$$

Z_{ort} – gazyň aşagysylyjylyk koeffisiýent (ortaça), ol yzygider ýakynlaşdyrma usuly bilen kesgitlenilýär.

Başda gazyň getirme parametrleri $P_{\text{get,ort}} = P_{\text{tr,d}}/P_{\text{kr}}$ we $T_{\text{get}} = T_{\text{ort}}/T_{\text{kr}}$ arkaly Z_{ort} $P_{\text{tr,d}}$ we T_{ort} bilip bahasyny kesgitleýäris. Z_{or} ulanyp $P_{\text{z,or}}$ kesgitleýäris. Soň $P_{\text{get}} = P_{\text{z,or}} + P_{\text{tr,d}}/2P_{\text{kr}}$ we T_{get} kesgitleýäris we soň bu maglumatlar esasynda Z_{or} ; L – guýy çuňlugyny kesgitleýärler. Köp gatlakly gazlylykda, gazlylygyň ortasyna hasaplanylýan düýp basyş podoşwadaky ýa-da krowlýadakydan üýtgeşikdir; p – gazyň otnositel dykyzlygy;

- üst basyş boýunça buferde düýp basyşy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär

$$P_{\text{z2}} = P_{\text{ü}}^2 e^{2s} + \theta Q_2 \quad (13)$$

bu ýerde

$$s = 0,03415 \bar{\rho} L / Z_{\text{ort}} T_{\text{ort}},$$

$$\theta = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda Z_{\text{ort}}^2 T_{\text{ort}}^2 (e^{2s} - 1) / D^5. \quad (14)$$

Z_{ort} we T_{ort} kesgitleme tertibi bu parametriň barometrik formula ulanylandaky ýaly kesgitlenilýär; D – fontan turbalaryň içki diametri; L – fontan turbalaryň uzynlygy; λ – fontan turbalaryň gidrawliki garşylyk koeffisiýenti.

14.2. Üýtgeýän diametrli bir hatar lift

Üýtgeýän diametrli bir hatar lift bilen enjamlaşdyrylan guýynyň düýp basyşyny iki usulda kesgitläp bolar:

- halkara giňişlikde basyş boýunça, eger bu giňişlik pakerlenmedik bolsa barometrik formula boýunça;

- halkara giňişlikde pakeriň bar ýa-da ýoklugyna garamazdan buferdäki basyş boýunça, düýp enjamlaryň ýerleşen ýerinde basyş ýitgisini hasaba alyp.

Üýtgeýän diametrli fontan turbanyň konstruksiýasyny döretmegiň sebäbi guýynyň niline gelýän suwuk we gaty jisimleri çykarmak we nilde minimal basyş ýitgisidir. Köp sanly edebiýat maglumatlary boýunça, gaty we suwuk jisimleri

çykarmak üçin guýynyň niliniň islendik kesiginde gaz akymynyň tizligi 4 m/s ýokary bolmaly, ýagny

$$v \geq 0,52 \cdot 10^{-5} Q Z d \dot{p} T d \dot{p} / d^2 P d \dot{p}^2 \geq 4. \quad (15)$$

bu ýerde Q – guýy debiti, m³/sut; $Z d \dot{p}$ – düýp şertde gazyň aşagysylyjylyk koeffisiýenti; $T d \dot{p}$ – düýpde gaz temperaturasy, K; d – düýpde niliň kesiginiň diametri, 10-2 m; $P d \dot{p}$ – düýp basyş, MPa.

4 bölümde görüşi ýaly gaty we suwuk jisimleri çykarmak üçin gerek bolan tizlik ululygy jisimleriň formasyna we ululygyna bagly we 4 m/s-den aşakdadyr.

(15) formula görä akymyň minimal tizligi düýpde bolýar, sebäbi gazyň temperaturasynyň täsiri düýp basyş täsirinden pes.

Ýitgeýän diametrli bir hatar lift hökmünde guýa goýberilen we gazberiji interwaly doly ýapmaýan hemişelik diametrli bir hatar lift konstruksiýasyna seredip bolar. Bu ýagdaýda gaz tizliginiň birden üýtgeýän iki uçastogy bolar.

1. Fontan turbalaryň başmakdan aşakdaky interwalynda niliň geçiş kesiginiň diametri oturtma turbasynyňka deň. Bu kiçi tizlikli interwal, bu ýerde suwuk we gaty jisimleri çykarmaga gerek bolan tizlik emele gelmeýär, sebäbi tizligi kesgitlemek üçin formula oturtma turbalaryň diametriniň kwadratdaky bahasy otyr. Mundan başgada podoşwadan başlap krowlýa çenli guýynyň önümliligi jemlenýär. Şol sebäpden akymyň tizligi podoşwada nula deňdir. Haçanda podoşwa ýakynlarynda jisimleri çykarmaga ýeterlik tizlik bolmanda çäge dyky ýa-da suwuklyk sütüni emele gelýär.

Çäge dyky bolan ýagdaýda guýynyň işi açylyş derejesi boýunça kämilleşmedik diýilýär.

2. Gaz akymy fontan turbasyna gelýän interwaly jynslary çykarmak üçin gerek bolan tizligi nukdaý nazaryndan fontan turbalary oturtma sütüne garanynda amatly ýerleşendir. Fontan turbalaryň diametri oturtma sütüninkä seredeniňde kiçi. Şol sebäpden fontan turbalarynda akym tizligi, gazyň oturtma sütün turbalarynda hereket edýän goýberme çuňlugyndan

ýokarydyr, ýöne kiçi debitli guýularda hem ýokary basyşda, uly diametrli fontan turbalarda, gaz akym tizligi fontan turbalarda hem jisimleri çykarmaga gerek bolanyndan pes bolýar. Şeýlelikde gaty we suwuk jisimleri çykarmak üçin gerek bolan tizlik fontan turbalaryň goýberilme çuňlugyna we diametrine baglydyr. Bu ýerde belläp geçmeli zat diametriň we goýberme çuňlugy maksimal kiçeltmek hemişe effektiw däldir.

Iki basgançak konstruksiýaly bir hatar lift üçin düýp basyş iki etapda kesgitlenilýär: ilki bilen d_1 uly diametrli turbada hereket edýän gaz üçin üst basyş boýunça L_1 çuňlukda basyş kesgitlenýär; soňra bu basyş üst basyş hökmünde kabul edilip we bu basyş boýunça hereket edýän gazyň d_2 diametrde we L_2 uzynlykda uçastogunda düýp basyş kesgitlenýär. Eger gazly gatlaklar uly bolsa we iki basgançakly fontan başmagy perferirlenen interwalyň ortasyndan gaty ýokaryda bolsa, onda aşaky bölegini, gazyň oturtma sütüninde hereket edýän ýerinde fontan turbalaryň başmagynda düýp basyş bahasyny üst basyş hökmünde alyp bolar, ýagny baş maglumat hökmünde. Ýokarda görkezilen gaz guýularynyň iki basgançak konstruksiýasy üçin düýp basyşy kesgitlemek:

- turbalaryň birinji basgançak üçin:

$$P_1^2 = P_u^2 e^{2s_1} + \theta_1 (e^{2s_1} - 1); \quad (16)$$

- turbalaryň ikinji basgançak üçin:

$$P_3^2 = P_1^2 e^{2s_2} + \theta_2 (e^{2s_2} - 1). \quad (17)$$

(16) we (17) formulalardan

$$P_3^2 = P_u^2 e^{2(s_1 + s_2)} + \theta_1 e^{2(s_1 + s_2)} - (\theta_1 - \theta_2) e^{2s_2} - \theta_2, \quad (18)$$

bu ýerde

$$s_1 = 0,03415 \bar{\rho} L_1 / Z_{ort1} T_{ort1}; \quad s_2 = 0,03415 \bar{\rho} L_2 / Z_{ort2} T_{ort2}; \quad (19)$$

$$\theta_1 = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_1 Z_{ort1}^2 T_{ort1}^2 Q^2 / d_1^5; \quad (20)$$

$$\theta_2 = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_2 Z_{ort2}^2 T_{ort2}^2 Q^2 / d_2^5. \quad (21)$$

Iki basgançakly sütüniň hasaplamasynyň aýratynlygy T_{ort} we Z_{ort} bahalary basgançaklaryň birleşiginde näbelli,

sebäbi adatça gazyň üst we düýp temperaturasyny ölçeyärler. Eger aşaky başgançagyň uzynlygy kiçi bolsa, onda bahalandyрма hasaplama üçin Z_{ort} we T_{ort} bahasy fontan turbalaryň uzynlygy L boýunça ortaça alynar. Onda (16)-(17) formulalar

$$s_1 = 0,03415 \bar{\rho} L_1 / Z_{\text{ort}} T_{\text{ort}}; \quad s_2 = 0,03415 \bar{\rho} L_2 / Z_{\text{ort}} T_{\text{ort}}, \quad (22)$$

$$s_1 + s_2 = 0,03415 \bar{\rho} L / Z_{\text{ort}} T_{\text{ort}}, \quad (23)$$

$$\theta_1 = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_1 Z_{\text{ort}}^2 T_{\text{ort}}^2 Q^2 / d^5, \quad (24)$$

$$\theta_2 = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_2 Z_{\text{ort}}^2 T_{\text{ort}}^2 Q^2 / d_2^5. \quad (25)$$

Fontan turbanyň başmagynyň aşagyndaky interwaly hasaba almak gerek bolanda we debit belli bolanda bu uçastokda düýp basyş aşaky formula bilen kesgitlenir

$$P_3^2 = P_{\text{ü}}^2 e^{2(s_1+s_2+s_3)} + \theta_1 e^{2(s_1+s_2+s_3)} - (\theta_1 - \theta_2) e^{2(s_2+s_3)} - (\theta_2 - \theta_3) e^{2s_3} - \theta_3, \quad (25)$$

bu ýerde

$$s_3 = 0,03415 \bar{\rho} L_3 / Z_{\text{ort}3} T_{\text{ort}3}, \quad (26)$$

$$\theta_3 = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_3 Z_{\text{ort}3}^2 T_{\text{ort}3}^2 Q^2 / D_3^5, \quad (27)$$

D_3 – oturtma sütün diametri; $T_{\text{ort}3}$ – fontan turbasynyň başmagynyň aşagynda perferirlenen interwal ortasyna çenli orta temperatura; $Z_{\text{ort}3}$ – şol uçastokda aşagysylyjylyk koeffisiýenti; L_3 – fontan turbalaryň başmagyndan perferirlenen interwal ortasyna çenli aralyk.

14.3. Ikihtarly, ikibasgançakly lift

Ikihtar we ikibasgançak lift bilen enjamlaşdyrylan konstruksiyaly gaz guýusynyň düýp basyşyny kesgitlenende gaz hereket edýän giňişligi hasaba almaly. Tejribede aşaky akym görnüşleri düş gelýär.

1. Gaz d_2 diametrli turba boýunça zaboýdan L_2 çuňluga hereket edýär. L_4 aralykdaky uçastokda d_1 diametrli turba boýunça L_3 uçastokda d_2 diametrli turba boýunça üste çenli.

2. Gaz zaboýdan L_2 çuňluga çenli d_2 diametrli turba boýunça hereket edýär. L_4 uzaklykly uçastokda d_1 diametrli turba boýunça. Soňra akym iki akyma bölünýär: akymyň bir bölegi d_1 we d_2 halkara giňişlik boýunça L_3 uçastokda üste çenli hereket edýär, beýleki bölegi bolsa şol uçastokda d_2 diametrli turba boýunça hereket edýär. Başka ekspluatasion obýektiň akymynyň bir bölegi ýa-da önüminiň böleginiň halkarada hereket etmesi seýrek duş gelýär.

Ikihatar we ikibasgançak liftiň ulanylmagy ekspluatasion obýektleriň sanyna, nilde gaz basyşynyň ýitgisine, önümlü gorizontyň ýatma çuňlugyna, şeýle hem ulanylýan turbalaryň berklik häsiýetine bagly.

Eger-de gaz L_2 uçastokda d_2 diametrli turba boýunça hereket etse, soň L_4 uçastokda d_1 diametrli, soň bolsa L_3 uçastokda d_2 diametrli turba boýunça hereket etse, onda gazyň hereketiniň bu shemasynda düýp basyş aşaky zygydlerlikde kesgitlenilýär: ilki bilen belli bolan üst basyş boýunça d_2 diametrli L_3 çuňluga sallanan turbanyň başmagyndaky basyşy aşadaky formula boýunça kesgitlenilýär

$$PL_3^2 = P_{ü2}e2s1 + \theta1(e2s1 - 1), \quad (28)$$

L_4 uçastokda PL_3 basyşy bilip, $d1$ –den $d2$ geçilýän çuňlukdaky basyşy kesgitleýäris

$$PL_4^2 = PL_3^2 e2s2 + \theta2(e2s2 - 1). \quad (29)$$

$d1$ diametrli turbanyň başmagyndaky basyşy bilip, L_2 çuňlukda turbanyň başmagyndaky düýp basyşy kesgitleýäris

$$P_{32} = P_{2L4} e2s3 + \theta3(e2s3 - 1), \quad (30)$$

bu ýerde

$$s1 = 0,03415 \bar{p} L_3 / ZL_{3ort} TL_{3ort}; \quad (31)$$

$$s2 = 0,03415 \bar{p} L_4 / ZL_{4ort} TL_{4ort}; \quad (32)$$

$$s3 = 0,03415 \bar{p} L_2 / ZL_{2ort} TL_{2ort}; \quad (33)$$

$$\theta1 = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_3 Z_2 L_{3ort} T_2 L_{3ort} Q^2 / d_2^5; \quad (34)$$

$$\theta2 = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_4 Z_2 L_{4ort} T_2 L_{4ort} Q^2 / d_1^5. \quad (35)$$

$$\theta3 = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_2 Z_2 L_{ort}^2 T_{ort}^2 L_{ort}^2 Q^2 / d_2^5. \quad (36)$$

Bular aşaky formulany berýär (düýp basyşy üçin):

$$P_3^2 = P_y^2 e^{2(s_1+s_2+s_3)} + \theta_1 e^{2(s_1+s_2+s_3)} - (\theta_1 - \theta_2) e^{2(s_2+s_3)} - (\theta_2 - \theta_3) e^{2s_3} - \theta_3, \quad (37)$$

(31) (36) formulalarda T_{ort} bahasy aşaky ýaly kesgitlenýär:

$$T_{ort} = (T_{\bar{u}} + T_{L3})/2; T_{ort} = (T_{L3} + T_{L4})/2; T_{ort} = (T_{L4} + T_3)/2.$$

Bu sistemada temperaturanyň diňe iki bahasy belli: $T_{\bar{u}}$ we $T_2 = T_3$. L_3 we L_1 çuňlukdaky temperaturanyň bahasyny kesgitlemek üçin nil boýunça temperatura çyzyklaýyn üýtgeýär diýýärler, ýöne hakyky temperaturanyň ýaýramagy çyzyklaýyn däl. Ýerasty gidrodinamikada düýp basyşy kesgitleme gollanmasynda gazyň nil boýunça temperaturany we gazyň aşagysylyjylygynyň orta bahasyny ulanmaga rugsat berilýär, sebäbi bulary ulanmak hakyky düýp basyş bahasyna ýakyn netije berýär. Bu ýerde belläp geçmeli zat, gazyň temperaturasynyň we aşagysylyjylyk koeffisiň üýtgemesini hakyky düýp basyşy kesgitlemek üçin hasaplamada hasaba almak üçin EHM-siz kyn bolar.

Aşagysylyjylyk koeffisiýenti hasaplamanyň yzygiderligi aşakdaky ýaly. Belli bolan $P_{\bar{u}}$ we T_{ortL3} boýunça ýene-de Z_{orL3} . T_{ortL3} we Z_{orL3} boýunça PL_3 kesgitleniler. L_4 uzynlykly uçastok üçin PL_3 we T_{ortL4} Z_{orL4} kesgitlenilýär. Z_{orL4} we T_{ortL4} ulanyp P_{orL4} tapylýar. Soň bolsa PL_3 we P_{orL4} boýunça ýene-de Z_{L4} tapylar. Z_{orL4} we T_{ortL4} boýunça PL_4 kesgitlenilýär. Soň bolsa PL_4 we T_{ortL2} bilip Z_{orL2} tapylýar. Z_{orL2} we T_{ortL2} boýunça $P_{3,or}$ tapylýar. $P_{3,or}$ we PL_4 boýunça we T_{ortL2} boýunça ýene-de Z_{orL2} tapyp soň düýp basyş kesgitlenilýär.

Gazyň L_2 uçastokda d_2 diametrli turbada we L_4 uçastokda d_1 diametrli turbada hereket edişine seredeliň. L_4 uçastokdan soň akym ikä bölünýär. L_3 uçastokda Q_1 debitli akym bölegi d_2 turba boýunça hereket edýär, beýleki bölegi Q_2 debitli akym bolsa ($d_1 - d_2$) halkara giňişlikden hereket edýär. Bu ýagdaýda düýp basyşy kesgitleme yzygiderligi indiki ýaly bolar: eger d_2 diametrli turba boýunça hereket edýän akymyň

üst basyşy ulanylsa, onda bu turbanyň L_3 uzynlykly uçastogynyň başmagynda basyşy kesgitleýärler

$$PL_3^2 = P_{\dot{u}} 2e^{2s_1} + \theta_1^* (e^{2s_1} - 1), \quad (39)$$

bu ýerde s (31) boýunça kesgitlenilýär, θ_1^* θ_1 -den debit ululygy boýunça tapawutlanýar we kesgitlenilýär

$$\theta_1^* = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_3 Z_2 L_{\text{ort}}^3 T_2 L_{\text{ort}}^3 Q_1^2 / d_2^5. \quad (40)$$

Soň PL_3 bilip PL_4 , soň bolsa PL_4 bilip (30) boýunça P_3 kesgitlenilýär. d_1 diametri turbada akym ikä bölünende we çyzykda üst basyş ulanylanda düýp basyşy kesgitlemegiň formulasynyň ahyrky görnüşi

$$P_3^2 = P_{\dot{u}}^2 e^{2(s_1+s_2+s_3)} + \theta_1^* e^{2(s_1+s_2+s_3)} - (\theta_1^* - \theta_2) e^{2(s_2+s_3)} - (\theta_2 - \theta_3) e^{2s_3} - \theta_3.$$

Eger ($d_1 - d_2$) halkarada hereket edýän akymyň üst basyşy ulanylýan bolsa, onda L_3 çuňlukda basyş kesgitleýärler

$$PL_3^2 = P_{\text{MT}} 2e^{2s_{\text{MT}}} + \theta_{\text{MT}} (e^{2s_{\text{MT}}} - 1), \quad (42)$$

bu ýerde P_{MT} – halkara giňişlikde üst basyş;

$$s_{\text{MT}} = 0,03415 \bar{\rho} L_3 / Z_{\text{ort.MT}} T_{\text{ort.MT}}; \quad (43)$$

$T_{\text{ort.MT}}$ – halkara orta temperatura

$$T_{\text{ort.MT}} = (T_{\dot{u}.MT} + TL_3) / 2; \quad (44)$$

$Z_{\text{ort.MT}}$ – aşagysylyjylygyň orta koeffisiýenti. $Z_{\text{ort.MT}}$ kesgitlemek üçin ilki bilen orta temperatura we halkara giňişlikdäki üst basyş boýunça P_{MT} kesgitleýäris. Tapylan $Z_{\text{ort.MT}}$ bahasy boýunça L_3 çuňlukda basyşyň orientir bahasy kesgitlenilýär. P_{MT} we P_{or} bilip halkarada orta basyş tapylýar. $P_{\text{or}} L_3$ we $T_{\text{or}} L_3$ boýunça $Z_{\text{ort.MT}}$, soň bolsa L_3 PL_3 çuňlukda P_{MT} boýunça basyş kesgitleýäris.

θ_{MT} formula boýunça kesgitlenilýär

$$\theta_{\text{MT}} = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_{\text{MT}} Z_{\text{ort.MT}}^2 T_{\text{ort.MT}}^2 Q^2 / D_e^5, \quad (45)$$

bu ýerde D_e – tegelek kesige deňeşdirilende halkara kesigiň ekwiwalent diametri.

$$D_g = d_1 - d_2 d, D_e^4 = (d_1^2 - d_2^2 d)(d_1^2 + d_2^2 d), \quad (46)$$

bu ýerde d_2d – ikinji hataryň turbasynyň daşky diametri, ýa-da

$$D_e^5 = (d_1 - d_2)^3(d_1^2 + d_2^2d). \quad (47)$$

D_e bahasy formula boýunça λ_{MT} kesgitlemek üçin gerek bolan Re sanyňy hasaplamak üçin ulanylýar. Eger λ_{MT} formula boýunça kesgitlenýän bolsa, onda bu diýmeklik gidrawliki garşylyk koeffisiýenti Re sanyndan bagly däl. Bu ýagdaýda бүдүр-сүдүрлик hökmünde ikinji hatar d_2d turbanyň daşky бүдүр-сүдүрлиги alynýar. Umuman сүртүлме koeffisiýentine d_1 birinji hataryň içki diwarynyň we ikinji hataryň d_2d daşky diwarynyň бүдүр-сүдүрлиги täsir edýär. Eger ikinji hatar mufta bilen birikdirilen bolsa, onda λ_{MT} koeffisiýentine goşmaça formula boýunça bahalandyrylýan garşylyk goşmaly. Tejribede gaz halkarada hereket edeninde turbanyň бүдүр-сүдүрлигинiň takyk bahasyny bilmek mümkin däl. Şol sebäpden tejribede hasaplamalarda λ_{MT} kesgitlenilende maslahat berilýän usul tejribe usulydyr. Bu usuly λ_{MT} kesgitlemek üçin ulanylanda her kân, guýy we gatlagyň öz boluşlyygyny we parametrlerine aýratynlykda seretmeli.

$$\lambda_{MT} = (Pd_2 - P_u^2)D^5/0,01413 \cdot 10^{-10} Z_{ort}^2 T_{ort}^2 Q^2 (e^{2s} - 1),$$

Guýy ulanylma prosesinde basyş, temperatura, gaz düzümi çykarylýan suwuklyk mukdary we turba бүдүр-сүдүрлиги üýtgeýär we λ_{MT} ululygy wagtal-wagtal barlamaly. Bu ýagdaý akym bir hatar liftde hemişelik we basgançakly konstruksiýada hereket edeninde hem degişlidir. Şeýlelikde enjamlary ulanmazdan düýp basyşy kesgitlemege mümkinçilik berýär.

L_3 çuňlukda aşakda L_4 uçastokda PL_4 gaz basyşy (29) formula boýunça kesgitlenilýär. Soň bolsa PL_4 bilip d_2 diametrli L_2 çuňluga sallanan turbanyň birinji hatarynyň başmagyndaky düýp basyşy (30) boýunça kesgitleýäris. (29), (30) we (42) formulalary bilelkde çözüp, halkarada üst basyş we Q_{MT} debitleriň belli bolany üçin, düýp basyşy kesgitlemegiň ahyrky formulasyna alyp bileris

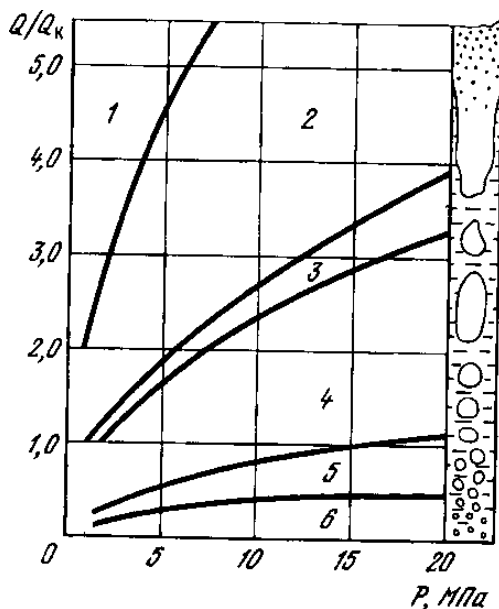
$$P_3^2 = P_{mm}^2 e^{2(s_{mm}+s_2+s_3)} + \theta_{mm} e^{2(s_1+s_2+s_3)} - \quad (49)$$

$$- (\theta_{mm} - \theta_2) e^{2(s_2+s_3)} - (\theta_2 - \theta_3) e^{2s_3} - \theta_3.$$

14.4. Gaz we gazkondensat guýularda gaz suwuklyk akymyň strukturasy barada

Tejribede hakyky şertlerde gaz we gazkondensat guýularyň önümlerinde hemişe suwuklyk az mukdarda hem bolsa bolýar. Gaz akymynda suwuklygyň bolmagy gazyň çyglylygyndan, köp halatlarda uglewodorodlaryň agyr komponentleriniň gaz düzüminde gabat gelmegi, guýyny suw basmagy, guýy niline poslama garşy we gidrata garşy inhibitorlaryň berilmeginden bagly bolýar. Guýuda gazsuwuklyk garymyň hereketi çylşyrymly gidrodinamik prosess we akymyň strukturasyň dürliligi we faza üýtgemegi bilen häsiýetlendirilýär. Termobarik şertleriň üýtgemegi, perforasiýa interwalda we fontan turbalarynda ýa-da halkarada aşakdan ýokaryk akym tizliginiň yzygider ýokarlanmasy, kondensatyň aýrylmasynyň we suw buglarynyň kondensirlenmesiniň hasabyna suwuk fazanyň mukdarynyň köpelmegi 2-nji suratda görkezilişi ýaly akym strukturasyň üýtgemegine getirýär. Her struktura üçin basyş hasaplamasynda ulanylýan özüne mahsus turbanyň gidrawliki garşylyk koeffisiýenti, hakyky gazlylygy we beýleki parametrleri bar.

Tejribede adatça gazsuwuklyk garymyň akymynyň aşakdaky strukturalaryna duş gelinýär.



2-nji surat. Gaz we suwuklygyň wertikal üçin akym režiminiň strukturasý we çäkleri: 1-dispers-halka; 2 – halkalaýn; 3 – dyky-halkalaýn; 4 - dykylaýn; 5 - köljirik-dykly; 6 – köljirikli.

Dispers-halka akym

Gazyň tizliginiň yzygiderli ösmegi bilen halka akymyň emele gelmeginden soň tolkun tekizliginden suwuklygyň bir bölegi aýrylýar we akym ýadrosyna gidýär. Akymyň gaz ýadrosynda bir wagtyň özünde halka suwuk plýonkanyň we suwuklygyň damjasynyň bolmagyna dispers-halka akym diýilýär. Dispers-halka akymyň başlaýan ýeri halka akym etrabynda başlaýar we şol sebäpden bu režimleriň arasynda takyk çäk ýok. Ýöne dispers-halka akymyň başlaýan ýeri, plýonka tekizliginden (ýüzinden) suwuk damjalaryň aýrylma ýerinden başlaýar. Aýrylmanyň baş tizligi suwuk plýonkanyň galyňlygyna bagly. Dispers-halka akymyň ýeri $\beta_{dh} < \beta < 1$ we $v \geq 2$ aralykda bahalandyrylýar.

Halkalaýyn akym

Turbanyň diwary boýunça suwuklyk halka görnüşinde hereket edende onuň içinde gaz bolýar. Halkalaýyn akymda suwuklygyň halka plýonkasy gaz akymy bilen ýokaryk ýa-da aşak akyp biler. Halkalaýyn akymda, eger suwuklyk plýonkasy ýokary hereket edýän bolsa, onda režim rewers diýlip atlandyrylýar, eger hereket aşak bolsa – ýuwdynda diýilýär. Rewers režiminiň başlangyç tizligine kritiki diýilýär we aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär.

$$V_k = K_\mu [g \sigma \rho_s^2 / \rho_g^2 (\rho_s - \rho_g)]^{1/4}, \quad (50)$$

bu ýerde σ – üst dartyş koeffisiýenti, H/m; K_μ – suwuklyk fazanyň şepbeşikligine bagly funksiýa. K_μ funksiýa bahasy 3,2 3,5 çenli üýtgeýär. Nebit we kondensat şepbeşikliginiň üýtgemeginde funksiýa $3,25 \leq K_\mu \leq 3,35$. K_μ ort = 3,3 üçin kritik tizlik

$$v_k = 3,3 [g \sigma \rho_s^2 / \rho_g^2 (\rho_s - \rho_g)]^{0,25}. \quad (51)$$

Rewers we ýuwdynmada halkalaýyn akymyň režimini kesgitleýän kriteriýa bolup getirme tizlik $v = V/V_k$ gelýär. $v \geq 0,845$ bolanda halkalaýyn akym ýüze çykýar. Tejribelere görä ýuwdynma režiminde $v = 0,845$. Halkalaýyn akymyň çägi

$$\beta_k = \frac{1 + 0,2(0,06 + \rho)^{0,25}}{1 + 0,28(0,06 - \rho)^{0,25} v^2}, \quad v^2 \leq 1,4. \quad (52)$$

Dyky-halkalaýyn akym

Dyky režimiň dyky-halkalaýyn režime geçmesi gaz köpürjiginiň ululygynyň we akym tizliginiň ýokarlanmagy bilen bagly, bu ýerde suwuklyk gatlagy ýarylýar we diwar boýunça aşak akýar. Dyky-halkalaýyn akym $\beta_d < \beta < \beta_k$ we $0,845 < v < 2$ atraplarda ýerleşýär.

Dykylaýyn akym

Köpürjikleriň we gaz snaryadynyň ululygynyň ulanmasy bölek köpürjikleriň we snaryadlaryň birleşmegine getirýär, birleşmeler olaryň hereket edýän turbalarynyň diametrine hem deň bolup bilýärler. Bu akym režimi dykylaýyn akym diýlip atlandyrylýar. Dykylaýyn akymyň çäkleri şertler bilen kesgitlenilýär: ($\beta_k = 1$ eger $v < 0,845$ we $\beta_d = 2\beta_k - 1$ eger $v > 0,845$). Aşaky çäkleri akymyň köpürjik režimine direýär.

Köpürjikli akym

Bu režim gazyň köpürjikleriniň hereketiniň doly suwuklyk akymynda bolmagy bilen häsiýetlendirilýär. Köpürjigiň ululygy we sany guýynyň nili boýunça basyş üýtgemesine bagly. Köpürjikleriň ulalmagy diňe bir basyşyň düşmegine bagly bolman eýsem beýleki bölek köpürjikleriň goşulmagy bilen hem baglydyr. Bu režiminiň emele gelmegi gazyň suwuk sreda berilme şertine bagly. Şol sebäpden köpürjik režim çäginu takyk kesgitlemek kyn.

XV. DÖWLETABAT KÄNINIŇ MYSALYNDA GPTD-9 BÖLEGINIŇ GUÝULARYNDYŇ ÖNUMLI GATLAGY DUZ KISLOTASY BILEN IŞLEMEK ARKALY GUÝYNYŇ ÖNDÜRIJILIGINI ARTDYRMAK

15.1. Düýbe ýakyn zolagy gaýtadan işlemek üçin guýyny saýlamak. Skin-effekt.

Skin-effekt diýip süzülýän flýudleriň düzümindäki gaty bölejikleriň süzülme kanallary haraplamagy (arassalanmagy) netijesinde olaryň geçirijiliginiň üýtgemegine aýdylýar. Süzülme kanallaryny mehaniki bölejikleriň haraplamak (arassalanmak) hadysasyna galagyň dykylmagy (açylmagy) diýilýar. Köplenç akymyň kadalaşmadyk düzgümünde derňemek bilen kesgitlenýan energiýa ýitgisiniň agdyklyk edýan ýeri bolan, düýbe ýakyn zolagy üçin skin-effektiň aýratyn ähmiýeti bar.

Guýynyň düýbe ýakyn zolagynyň dykylmagy ilkinji açylyşyndan başlap, guýynyň ömrüniň dürli döwür+63.lerinde bolup geçýar. Gatlagy ilkinji açylmagynda we soňky sementlenmeginde guýynyň düýbe ýakyn zolagyna (GDÝZ) ulanylýan erginleriň diňe süzülýän suwuklyklary bolman, eýsem toýunly we sementli erginleriň dispersiýa fazalarynyň bölejikleri düşýar. Süzülme kanalynda gatlaýyk emele gelýar we olaryň geçirijiligini peseldýar.

Gatlagy repressiýa bilen ilkinji açylanda terrigen kollektory sementleýji maddanyň GDÝZ-ny zaýalamagy (ýumurmagy) we süzülme kanallaryny dykmagy mümkin. Çykaryjy guýylary ulanylanda nebitiň asfalt-smola-parafin komponentleriniň we duzlaryň gatlaklanyp boş kannalary ýapmagy netijesinde dykylmagy mümkin. Gysyjy guýylar ulanylanda gatlagyň basyşyny dikeldilende gapgarylýan suwlar bilen gelýan mehaniki bölejikler, şeýle-de beýleki gaty galyndylar (duzlar, turbanyň poslary) GDÝAZ-na düşmegi bilen dykylýar biler.

GDÝaZ-nyň dykylmak (açylmak) hadysalary we onuň sebäpleri ýeterlik öwrenmek hem-de bu hadysanyň süzülme häsiýetnamasyna ýaramaz täsirini peseltmegiň dürli tilsimatlary hödürlenen.

$$\Delta P = \frac{Q\mu_s}{4\pi kh} \left[\ln \frac{2,25\chi t}{r_g^2} + 2C' \right]; \quad (1)$$

bu ýerde C' - flýudiň akymynyň GDÝaZ-daky goşmaça süzülme garşylyk koeffisiýenti häsiýetlendirýän, san ululygy.

$$tg\alpha = B = \frac{Q\mu_s}{4\pi kh}$$

Belligi hasaba almak bilen (1) deňlemäni skin-effekti kesgitlemek üçin indiki görnüşde ýazarys:

$$C' = \frac{\Delta P}{2B} - \frac{1}{2} \ln \frac{2,25\chi t}{r_g^2}; \quad (2)$$

bu ýerde r_g – guýynyň (dolata görä) radiusy, m;

$tg\alpha = B$ – Basyşyň dikelme egrisiniň göni çyzykly meýdanynyň gysarma burçy.

Ýokarda bellenişi ýaly goşmaça süzülme garşylygy köp sanly ýagdaýlara bagly we guýynyň getirme radiusy rget düşünjesini girizip, aňlatmak bolar. (2) deňlemedäki rg ornuna rget goýup aşakdaky görnüş alarys:

$$C' = \frac{\Delta P}{2B} - \frac{1}{2} \ln \frac{2,25\chi t}{r_{get}^2}; \quad (3)$$

Bu ýagdaýda skin-effekti wagtyň kesgitli döwrü üçin GDÝaZ-daky geçirijiligiň üýtgemesini san görnüşinde häsiýetlendirýar. (3) deňlemeden görnüşü ýaly skin-effektiň C' ululygy aşakdakylar ýaly bolup biler:

- položitel – kesgitli wagt aralygy üçin GDÝaZ-nyň geçirijiligi
- ýaramazlaşýar;

- otrisatel – kesgitli wagt aralygy üçin GDÝaZ-nyň geçirijiligi gowulanýar;

- nol – GDÝaZ-da geçirijilik üýtgemeýar.

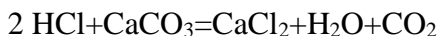
Şeýle ýagdaýda guýynyň gidrodinamiki derňewi uglewodorod ojaklaryny dogry özleşdirilişme gözegçilik etmekde zerur bolup durýar we guýynyň düýbe ýakyn zolagyny gaýtadan işlemek boýunça gerek çäreleri saýlamaga mümkinçilik döredýan hakyky maglumaty berýar.

Gatlagyň süzülme ulylyklaryny kesgitlemek maksady bilen geçirilen gaz gidrodinamiki derňewiň netijeleri gaýtadan işlenen. Akymy kadalaşan we kadalaşmadyk düzgünleri boýunça kesgitlenen gatlagyň süzülme ulylyklaryny ulanmak bilen 8 GPTD- nyň baş guýysynyň skin-effekti kesgitlenildi. Onuň bahasy položitel bolup 0,0802-8,9515 aralygynda üýtgeýär. Düýbe ýakyn zolagy has haraplanan guýulary duz kislotalary bilen işlemek teklipe edilýär.

15.2. Kislota erginleri bilen bilen guýynyň düýbe ýakyn zolagyny gaýtadan işlemek

Özüniň juda ýönekeýligi, arzanlygy we ony gatlagyň şertinde ulanylmagy üçin köplenç amatly bolýanlygy sebäpli guýyny duzly kislotalar bilen işlemek ginden ýaýrandyr. Hekdaşly, dolomitli jynslary ýa-da karbonatly sementleýji maddany duz kislotasy gowy eredýär, bu ýagdaýda indiki esasy reaksiýalar bolup geçýär.

Hek daşyna täsir edilende

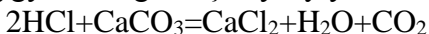


Dolomite täsir edilende



Hlorly kalsiý (CaCl_2) we hlorly magniý (MgCl_2)-bu suwda gowy ereýän duzlardyr. Kömürturşy gazlary (CO_2) guýylardan ýeňil aýrylýar ýa-da basyş 7,6 MPa-dan ýokary bolsa şol suwda ereýär.

Hek daşlary bilen duz kislotasynyň reaksiýasynyň mukdar gatnaşygy indiki görnüşde ýazylyar.



$$2(1+35,5)+40+12+3\cdot 16=40+2\cdot 35,5+2\cdot 1+16+12+2\cdot 16$$

Şeýle ýagdaýda 73g arassa HCl-nyň hekdaşy bilen özara täsirinde onuň doly bitaraplaşmagynda 100g hekdaşyny eredýär. Bu ýagdaýda 111g hlorly kalsiýniň ergin duzlaryny, 18g suwy we 44g kömürturşy gazyny alynýar. Şeýle ýagdaýda 1kg hekdaşyna arassa HCL-nyň indiki mukdaryny harçlamak gerek.

$$x = 73 \frac{1000}{100} = 730g.$$

1 ℓ (1074,7g) kislotanyň 15%-li erginiň 161,2g arassa HCl düzýänligi bellidir. Diýmek 1kg hekdaşyny eretmek üçin

$$y = \frac{x}{161,2} = \frac{730}{161,2} = 4,53 \text{ L} \text{ ergin sarp edilýär.}$$

Meňzeşlilikde 2-nji reaksiýa üçin

$$146g + 184,3g = 111g + 95,3g + 36g + 88g$$

Şeýle ýagdaýda 184,3g dolomit bilen 146g arassa HCl-nyň özara täsirinde $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ doly bitaraplaşanda 111g hlorly kalsiýniň ergin duzlaryny; 95,3gr MgCl_2 ; 36g suwy (H_2O) we 88g kömürturşy gazlary alynýar.

1 kg dolomit eretmek üçin

$$x = 146 \cdot \frac{1000}{1843} = 792,2g(\text{HCL}) \text{ duzlary}$$

ýa-da HCl 15%-li ergininde

$$y = \frac{x}{161,2} = \frac{792,2}{161,2} = 4,914 \text{ L} \text{ sarp edilýär.}$$

Emma eremeýän çökündileriň emele gelmeginde hemişe kislotada goşundylar emele gelýär.

Bu çökündilerin gatlagyň öýjüğine düşmegi GDÝaZ-nyn geçirijiligini peseldýär.

Şeýle goşundylaryň hataryna indiki goşundylar degişlidir.

1. Demiriň okisleriniň gidratynyň gidrolizi (suwuň täsiri astynda çylşyrymly maddanyň dargadylmagy) netijesinde döreýän hlörly demir.

2. Ergindäki kükürt kislotasy (H_4SO_2) kalsiý hlorigi ($CaCl_2$) bilen özara täsirinde gips emele getirýär.

3. Poslama garşy goşulýan goşundy hökmünde kislotalaryň erginine goşulýan birnäçe reagentler.

4. Ftorly kalsiýniň (CaF_2) we fosfor kislotaly kalsiýniň gatlakda eremeýän çökündileri:

Taýýarlanýan duz kislotasy HCl erginde 10-15% mukdary aralygynda saklanýar. Onuň mukdary köp bolsa, onda bitaraplaşan erginleriniň şepbeşikligini artdyrýar hem-de onuň gatlakdan çykmagyny kynlaşdyrýar. HCl -yň 15 % ergininiň doňma temperaturasy - 32,8 $^{\circ}C$ deňdir.

15.3. Kislotalaryň poslamak täsirini peseltmek üçin erginde indiki ingibitorlar ulanylýar

Ingibitorlar hemişe onuň görnüşine baglylykda 1%-e çenli möçberinde gosulýar.

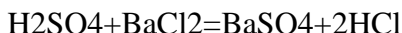
Ingibitor hökmünde:

Formalin (0,6%) poslatma işjenligini 7-8 esse azaldýar. Unikol-şepbeşik garamtyl-goňur suwuklyk (meselem ПБ-5) (0,25-0,5%) poslatma işjenligini 30-42 esse peseldýär. Emma unikolyn suwda eremeýänligi sebäpli ol bitaraplaşan kislotalardan galynda düşýär, şonuň üçin onuň konsentrasiýasy 1%-e çenli azalýar hem-de poslatma işjenligini 15 essä çenli peseldýär.

Katapin A ingibitorynyň paýy 0.1% bolanda erginiň ösen poslatmak işjenligini 55-65 esse azaldýar. Emma onuň goraýyş häsiýeti ýokary temperaturada güýçli ýaramazlaşýar. Mundan başgada katapin A gowy kation işjeň madda bolup durýar.

2 Intensifikatorlar - nebitiň çägendäki üstdartylmasyny 3-5 esse peseldýän üsti işjeň madda. Üsti işjeň maddanyň goşulmagy kislotaly işläp taýýarlanmagyň netijeliligini artdyrýär. Katapin A, hatmin A, merwelan K(o) ýaly birnäçe inhibitorlar bir wagtda intensifikatorlaryň rolyny ýerine ýetirýär.

3 Stabilizatorlar – HCl erginleriniň galyndylaryň demir, sement, gumdaşlary bilen reaksialaryň birnäçe önümlerini eredilen ýagdaýynda saklamak üçin zerur hem-de kükürt kislotasynyň zyýanly galyndylaryny duz kislotasynyň ergininden aýyrmak üçin we ergin bariý duzuna öwürmek üçin zerur madda.



Bu ýagdaýda HCl ergini guýa gapgarylmaýyndan öň hlorly bariýniň ergini bilen (BaCl_2) işläp taýýarlanýar. Dörän kükürt kislotaly (sulfat) bariý (BaSO_4) erginde ýeňil saklanýar we gatlagyň öýjügendin suwuk ýagdaýynda reaksiýanyň beýleki önümleri bilen bilelikde aýyrylýar.

Duz kislotasy toýunlar bilen özara täsirinde alýumin duzlaryny emele getirýär, sement we çäge daşlary bilen özara täsirinde bolsa –çökündä düşýän kremniý kislotasynyň geli döreýär. Şuny kanagatlandyrmak üçin uksus (CH_3COOH) we erediji (HF) (Ftorly wodorod) kislotadan – Stabilizatorlar ulanylýar.

Erediji kislotalar kollektoryň öýjüginin dykýan kremnili kislotalaryň geliniň döremeginiň önüni alýar we sement galyndylaryny gowy eretmäge ukyby artýar. Uksus kislotasy (CH_3COOH) demir we alýumin duzlaryny ergin ýagdaýynda saklaýar hem-de HCl konsentrlenen erginini gatlagyň has çuň meýdanlaryna gapgarmaga ygtyýar bermeginde jynslar bilen HCl ergininiň reaksiýalaryny güýçli haýýallaşdyrýar.

Işçi ergini taýýarlamak üçin suwuň hasaply möçberine ilkinji inhibitorlary we stablizatorlary soňra tehnik duz kislotasy garylýar. Garylandan soňra hlorly bariý goşulýar,

soňra intensifikator goşulýar hem-de kükürt kislotasy (sulfat) bariýniň çökmegine çenli garaşylýar.

Karbonat kollektorlary açýan guýyny duz kislotasy bilen işläp taýýarlamagyň birnäçe görnüşleri bilen tapawutlanýar: kislota wannalary, ýönekeý kislotaly işlemek we GDÝaZ-ny basyşyň täsirinde işlemek, ýylylyk kislotaly işlemek, gidromonitorlaryň üstünden kislotaly işlemek.

Kislotaly wannalary guýylar burawlanandan soň we özleşdirilende düýbünň açyklygynda ähli guýyda ulanylýar. Sementli çökündilerden we toýun gabyklaryndan, pos önümlerinden, gatlak suwlaryndan bölünip çykýan hek spatlaryndan zaboýyň üstüni arassalamak üçin kislotaly wannalary ulanylýar. Düýbinde oturtma sütüni goýberilip perforirlenen guýylar üçin kislotaly wannalary ulanmak hödürülenmeýär. Kislotaly erginiň göwrümi işlenýän interwalyň dabanyndan örtüğine çenli aralykda guýynyň göwrümüne deň bolmaly, NKT-sy bolsa işlenýän interwalyň dabanyňa çenli ýada düýbe çenli goýberilýär. HCl ergininiň ýokarlandyrylan konsentrasiýalary (15-20%) ulanylýar. Şeýle-de zaboýda onuň garyşmasy bolup geçmeýär.

Şol ojak üçin kislotalaryň neýtrallaşmagy üçin saklamaly wagtyg kislotalaryň konsentrasiýalarynyň ölçegi boýunça tejribe arkaly anyklanylýar.

Saklamagyň adaty wagty 16-24 sagatdan ybaratdyr.

Ýönekeý kislotaly işlemek-ginden ýaýrandyr, GDÝaZ-na HCl erginini basmak bilen amala aşyrylýar (Tablisa 15.1).

Gatlagyň 1m galyňlygyna HCl erginiň hödürlenýän göwrümleri

Dag jynsly	HCl ergininiň göwrümi, m3/m	
	Ilkinji işlenilende	Ikinji işlenilende
Azgeçirijilikli ýuka	0,4-0,6	0,6-1,0
öýjüklü	0,5-1,0	1,0-1,5
Ýokary geçirijilikli	0,6-0,8	1,0-1,5
Jaýrykly		

Her indiki operasiýa üçin köp gezeklik işlenilende erginiň eredijilik ukyby gapgarylýan erginiň göwrüminiň artmagynyň, kislotalaryň konsentrasiýasynyň köpelmeginiň hasabyna artmalydyr. Erginiň başlangyç konsentrasiýasy – 12%, maksimal konsentrasiýasy – 20%.

Ýönekeý kislotaly işlemek kadasyna görä berk arassalanan bir sorujy agregaty ulanmazdan amala aşyrylýar. NKT-da we zaboýda paraffin we smola gatlaklananda olary kerosin, paraffin-butanly fraksiýalary ýaly eredijileri ulanyp aýrylýar. Aýyk zaboýda kislotaly işlemegi diňe kislotaly wannalardan soň geçirilýär, kislotaly erginleriň hasaplanan göwrümi gapgarylandan soň NKT-nyň göwrümine deň göwrümde gysyjy suwuklygy NKT-na gapgarylýar.

Dykyjy suwuklyk höküminde çykaryjy guýy üçin nebit we gysyjy guýy üçin OP-10 görnüşli üsti işjeň maddany goşmak bilen suwy ulanylýar. HCl ergininiň gapgarmak prosesinde turba ara boşlygynda kislotalaryň derejesi gatlagyň örtüginde saklanýar.

Kislotalary saklamagyň wagty köp faktorlara bagly. Tejribe sunaglary kislotalaryň karbonatlar bilen aýratynam öýjükli sredada örän çalt ereýänligini görkezýär. Kislotalaryň temperaturasyny ýokarlandyrylsa reaksiýany çaltlaşdyrýar, diýmek zaboýda kislotalaryň saklanma wagty kemeldýär. Aýyk zaboýda temperatura pes bolanda işlenýän interwaldaky HCl ergininiň saklanmak dowamlylygy 8-den 24 sagada çenli dowam edýär. Gatlaga ähli kislotalar dykylanda temperatura 15-30°C bolanda 2 sagada çenli saklanýär, temperatura 30-60°C bolanda 1-1,5 sagada çenli saklanýar. Has ýokary temperaturada saklanmak meýilleşdirilmeýär. Guýynyş ulanyş düzgünine geçirmek köp wagty talap edýär. Sebäbi kislotalaryň doly bitaraplaşmagy üçin köp wagt gerek.

Köp sanly tejribeler we derňewler kislotalaryň karbonatly gatlakda radial deňölçegli deň ugurly kanallary döretmeýänligini görkezýär.

Başlangyç konsentrasiýalary artdyrylsa metalyň we enjamyň poslamagyna getirýär, önümiň reaksiýasynda eremeýän çökündileriň döremegine ukuply bolýar gapgarma tizligini artdyrmak netijeli usul hasaplanýar, ýöne ol guýylaryň siňdirijilik ukyby bilen we ulanylýan sorujy enjamyň kuwwaty bilen limitirlenýär. Goşundyny ulanmak has netijeli usul hasaplanýar. Erginlere uksus kislotalarynyň mukdary goşulsa durnuklaşdyrmagyny birnäçe esse artdyrýar. Onuň düzümi erginiň umumy göwrüminden 4-5% deň bolanda neýtrallaşmak tizligi 4-5 esse haýallaşýar. Bu bolsa erginiň 4-4,5 esse uzaklygynda (bir ölçegli hereketinde) öz işjeňligini saklaýar.

Basyşyň täsiri astynda kislotaly işlemek. Ýönekeý duz kislotaly işlenende kislotalar gowy geçiriji gatlajyklara girýär, geçirijiligini gowulandyrýar. Ýaramaz geçirijilikli gatlajyklar gursalman galýar gatlagyň bir syhly däl gatlajyklary bilen baglanşykly bu ýetmezçiligi kanagatlandyrmak üçin ýokarlandyrylan basyşyň täsiri astynda kislotaly işlemek ulanylýar.

Bu ýagdaýda ýokary geçirijiligi anyk aýan bolan gatlajygy öňünden paker bilen izolirllemeli ýa-da bu gatlajyklara öňünden nebitde kislota görünüşli ýokary şepbeşikli emulsiýalary gapgarylyp izolirlenýär. Şeýle usulda gatlagy gurşamagy birnäçe esse artar.

Basyşyň täsiri astynda DKI kislotaly wannadan we ýönekeý DKI-den soň üçünji operasiýa bolup durýar.

Başda guýyda adaty taýarlyk işi geçirilýär: zaboýyň dykysyny, paraffin gatlaklanmasyny aýyrmak. Suwlandyrýan gatlajyklary izolirllemek.

Basyşyň täsiri astynda DKI geçirmezden öň önümlü gatlagyň siňdirýän gatlajyklaryň ýerleşýän yerini we olaryň galyňlygyny öwrenilýär. Ýokary basyşdan oturtma kolonnalaryny goramak üçin gatlagyň örtüğine NKT-da ýokarky paker oturdylýar.

Gatlagyň ýokary geçirijilikli gatlajyklarynyň siňdirijilik ukubyny peseltmek üçin ýa-da izolirlmek üçin gatлага emulsiýa gysylýar.

Emulsiýa 10-12%-li HCl ergininiň we nebitiň garyndylaryny merkezden daşlaşdyryjy soruujylar bilen birsygymdan beýlekä gapgaryp taýarlanýar. Ýeňil nebite emulgirleýji häsiýetli önümler goşulýar, meselem okislenen mazut, turşy gazoýl, aminler we beýleki maddalar hödürlenýar.

Emulsiýa HCl erginiň 70%-den we nebitiň 30%-den düzülýar garma wagtyna we usulyňa baglylykda emulsiýalaryň dürli şepbeşikligini 10 Pa-s çenli almak mümkin. Yzygider garylmanynda emulsiýalaryň uly dispersliligine we şepbeşikliginiň artmagyna getirýar. Nebit kislotaly şepbeşik emulsiýalaryň göwrümi galyňlygy h , öýjükliligi m , gapgarmagyň çaklanýan radiusynyň R çäginde gatlagyň boş göwrümi bilen kesgitlenýar.

$$V_s = \pi(R^2 - r^2)hm$$

Ýokary geçirijilikli gatlajygyň 1m galyňlygyna 1,5-2,5 m³ emulsiýa zerurdyr. Işçi ergin ýönekeý DKI-däki göwrümünde gapgarylýar.

Terrigen kollektory kislotaly işlemek

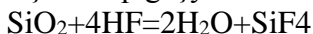
Terrigen (gum daşlary, alewrolitler we ş.m.) kollektorlary duz kislotaly işlemegiň aýratynlygy karbonat, jaýrykly kollektorlardaky ýaly aýratyn kanallar döremeýar.

Bu ýagdaýda kislotaly ergin gatлага deň ölçegli girýar, we onuň süýşme kontury tegelege ýakyn bolýar. Emma gatlagyň galyňlygy boýunça geçirijiligiň, öýjükliligiň dürliligi sebäpli girmegi gyra deň bolup bilmez.

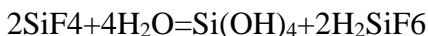
Duz kislotasy bilen işlemegiň beýleki aýratynlygy karbonatly maddanyň çäksiz massasy bilen kislota täsir edişýar, terrigenlerde bolsa karbonatlaryň diňe birnäçe mukdaryny düzýänligi sebäpli goýberilýan erginleri

çäklendirilmegidir. Eger erginiň mukdary çäklendirilmese, gatlakda galan ergin boş öýjükleri doldurmasa, onda gatlakda galan ergin boş öýjükleri doldurýar. Bu bolsa täsir etmegiň yzygiderliliginde guýylardan başda kontsentrirlenen HCl ergini gelyär, soňra neýtrallaşan kislota gelyänligi düşündirilýär.

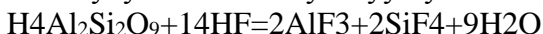
Duz kislotasy terrigen kollektoryň dag jynslaryň esasy massasy bilen reaksiýa geçmeýär. Bu kollektor esasan silikatly(kwars) maddalardan we kaolinlerden durýar. Bu maddalar plawikow diýip atlandyrylýän ftorly wodorod (HF) kislotasy bilen özara täsir edişýär. HF kwars bilen özara täsiri indiki reaksiýa boýunça bolup geçýär:



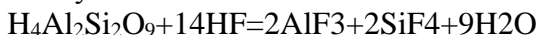
Ftorly kremni (SiF₄) döreyär, soňra suw bilen özara täsir edýär.



kremni ftorly wodorod kislotasy H₂SiF₆ erginde galýar, kremni kislotasy H₂SiO₃ bolsa, erginiň kislotalylygynyň peselmegi sebäpli gatlagyň öýjükliligini ýapýan goýy görnüşli gel emele gelip bilýär. Munuň önüni almak üçin ftor kislotasyny erginde kremni kislotasyny saklamak üçin duz kislotalary bilen bilelikde sarp edilýär. Terrigen kollektorlara täsir etmek üçin işçi kislotalary 8-10 %-li duz kislotalary we 3-5 %-li ftorly wodorodlardan durýar. Ftorly wodorod kislotalary alýumin silikatlaryny indiki reaksiýa laýyklykda eredýär:



Döreyän ftorly alýumin AlF₃ erginde galýar, ftorly kremni SiF₄ bolsa, kremni kislotasyny eretmek bilen suw bilen özara täsir edişýär. Reaksiýalaryň mukdar bahasy indiki gatnaşykda berilýär:



$$(4+2*27+2*28+9*16)+14(1+19)=2(27+3*19)+2(28+4*19)+9(2+16)$$

Şeýle ýagdaýda 1 kg alýumin silikadyny(kaolin) eretmek üçin,

$$X = 280/258 * 1000 = 1085,3 \text{ g (HF)}$$

Erginiň 1 litrinde 4%-li HF ergini 40 g arassa HF düzýär. Onda 1kg alýumin silikatyny eretmek üçin gerek bolan ftorlywodoroduň 4% ergininiň mukdary,

$$Y=X/40=1085,3/40=27,13 \text{ l/kg}$$

HF däneli kwars bilen özara täsiri juda haýal geçýär, alýumin silikat bilen $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$ bolsa çalt bolup geçýär, ýöne HCl karbonatlar bilen täsirinden haýal bolýar şonuň üçin terrigen kollektorlary duz we ftorly wodorod kislotasy bilen işlemek maksada laýyk hasaplanýar. Duz kislotasy karbonatly sementirlýji maddalary eretse, ftorly wodorod kislotasy toýunly materiallary eredýär. Şu sebäbe görä HCl we HF garyndysyna glinokislotalar diýilýär.

Ergini taýarlamak üçin 40%-den az bolmadyk HF tehniki kislotasy ulanylýar. Goşundylary: 0,4 %-den köp bolmadyk kremni ftorly wodorod kislotalary H_2SiF_6 we 0,05% köp bolmadyk kükürt kislotasy. Bu goşundylaryň bolmagy önümde reaksiýanyň eremeýän we gatlagyň öýjüginu dykyjy çökündileriň döremegine eltýär.

Ftorly wodorod kislotasynyň buglary saglyg üçin örän howply we onuň bilen işlenilende seresaplylyk çärelerini talap edýär. Mundan başgada ýokary gymmata eýe bolýar. Soňky wagtda biftolid-ftorid ammoniýanyň $\text{NH}_4+\text{NH}_4\text{F}$ poroşok görnüşli maddasy ginden ulanylýar. Onuň bilen işlemek az howply, öňki bilen deňeşdireniňde arzan, işlenende bary bir goranmak çärelerini talap edýär. Biftolirid-ftorid ammoniýa poroşogy garylada duz kislotasynyň erginde bölekleýin neýtrallaşýar. Şonuň üçin glinokislotalary taýarlamak üçin ýokarlandyrylan konsentrasiýaly HCl ergini ulanylýar. Reaksiýa indiki shema boýunça bolup geçýär:



4%-li HF we 8% HCl düzümlu glinokislotalary almak üçin HCl başlangyç konsentrasiýasynyň 13% bolmagy hökmandyr şeýle kislotalaryň 1m^3 71kg ftoryň 56% düzümi bilen biftorid-ftorid-ammoniýa önümini eredýär.

HF 5%-li we başlangyç konsentrasiýalary 16 % bolan HCl 10 %-li düzümlü glinokislotalary üçin 1m³ erginine 80ç kg poroşogy talap edýär şeýle glinokislotalar (4%HF+8%HCl) 0,5% den köp bolmadyk karbonatlar düzýän jynsy özleşdirmek üçin sarp edilýär. Şoňa göräde ol terrigen kollektorlaryň sementleýji maddasyny eredýär. Munuň bilen baglanşyklylykda ilkinji işlenmegi üçin gatlagyň 1 m³ galyňlygyna glinokislotalaryň 0,3-0,4 m³ göwrümleri bilen çäklendirilýär.

Jaýrykly dag jynsyny ilkinji işlemek üçin has köp göwrüm hödürlenýär – gatlagyň 1m galyňlygyna 0,75-1,0 m³. gysylan glinokislotalar gatlakda 8-12 sagat saklanýar. Dyklyjy suwuklygyň göwrümi NKT we guýunyň zaboý böleginiň (perforasiýanyň ýokarky derejesine çenli) göwrümine deň.

Karbonatly jynslaryň az karbonatlylygy sebäpli kislotaly işlenende iki derejede (başgançak) ulanylýar. Başda HCl adaty ergini bilen işlenilýär (düzümi 12-15%) soňra glinokislota gysylýar. Duz kislotaly karbonatlary eredýär. Gatlagyň öýjüginde ftorly kalsiýiniň we beýleki ftoridleriň we beýleki çökündileriň HF erginiň gapgarylanda döremeginiň önüni alýar. Toýuny, argilitleriň, slýudany we beýleki jynsy dörediji silikat komponentleri eretmek üçin HF uly mukdaryny saklaýar mundan başgada GDÝaZ-dan karbonatlary aýrandan soň gerek derejede HF kislotalylygyny saklamaga ygtyýar berýär. Bu bolsa kremnili kislotalaryň gatlagy dyklyan goýy görnüşli geliniň döremeginiň önüni alýar.

Işlemeginiň birinji etabynda gatlakdaky eretmeli karbonatlaryň mukdaryny indiki ýagdaýda kesgitleýäris.

$$PCaCO_3 = \pi(R^2 - r_g^2) \rho_{\sigma h}, \text{ kg}$$

bu ýerde, R-bellenýän radius, r-guýynyň radiusy, ρ-dag jynslaryň dyklylygy, kg/m³, σ-karbonat düzümi(CaCO₃ sanalmagynda), paý birleginde, h-gatlagyň işlenýän galyňlygy. İşlemek üçin 15%-li erginiň gerek mukdary

$$V_{HCl} = 4,91 * PCaCO_3$$

deň bolar.

Glinokislotalaryň mukdary R çägindäki boşlugyň göwrümi bilen hasaplanýar.

$$V_{gk} = \pi(R_2 - r_{g2})mh$$

bu ýerde m-öýjüklilik.

Çökündi döremeginiň önüni almak üçin HCl mukdary hasaplamadakydan 0,2-0,8 m³ köp alynýar.

Karbonatlary gowy eretmek üçin we silikatly komponentleri has gowy eretmegi üçin kislotalary gatлага haýal gysylýar. Dykyjy suwuklyklar hökmünde ÜIM goşundylary bilen adaty süýji suwlar ulanylýar.

15.4. Duz kislotaly işlemegiň taslamasy

Duz kislotaly işlemegiň taslamasy analiz esasly anyklanylýan kislotaly erginleriň konsentrasiýalaryny saýlanmagyna alnyp barýar, şeýle-de kislotalaryň we himiki reagentleriň gerek bolan mukdaryny hasaplanylmagyna alyp barýar. Gatlagyň işlenýän galyňlygynyň 1 metrine $V_{er} = 1-1,2$ m³ kislota erginini harçlanýar. Onda kislotaly erginiň göwrümi

$$V_{er} = V_{er} * h \quad (1)$$

bu ýerde h- önümlü gatlagyň kislota ergini bilen işlenýän aralygy, m.

Kislotalaryň göwrümi (m³)

$$V_k = V_{er} x_{er} (5,09 * x_{er} + 999) / [x_k (5,09 x_k + 999)] \quad (2)$$

bu ýerde x_{er} , x_k – kislotaly erginiň we kislota erginiň göwrüm paýy (konsentrasiýasy), %.

Saklamak we daşlamak prosesinde kislotalaryň konsentrasiýasy üýtgeýän bolsa, onda bu üýtgemegi hasaba almak bilen kislotalaryň göwrümini indiki formula bilen hasaplanýar (m³)

$$V_{1k} = V_{er} * 5,09 x_{er} * (5,09 x_{er} + 999) / [\rho_{k15} (P_{k15} - 999)] \quad (3)$$

bu ýerde ρ_{k15} – 15 oC bolanda kislotalaryň dyklyzlygy, kg/m³;

$$\rho_{k15} = \rho_{kt} + (2,67 * 10^{-3} * \rho_{kt} - 2,52) * (t - 15) \quad (4)$$

ρ_{kt} – t temperaturada kislotalaryň dyklyzlygy.

Duz kislotaly işlenilende himiki reagentler hökmünde durgunlaşdyryjylar (reaksiýalary haýallaşdyrylýar), poslamagyň inhibitorlary we güýçlendirijiler ulanylýar. Tehniki duz kislotasynda hlorly bariýniň goşyndysyny bitaraplaşdyran 0,4 % çenli kükürt kislotalaryny saklaýar.

Hlorly bariýniň mukdary

$$G_{hl} = 21,3 * V_{er} (a x_{er} / x_k - 0,02) \quad (5)$$

bu ýerde a – duz kislotasyndaky kükürt kislotalarynyň göwrüm paýy % ($a \approx 0,4$ %).

Hlorly bariýniň göwrümi

$$V_{h.b} = G_{h.b} / \rho_{h.b} \quad (6)$$

bu ýerde $\rho_{h.b}$ – hlorly bariý ergininiň dykyzlygy, kg/m^3 ($\rho_{h.b} = 4000 kg/m^3$).

Durnuklaşdyryjy hökmünde uksus kislotasy ulanylýar. Onuň göwrümi:

$$V_{uk} = b_{uk} V_{er} / C_{uk} \quad (7)$$

bu ýerde b_{uk} – 100 %-li uksus kislotalarynyň goşulýan normalary ($b_{uk} = 3$ %);

C_{uk} – haryt uksus kislotalarynyň göwrüm paýy ($C_{uk} = 80$ %).

Ingibitoryň göwrümi

$$V_i = b_i * V_{er} / C_i \quad (8)$$

bu ýerde b_i – ingibitoryň goşulýan göwrümi, reagent B-2 $b_i = 0,2$ %; C_i - haryt ingibitoryň göwrüm paýy, % ($C_i = 100$ %).

Güýçlendirijiniň (intensifikatoryň) göwrümi:

$$V_{in} = b_{in} V_{er} / 100 \quad (9)$$

b_{in} – intensifikatoryň goşulýan göwrümi, %.

Marwelan - K ulanylanda $b_{in} = 0,3$ %.

Kislotaly ergini taýarlamak üçin suwuň göwrümi

$$V_{suw} = V_{er} - V_k - (V_{h.b} + V_{uk} + V_i + V_{in}) \quad (10)$$

Gapda suw bolanlygynda ingibitoryň hasaplanan göwrümi V_i suwa gapgarylýar, uksus kíkislotasy V_{uk} . Soňra bolsa haryt duz kislotalarynyň hasaplanan mukdary berk garylýar. Soňra hlorly bariý $V_{h.b}$ we intensifikator V_{in} goşulýar. Ergin garylýar we reaksiýalar üçin goýulýar.

Ilkinji işlemek üçin HCl erginiň göwrümi $1,1 \text{ m}^3/\text{m}$.
Önümlü gatlagyň 15 m galyňlygyny işlemegi göz önünde tutulýar. Onda bize gerek bolan HCl ergininiň göwrümi

$$V_{\text{er}} = 1,1 * 15 = 16,5 \text{ m}^3$$

$x_k = 27,5 \%$, $x_{\text{er}} = 13,5 \%$ bolanda haryt kislotalaryň göwrümi

$$V_k = 16,5 * 13,5(5,09 * 13,5 + 999) / [27,5(5,09 * 27,5 + 999)] = 237833 / 31321,812 = 7,59 \text{ m}^3$$

$t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ bolanda kislotalaryň dyklygyny kesgitlemek. Duz kislotasyny dyklygy 1150 kg/m^3 ($10 \text{ }^\circ\text{C}$)
 $\rho_{k15} = 1150 + (2,67 * 10^{-3} * 1150 - 2,52)(0 - 15) = 1141,7 \text{ kg/m}^3$.

Şol temperaturada haryt kislotasynyň göwrümi

$$V_k = 16,5 * 5,09 * 13,5(5,09 * 13,5 + 999) / [1141,7 * (1141,7 - 999)] = 1210572,54 / 162920,59 = 4,43 \text{ m}^3$$

Hlorly bariniň mukdary

$$G_{\text{h.b}} = 21,3 * 16,5 * (0,4 * 13,5 / 27,5 - 0,02) = 61,98 \text{ kg}.$$

Onuň göwrümi

$$V_{\text{h.b}} = 61,98 / 4000 = 0,02 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

Uksus kislotasynyň göwrümi

$$V_{\text{uk}} = 3 * 16,5 / 80 = 0,62 \text{ m}^3$$

Ingibitoryň we intensifikatoryň göwrümi

$$V_i = 0,2 * 16,5 = 0,03 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{in}} = 0,3 * 16,5 / 100 = 0,05 \text{ m}^3$$

Suwuň göwrümi

$$V_{\text{suw}} = 16,5 - 7,59 - (0,02 + 0,62 + 0,03 + 0,05) = 8,19 \text{ m}^3$$

Hasaplanmany has ýönekeý alnyp barylada aşakdaky tablisa ulanylýar. HCl düzüminde we 150°C bolanda duz kislotaly erginleriň dyklygy

Tablisa 15.2

150 boland a dyklyk	HCl massa paýy %	HCl agram paýy 1 l-de	150 bolanda dyklyk kg/m ³	HCl massa paýy %	HCl agram paýy 1 l-de
------------------------------	---------------------------	--------------------------------	---	---------------------------	-----------------------------

kg/m ³					
103	5.15	0.053	1105	20.97	0.232
1035	7.15	0.074	1110	21.92	0.243
1040	8.16	0.084	1115	22.85	0.255
1045	9.16	0.096	1120	23.82	0.267
1050	10.17	0.107	1125	24.78	0.279
1055	11.18	0.118	1130	25.75	0.291
1060	12.19	0.129	1135	26.70	0.302
1065	13.19	0.140	1140	27.66	0.315
1070	14.17	0.152	1145	28.61	0.328
1075	15.16	0.163	1150	29.57	0.340
1080	16.15	0.174	1155	30.55	0.353
1085	17.13	0.186	1160	31.52	0.366
1090	18.11	0.197	1165	32.49	0.379
1095	19.06	0.209	1170	33.46	0.391
1100	20.01	0.220	1180	35.39	0.418

Haryt kislotasynyň göwrümi

$$V_h = (n(\rho_b - 1000)) / (\rho_{h,k} - 1000)$$

bu ýerde ρ_b taýar erginiň berlen dykzlygy, kg/m³ tablisadan alynýar; $\rho_{h,k}$ -haryt kislotasynyň dykzlygy kg/m³.

16,5 kislota erginini taýarlanmaly HCl=13,5% haryt kislotasynyň dykzlygy 1133 kg/m³ 13,5%-li HCl ergininiň dykzlygyny tablisadan alarys. 13,5% HCl $\rho_b=1067$ onda

$$V_h = 16,5(1067 - 1000) / (1133 - 1000) = 975,73 \text{ m}^3$$

$$16,5 - 8,31 = 8,19 \text{ m}^3$$

mundan başgada karbonat düzüminiň mukdaryny kesgitläp:

$$PCaCO_3 = \pi(R^2 - r_g^2)\rho\sigma, \text{ kg}$$

bu ýerde, R-bellenýän radius, r-guýynyň radiusy, ρ -dag jynslaryň dykzlygy, kg/m³, σ -karbonat düzümi, 13,5 %-li erginiň göwrümini tapmaly 1 kg hek daşy eretmek üçin 730 gramm arassa HCl sarp etmeli. 13,5% kislota ergininiň 1 litrinde 145 gramm arassa HCl kislotasy bar 1kg hek daşyny eretmek üçin

$$y = 730 / 145 = 5,03 \text{ litr ergin harçlanýar}$$

Diýmek HCl ergininiň mukdary

$$V_{\text{HCl}} = 5,03 * \text{PCaCO}_3$$

Glinokislotalaryň mukdary

$$V_{\text{gk}} = \pi(R^2 - r^2)h$$

bu ýerde m – öýjükliklik.

Gatlakdaky karbonatlaryň mukdary

$$\text{PCaCO}_3 = 3,14(1,52 - 0,12) * 2400 * 0,005 * 15 = 1266 \text{ kg}$$

13,5 %-li erginiň mukdary.

$$V_{\text{HCl}} = 5,03 * 180,86 = 6368,2 \text{ litr} = 6,368 \text{ m}^3$$

Glinokislotalaryň mukdary

$$V_{\text{g.k}} = 3,14(0,52 - 0,12) * 0,20 * 15 = 2,26 \text{ m}^3$$

Gatlagyň 1 m galyňlygyna 0,6 m³ glinokislota hödürlenýär. Gapgarylan glinokislotasy gatlakda 8-12 sagadyň dowamynda saklanýar

15.5. Kislotaly ergini taýýarlamagyň yzygiderligi

Gaba 7,152 m³ suw guýulýar, suwa 0,03 B-2 ingibitor, 0,62 m³ uksas kislota, 6,368 m³ haryt duz kislota we 2,26 m³ glinokislotalary goşulýar. Alynan ergini berk garylýar we ony areometr bilen ölçenýär. Mukdary dogry alynanda dykzlygy ölçenen temperaturadaky berlen konsentrasiýasyna laýyk gelmeli. Degişli dykzlygynyň bahasyny per tablisalardan ýa-da indiki formuladan tapmak mümkin.

$$V_k = V_{\text{er}} * \rho_{\text{er}} * (\rho_{\text{er}} - 999) / [\rho_k(\rho_k - 999)]$$

Mysalyň şerti üçin

$$\rho_{\text{er}} = \frac{999}{2} + \sqrt{(999/2)^2 + \rho_k(\rho_k - 999)V_k/V_{\text{er}}} = 999/2 + \sqrt{(999/2)^2 + 1134(1134 - 999)8,75/17} = 1072 \text{ kg/m}^3.$$

Haryt kislotasynyň dykzlygyny kesgitlemek üçin erginiň dykzlygy ölçenýän şol temperaturada areometriň ölçegi boýunça almak gerek.

Eger ölçenen dykzlygy hasaplamadan uly bolsa, ergine suw goşulýar, eger kiçi bolsa, onda haryt kislotasy goşulýar. Eger hasaplamada ýa-da mukdarda iri ýalňyş ýok bolsa adaty düzediş girizmegi talap etmeýär, şonuň ýalyda hasaplamada bolup biläýjek ýalňyşlygy dykzlygy areometr bilen ölçenendäki ýalňyşlygyndan kiçi bolýar.

Soňra ergine 61,98 kg hlory bariý goşulýar, ergin gowy gazylýar, şondan 5 min geçenden soň 51 l Marwelan K(O) güýçlendiriji goşulýar, ergin gaýtadan garylýar we ony doly durlanýança 2-3 sagat goýulýar, şondan soň ergin Azinmaş-30A sisterna we başga sygyma gapgarylýar.

Guýulary gaýtadan işlemek

Guýy işe taýýarlananda nebit bilen ýuwulýar we doldurylýar.

1.Blanket – kalsiý hlorynyň konsentirlenen erginini gysyp önümlü gatlagyň aşaky aralygy izolirlenýär. Turbalar düýbe çenli goýberilýär we Azinmaş-30A nasosyň az bermeginde 1200 kg/m^3 dykzlykly CaCl_2 erginini gysylýar.

Gysylýan blanketiň göwrümi

$$VG_1 = 0,785 * D_2 h_2 = 0,785 * 0,222 * 10 = 0,38 \text{ m}^3.$$

1200 kg/m^3 dykzlykly CaCl_2 1 m^3 erginini almak üçin 540 kg CaCl_2 we $0,660 \text{ m}^3$ suwy talap edýär. Aşaky aralygy berkitmek üçin $540 * 0,38 = 205 \text{ kg}$ CaCl_2 we $0,66 * 0,38 = 0,25 \text{ m}^3$ suw gerek. Blanketi ugratmak içki diametri $d_i = 0,05 \text{ m}$ uzynlygy 20 m zyňyjy liniýanyň we uzynlygy 3348 m nasos kompressor turbasynyň göwrüminde nebit arkaly etmek bilen amala aşyrylýar.

Zyňyjy liniýanyň göwrümi

$$V_2 = 0,785 * d_{iç}^2 * 20 = 0,04 \text{ m}^3.$$

1 m NKT-niň göwrümi

$$V_1 \text{NKT} = 0,785 * d_2^2 * 1 = 0,0030175 \text{ m}^3/\text{m}.$$

Blanketiň itmek üçin nebitiň göwrümi

$$V = V_2 + V_1 \text{NKT} * L = 0,04 + 0,0030175 * 3348 = 10,143 \text{ m}^3.$$

2. Turbalar göterilýär, dabany 3330 m çuňlykda oturdylyp, enjamy ýerleşdirilýär we berkidilýär.

3. Kislotaly ergin zyňyjy liniýanyň, nasos kompressor turbasynyň we NKT-niň dabanyndan gatlagyň ýokarsyna çenli guýunyň sütüniniň göwrümünde gysylýar.

$$V_{k1} = V_2 + V1NKT*(L - h_1) + 0,785(D_2 - d_1^2)(h - h_1) = 0,04 + 0,0030175 * (3348-10)+0,785(0,222 - 0,0732)(16,5 - 10) = 10,281468 \text{ m}^3.$$

bu ýerde d_1 – NKT daşky diametri.

4. Turba ara halkaly boşlugyndaky zadwižka ýapylýar we nasos agregaty galan kislotaly ergini gysýar

$$V_k = V_{er} - V_{k1} = 6,2185 \text{ m}^3.$$

5. Gatlaga kislota erginini gysmak üçin zynyjy liniýanyň, nasos kompressor turbasynyň we NKT-niň dabanyndan gatlagyň ýokarsyna çenli guýunyň sütüniniň göwrümünde nebiti gysylýar.

$$V_n = V_{k1} = 5,413 \text{ m}^3.$$

6. Soňra zyňyjy liniýalaryň zadwižkasy ýapylýar. Buter1 basyşy düşýär. Kislotalaryň täsir edýän dowamlygy 1,5-2 sagat.

7. Swabirlemek2 bilen akymy getirilýär ýa-da kompressoryň kömegi arkaly guýyny gaýtadan işlemek we düýbe ýakyn zolagy reaksiýanyň önümlerinden arassalamak geçirilýär.

Ilkinji garaýyşda guýunyň özi işe girer diýip hasap edilýär. Zyňyjy liniýadaky zadwižka açylanda suwukluk gatlakdan gelip başlaýar, ýöne birnäçe wagtdan, guýunyň sütünindäki nebitler reaksiýanyň önümleri bilen bölekleyin çalyşandan soňra, akym kesilýär.

Guýy özleşdirilenden soňra kislotaly bejerginiň netijeliligini kesgitlemek üçin derňelýär, soň alanylyşa berilýär.

Kislotaly täsir etmegiň netijeliligini artdyrmak üçin işjeň kislota guýudan uzak ara aralaşmagyny üpjün etmeli. Işlenilen zolagyň radiusy gysmagyň tizliginiň ýokarlanmagy

bilen, ulalýar. Mundan başgada gysylanda nasosyň berijiliginiň artmagy enjamy bilen kislotanyň galtaşma wagtyny azaltýar we poslamany peseltýar.

Agregatyň iş düzgüni nasosda döredilýän basyş ergini dykmak üçin ýeterlik bolan ýaly saýlanýar. Azinmaş-30A agregatyň häsiýetnamasy tablisada getirilen.

Mukdary $q = 6,85$ l/s bolan suwuklygy guýa gysylanda nasosyň agzyndaky gerek bolan basyşy kesgitlemeli.

$P_{na} = P_{da} - P_{suw} + P_{sür} = 26,84 - 14,04 + 1,32 = 14,12$ MPa, bu ýerde P_d – ergini dykylanda maksimal düýp basyşy.

$$P_d = P_{gat} + q * 10^{-3} * 86400/K = 15 + 6,85 * 10^{-3} * 86400/50 = 26,84 \text{ MPa,}$$

P_{suw} – dykyjy suwuklyk sütüniniň (900 kg/m^3 dyklykly nebit) gidrostatiki basyşy.

$$P_{suw} = \rho_g(L - h_1) = 900 - 9,81(1600 - 10) * 10^{-6} = 14,04 \text{ MPa,}$$

Azinmaş-30A agregatyň tehniki häsiýetnamasy

Tablisa

Tizlik	100 mm diametrli plunžer		120 mm diametrli plunžer	
	Nasosyň berijiligi, l/s	Basyş, MPa	Nasosyň berijiligi, l/s	Basyş, MPa
II	2,5	47,6	3,6	33,2
III	4,76	25,0	6,85	12,4
IV	8,48	14,0	12,22	9,7
V	10,81	11,0	15,72	7,6

$P_{sür}$ – basyşyň sürtülme ýitgisi

$$P_{sür} = \lambda v^2 L \rho / (2d) = 0,0221 * 2,272^2 * 1600 * 900 * 10^{-6} / (2 * 0,062) = 1,32 \text{ MPa,}$$

v – turbada suwuklygyň hereketiniň tizligi

$$v = q * 10^{-3} / (0,785 * d^2) = 6,85 * 10^{-3} / (0,785 * 0,062^2) = 2,27 \text{ m/s,}$$

λ – gidrawliki garşylyk koeffisiýenti

$$\lambda = 0,3164/\text{Re}^{0,25} = 0,3164/422220,25 = 0,0221,$$

Re – Reýnoldysyň sany

$$\text{Re} = \frac{v d \rho}{\mu} = 2,27 * 0,062 * 900 / (3 * 10^{-3}) = 42222,$$

μ – dykyjy nebitiň dinamiki şepbeşikligi 3 mPa* ρ deň.

Mukdary 8,48 l/s bolan suwuklygy guýa gusmak üçin geçirilen şeýle hasaplamalar nasosyň agzyndaky gerek bolan basyşyň 17,35 MPa bolmalydygyny görlezyär. Agregat IV tizlikde işlände şeýle basyşy üpjün edip bilmeýär.

Şeýlelikde kislotaly ergin gysylanda Azimaş-30A agregat 120 mm diametrli plunžerde III tizlikde işleýär. Bu ýagdaýda nasosyň agzyndaky basyş (17,4 MPa) 6,85 l/s debiti bilen ergini gatлага dykmak üçin gerek bolan basyşdan uly.

Gysmagyň we gatлага ergini dykmagyň dowamlylygy

$$\tau = (V_{\text{er}} + V_{\text{n}}) * 10^3 / (q - 3600) = (17 + 5,413) * 10^3 / (6,85 * 3600) = 0,9 \text{ sagat}.$$

Konsentirlenen ingibirlenmedik kislotaly daşamak üçin sygymlary gummirlenen bolmaly. Ingibirlenen kislotalary daşmak üçin bu sygymlar himiki durnukly syrçalar bilen örtülmeli, kislotalary gapgarmak üçin ýörite kislota batly 7-den 90 m³/sag. berijilikli we 8-den 30 m çenli batly merkezden daşlaşdyryjy sorujylar ulanylýar.

Ingibirlenen kislota erginlerini gatлага gapgarmak üçin sygymy iki otsekden durýan rezinli gummirlenen sisternili ýörite sorujy agregaty ulanylýar. 2NK500 (2HK500) sorujysy 1,03-den 12,2 l/sek berijiligi we 7,6-dan 50 MPa çenli basyşy üpjün edýär.

Guýylar kislotaly işlenende mundan başgada sementleyji SA-320M (ЦА-320М) agregaty, şeýle-de AN700 (АН700) sorujy agregaty ulanylýar.

Ingibirlenen kislota erginleri gapgarylanda-da agregatlaryň çalt iýilmeginiň önüni almak üçin olary iş gutarandan soň ýuwmak zerurdyr. Ýuwujy suwa kislota galyndylaryny gowy neýtrallaşdyrmak üçin 0,3 – 0,5 %

mukdarynda üç natriý fosfaty goşulýar. Ýönekeý kislotaly işlenilende guýyny birleşdirmegiň shemasy 1-nji suratda görkezilen.

Platformada iki sygymly we kiçi basyşly kömekçi ratasion sorujyly SA-320M agregaty. Olara dürli reagentleri girizmekde kislota erginlerini garmaga ygtyýar berýär. Şeýlede bir sygymdan beýleki sygyma gapgarmak zerurlygynda ulanylýar.

Ratasion nasosy gatlagyň uly galyňlygyny işlemek maksady bilen siňdirýän interwalda gapgarmak üçin nebit kislotaly emulsiýany taýarlamakda ulanylýar. Has uly tizligi göretmek üçin iki we ondan köp agregatlary parallel ulanmak bolar. Basyşyň täsirinde işlenilende guýylaryň üsti çalt aýrylýan birikmeli ýokary basyşa hasaplanan ýörite golowkalar bilen enjamlaşdyrylýar. Ýokary basyşly zadwižkaly we ters klapany guýylaryň golowkasy. Sorujy agregaty bilen metal turbasy arkaly birikdirilýär. Şeýle ýagdaýda hemişe gatlagy gidrawliki ýarmak ýa-da çäge akymly perforasiýalar üçin gerek bolýan enjamlary ulanylýar.

Önümli gatlagy açýan guýyny kislotaly işlemegiň netijeliligine baha bermek

Karbonat kollektorlary açýan gaz guýysynyň önüm berijiligini ýokarlandyrmagyň has giň gerim alan usullarynyň biri duz-kislotaly işlemegiň (DKI) dürli görnüşleri bolup durýar. DKI geçirilenden soň onuň netijeliligine baha bermek we önüm berijiliginiň haýsy ýagdaýyň hasabyna üýtganligini aýdyňlaşdyrmak zerurdyr.

Bu maksat üçin basyşyň dikelme egrisini (BDE) gaýtadan işlemegiň indiki usuly hödürlenýar.

DKI geçirmezinden öň guýyda BDE alynýan we $\ell g \left[P_{gat}^2 - P_d^2(t) \right] - t$ koordinatasynda gaýtadan işlenilýar.

Eger alynan egriniň görnüşi 1.a. suratda şekillendirilen BDE meňzeş bolsa onda DKI geçirmegiň netijesinde skin-

effektiň kiçelmeginiň hasabyna önüm berijiligiň artmagyna garaşmak mümkin. Ýagny, düýbe ýakyn zolagyň haraplamagyna şertlenen goşmaça süzülme garşylygy kiçelýär.

Skin-effekte şerlenen goşmaça süzülme garşylygyň ululygy indiki görnüşde kesgitlenýär:

- göni çyzykly meýdany ordinata oky bilen kesişýança ekstropolirlenýär, C nokat;

- başlangyç AB meýdanynda täze egri gurulýar; bu ýagdaýda BDE-niň her nokatlary üçin abscissa okunda wagt ordinate okunda bolsa $L = \ell g \left[P_{gat}^2 - P_{dwyyp}^2(t) - e^M \right]$ ululyk aýrylýar. Bu ýerde $M - B'BC$ göni çyzykly meýdanyň dowamynda we şol BDE üçin wagtyň degişli bahasynda ýatmaýan ordinata nokady;

- özgerdilen egriniň göni çyzykly meýdanyň ordinata okuna çenli ekstapolirläp skin-effekte şertlenip basyşyň tapawutlanma ululygy

$$\Delta P_d^2 = e^E - e^F$$

ýa-da udel garşylygy

$$\Delta \bar{P}_S = \Delta P_S^2 / Q$$

kesgitlenýan EF kesimi (16.1-nji surat) alarys.

DKI geçirilenden soň takmynan öňki debitinde ($\pm 15\%$) gaytadan BDE alynýar, ýokarda aýdylan usul boýunça gaytadan işlenilýär we udel garşylygy kesgitlenýär.

DKI şowly geçirilende BDE-niň başlangyç AB meýdany göni çyzykly meýdanyň dowamyna has meňzeş bolmaly ýa-da oňa gabat gelmeli. Soňky ýagdaýda düýbe ýakyn zolagyň häsiýeti gatlagyň häsiýetinden tapawutlanmaýar diýip aýtmak bolar.

Akymy güýçlendirmek boýunça işleriň netijeliligine baha bermegiň bir usuly bolmadyk ýagdaýynda, önüm berijiligini artdyrmagyň beýleki usullary (gidrawliki ýarmak we ş.m.) peýdalanylanda şu usuly ulanmak mümkin

XVI. DÖWLETABAT KÄNINIŇ MYSALYNDA GPTD-7 BÖLEGINIŇ DERŇEW BARLAG IŞLERINIŇ NETIJELERINI DEREJELI WE IKIÖLÇEGLI TOPLUMLAÝYN FORMULALARDA KESGITLEMEK

Gaz guýularynyň derňemegiň netijelerini gaýtadan işlemegiň tejribesi RF-da E.M.Minskiý tarapyndan (1958) şu maksada niýetlenen hödürlenlen akymyň iki ölçegli formulasy giňden ýaýrandyr. E.M.Minskiniň hödürlän gaz filtrasiýasynyň statistiki nusgasynda filtrasiýanyň iki ölçegli kanunynyň analitiki delillendirme berilýär. Bu ýerde birinji ölçeg şepbeşikligiň täsirini görkezýär, ikinjisi bolsa turbulent hereketine laýyk gelyän öýjüklerdäki local tizlikleriň pulsasiýasynyň orta galamaklygyň häsiýeti bilen kesgitlenýär. Birinji ölçegde öýjükli gurşaw mahsus bilen parametr hökmünde geçirijilik koeffisiýenti, ikinjide bolsa – öýjükli gurşawyň makrobüdürliginiň koeffisiýenti diýip atlandyrylan täze lineýlilik parametric hyzmat edýär.

Soňraky işler bilen [1, 2 we başg.] ýokary tarapa geçmeýän kanallar ýygynyndysyndan ybarat bolan nusga üçin filtrasiýa kanuny umumylykda çylşyrymlylygy görkezilen. Şol ýerde şeýle hem bu hili ýagdaýda filtrasiýanyň iki ölçegli kanunynyň bolup bilmejegi görkezildi.

Guýular bilen gizlenen FES boýunça hakyky birmeňzeş bolmadyk litologo-fasial öndürijilikli galyňlyklardaky filtrasiýa surety has-da çylşyrymly [2]. Şonuň üçin guýulary derňemegiň netijelerini gaýtadan işlemegiň amalynda gapma-garşy ýagdaý döredi. Bir tarapdan, instruktiv maglumatlar iki ölçegli formulany ulanmak bilen (käbir awtorlar üç ölçegli teklipl edýärler) hakyky birmeňzeş bolmadyk rezawleriň derňewinde öýjükli gurşawyň ähli bolup we bolman biljek parametrlerini kesgitlemegi teklipl edýärler (geçirijilik Kh parametrleri, filtrasion koeffisiýenti, suwuklyk pürsiniň mehgoşundylaryň bolmagy, energiýa toplaýjy debit we ş.m.). Şunlukda bu parametrleri kesgitlemek boýunça köp sanly derňewleriň

birmeňzeş gurşawlara baradaky tekliplere (düzgün boýunça) esaslanýandyklaryny we olaryň derňewiniň başga möçberde (makrodereje) ýerine ýetirilenligini unutýarlar: bular kerniň nusgasy we kompozitli ýa-da tebigy materiallardan bolan dürli görnüşli dökülyň nusgalardyr.

Soňky onýylykda guýulary derňemegiň hiliniň we göwrüminiň birden ýaramazlaşandygy hususanda, hasabatýň görnüksizligi (debitleriň bir derejesinde derňewleriň 4-5 tertibi) barada bellemek gerek. Maglumatlaryň şeýle azsanlylygynda guýularyň parametrleri we tehnologik tertipleri kesgitlenýär. Bu zatlaryň hemmesi iki-üç dogry nokatlaryň barlygynda-da iki ölçegli garaşlylygyň kadalaşdyrylyş bazasynda ýerine ýetirilýär. Şeýle çemeleşme taslama prosesinde özleşdirmäniň tehnologiýa parametrlerini kesgitlemekde düýpli ýalňyşlyklary girizýär.

Şonuň bilen bir hatarda daşary ýurtlarda giňden ýaýran, bizde bolsa adalatsyz unudylan gaz guýularynyň synaglarynyň netijelerini gaýtadan işlemek üçin approksimirleýän gatnaşyklar bolan akymyň dereje formulasy hem bellidir (Roulins Ýe.M., Şelhard M.A., 1947).

Bu işiň maksady – guýynyň zaboý zonalaryndaky flýuid filtrasiýasynyň prosesindäki şepbeşik we inersion agzalaryň gatnaşyklarynyň kynçylyklaryna täzeden garamaga mümkinçilik döredýän, akymyň derejeli we iki ölçegli formulalaryny derňeşdirmekde esaslanan gaz guýusynyň indicator liniýasy üçin approksimirleýän gatnaşyklaryň deňnewidir.

Işiň ikinji goşmaça aspekti derejeli formulany we gatlagyň we zaboý zonasynyň parametrlerini bahalandyryp boljak özleşdirmek maksady bilen onuň işine girýän koeffisiýentleri derňemek bilen baglydyr.

Bellenilen seçip almalar usuly bilen gaz guýularyny derňemegiň netijelerini gaýtadan işlemek üçin (filtrasiýanyň stasionar tertibi) iki ölçegli formulanyň hem-de dereje formulanyň kömegi bilen indicator liniýanyň

approksimasiýasyny ulanarys. Şunlukda indicator liniýalaryň: A, B, C, N eksperimental koeffisiýentleri kesgitlener. Bu hasabat material A, B we C, N koeffisiýentleriň arasyndaky korrelýasion gatnaşyklary kesgitlemäge mümkinçilik berer.

Analitiki funksiýalaryň içinden hut dereje formulasyny saýlamagyň özboluşly goşmaça ähmiýeti bar. Ol ähmiýet predel manylardaky $N = \{ 1 - 2 \}$ foltrasiýa deňlemesi Darsi kanunyna, ýa-da arassa kwadratik kanunyna flans formirlenýänliginde jemlenendir. Munuň üstessine-de dereje formulary, dereje garaşlylyklaryň giňden aralykdaky gamma gatnaşyklary öz içine alýar.

16.1. Guýudaky gaz akymyň dereje we iki ölçegli formulalarynyň arasyndaky korrelýasiýanyň derňewi

Akymyň dereje formulasynyň görnüşi:

$$\Delta P^2 = CqN. \quad (1)$$

Akymyň iki ölçegli formulasynyň görnüşi:

$$\Delta P^2 = Aq + Bq^2, \quad (2)$$

bu ýerde gutarnykly (kämil) guy üçin:

$$A = \frac{\mu \cdot z \cdot P_0 T_{gat}}{\pi \cdot k \cdot h \cdot T_0} \ln \left(\frac{R_k}{R_c} \right) \quad (3)$$

$$B = \frac{\rho_0 \cdot z \cdot P_0 \cdot T_{gat}}{2(\pi h)^2 \cdot \ell \cdot T_0} \left(\frac{1}{R_c} - \frac{1}{R_k} \right) \quad (4)$$

μ - gazyň dinamiki şepbeşikligi; z - gatlak şertlerinde gazyň gysylyş koeffisiýenti; P_0 - birsyhly şertlerdäki basyş; T_{gat} , T_0 - gatlak we birsyhly şertlerdäki ýylylyklar; h - gatlagyň gazberiji galyňlygy; R_k , R_c - iýmitleniň konturynyň we guýynyň radiusy; ρ_0 - birsyhly şertlerdäki gaz dykzlygy; ℓ - öýjükli boşlugyň ($\ell = 0,425 \cdot 10^{-9} \cdot k_{1,45}$) gemetriýasynyň häsiýetlendirýän makrobüdürlük koeffisiýenti; k - gatlagyň

geçirijiligi; $\Delta P^2 = P_{\text{gat}}^2 - P_z^2$, P_{gat} – gatlak basyşy, P_z – zaboý basyşy.

A, B, C we N koeffisiýentler derňewiň her bir tertibi üçin birmeňzeşligi, ýagny q debitinden garaşsyzlygy göz önünde tutulýar.

A, B, C, N koeffisiýentleri taglanyşdyrýan korrelýasion gatnaşyklary almak üçin, korrelýasiýanyň indiki şertlerini kabul edeliň.

Gaz guýysyny derňemegiň netijesinde indikator liniýany häsiýetlendirýän, ýagny $\Delta P^2 = f(q)$, eksperimental nokatlar alyndy. Bu eksperimental nokatlary (1) ýa-da (2) garaşlylyklar bilen debitleriň (q) 0-dan maksimale q_m ($q_m = q_{\text{ae}}$ – absolyut erkin debit) çenli we ΔP^2 0-dan $\Delta P^2 = P_{\text{gat}}^2$ çenli üýtgame çäklerinde approksimirläp bolýar. Approksimirlýän gatnaşyklar bilen (1) we (2) çäklendirilen meýdanlaryň birmeňzeş bolmagyny şert edeliň, ýagny

$$\Delta P^2 = P_{\text{gat}}^2 \int_{\Delta P^2=0}^{\Delta P^2=P_{\text{gat}}^2} (\Delta P^2) dq = idem \quad (5)$$

Bu şertden şu görnüşli ilkinji korrelýasion gatnaşygy alarys:

$$C = \left[\frac{A}{2q_m^{N-1}} + \frac{B}{3q_m^{N-3}} \right] (N+1) \quad (6)$$

Kabul edilen şert zerur, emma ýeterlikli däl. Korrelýasion gatnaşygy kesgitlemek üçin ýene bir şert talap edilýär.

Ikinji şert hökmünde $q = q_m$ nokatdaky $\Delta P^2 = f(q)$ garaşlyklygyň burç koeffisiýentiniň (1) we (2) gatnaşyklar üçin deň diýip alalyň, ýagny $\frac{d}{dq}(\Delta P^2) = idem$, $q \rightarrow q_m$ bolan ýagdaýda.

Bu şerti ulanyp, C koeffisiýent üçin ikinji aňlatmany alarys

$$C = \left[\frac{A}{q_m^{N-1}} + \frac{2B}{q_m^{N-2}} \right] \cdot \frac{1}{N} \quad (7)$$

(6) we (7) ýazgylary bilelikde çözüp, A we B üçin aňlatma:

$$A = C \cdot q_m^{N-1} \left(\frac{3}{N+1} - \frac{N}{2} \right) \quad (8)$$

$$B = \frac{3}{4} C q_m^{N-2} \left(N - \frac{2}{N+1} \right) \quad (9)$$

(8)-däki $N = 1$ –de $A = C$, (9)-daky bolsa $B = 0$ alýarys.

(8)-däki $N = 2$ $A = 0$, (9)-daky bolsa $B = C$.

Ýokarda alnan korrelýasiýa şertlerine görä (8) we (9) gatnaşyklar $q = 0$ * q_{ac} debitiň üýtgeме diapazonyndaky doly indicator liniýasyna (JL) kybap gelýar. Şonuň üçin A we B koeffisiýentler diňe bir C we N koeffisiýentlerine däl-de, eýsem $q_{ac} = q_m$ debitinede garaşly bolup durýar.

Şuňa baglylykda korrelýasiýa şertleri hökmünde debitiň tertibine garaşly durian integrirlemäniň üýtgewli çäklerini kesgitlemek bolar, ýagny (8) we (9) ýazgylarda $q_m = \text{const}$ ýerine üýtgewli q debiti Kabul edip bolar.

Şeýle ýagdaýda C we N üýtgeýsiz koeffisiýentleri ýazmadaky A we B hasaplama koeffisiýentler (8) we (9) formulalardaky q_m –iň q bilen çalşylmagynda q garaşly bolýarlar, ýagny bir tertipden beýlekä geçilende üýtgäp bilerler. Dogruşy şeýle ýagdaýda indicator liniýasyny üýtgewsiz A we B koeffisiýentli iki agzaly formula bilen approksirlemek bolmaýar, sebäbi şu debite garaşly bolmaýar:

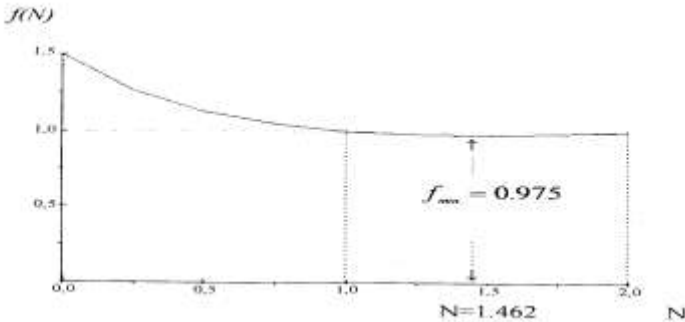
$$A = C \left(\frac{3}{N+1} - \frac{N}{2} \right) \cdot q^{N-1} \quad (10)$$

$$B = \frac{3}{4} C \left(\frac{N}{2} - \frac{2}{N+1} \right) \cdot q^{N-2} \quad (11)$$

(10) we (11) aňlatmalary (2)-däki goýup, (2)-däki iki agzaly formulany şu görnüşli bir agzala üýtgetýäris:

$$\Delta P^2 = Cq^N \left[\frac{N^2 + N + 6}{4(N+1)} \right] \quad (12)$$

bu ýerde $f(N) = \frac{N^2 + N + 6}{4(N+1)}$ - 1-nji suratda kesli şekillendirilen korrelýasion funksiýa.



Surat 1. Korrelýasion formula $f(N)$.

Suratda görnüşi ýaly, korrelýasion funksiýa $N = 1$ we $N = 2$ nokatlarda $f(N) = 1$ aňlatma, $1 < N < 2$ bolsa, $0,975 \leq f(N) < 1$ we $N = 1,447$ minimuma eýe bolýar.

(12) we (1) formulalary deňeşdirmek bilen, olaryň $f(N)$ korrelýasion formuladan üýtgeýändigini görmek bol

$$A = C\beta q^{N-1}, \quad (13)$$

$$B = C(1-\beta)q^{N-2} \quad (14)$$

Bu aňlatmalary iki agzaly formyula (2) goşup, derejeli formula (1) alýarys.

(13) we (14) formulalarda häsiýetlendiriji parametr

$$\beta = \left[\frac{24}{N^2 + N + 6} - 2 \right] \text{ bar.}$$

Ol gatlak energiýasynyň (ΔP^2) şepbeşik çykdaýjylarynyň inersion bolan gatnaşygyny häsiýetlendirýär, ýagny $\frac{Aq}{Bq^2} = \frac{\beta}{1-\beta}$

ýa-da $\beta = \frac{1}{\left(1 + \frac{Bq}{A}\right)}$. Parametr $1 + \frac{Bq}{A}$ fiziki taýdan IL-nyň

gönüden gyşarmasynyň derejesini häsiýetlendirýär. Şonuň üçin β koeffisiýent IL-nyň liniýa çyzlygyny häsiýetlendirýär we oňa gaz guýusynyň IL-nyň liniýasyzlygynyň koeffisiýenti diýip aýtsa bolar.

$B = 0$, $N = 1$ we $\beta = 1$ – lineýli IL, $A = 0$, $N = 2$ we $\beta = 0$ – kwadratiki IL. Eger $A_q = B_q^2$ bolsa, onda $\beta = 0,5$ we $N = 1,462$.

Şeýlelikde, iki agzaly (A we B) formuladaky we iki görnüşli (C we N) derejelik formuladaky koeffisiýentleriň arasyndaky korrelýasion gatnaşyklary kesgitlemek bolýar:

- $q = 0$ - qac diapason üýtgedäki “doly” IL boýunça approksimirleýän gatnaşyklaryň deňeşdirilmeginde, bu ýagdaýda A we B koeffisiýentler durnukly we (8) we (9) gatnaşyklar bilen kesgitlenýärler;

- $q = 0 \div q$ debitiň üýtgemegindeki üýtgäp durian interwallaryň deňeşdirilmeginde bu ýagdaýda A we B koeffisiýentler debine garaşly bolup durýarlar we (13) we (14) gatnaşyklar bilen kesgitlenýärler.

Gaz saýlawynyň ξ käbir durnukly normasynda, ýa-da $q = \xi$, qm debit A we B koeffisiýentleriň gatnaşyklarynyň üçinji görnüşü teklipl edilýär. Şeýle ýagdaýda korrelýasion gatnaşyklar görnüşde bolarlar:

$$A = C \cdot \beta \cdot [\xi \cdot q_m]^{N-1} \quad (15)$$

$$B = C(1-\beta)[\xi \cdot q_m]^{N-2} \quad (16)$$

A we B taslama koeffisiýentleriniň (C we N aňlatlamalary boýunça) uly derejelik we iki agzaly formulanyň

($0 \div$ qac) saýlanyp alnan korrelýasiýa diapazonyna, ýagny ξ - saýlawynyň saýlanan normasyňa garaşlydyr.

Hakykatdan-da (15) we (16) formulalara görä:

$$\bar{A} = \frac{A(\xi)}{A(\xi=1)} = (\xi)^{N-1},$$

$$\bar{B} = \frac{B(\xi)}{B(\xi=1)} = (\xi)^{N-2}.$$

Şeýlelikde $N = 1,462$ ($A_q = B_q^2$) we $\xi = 0,25$, $\bar{A} = 0,53$ we $\bar{B} = 2,1$ bolýar; $\xi = 0,33$ - $\bar{A} = 0,6$ we $\bar{B} = 1,81$ bolýar. Mundan gelip çykyşyna görä, nazary taýdan korrelýasiýa diapazonynyň ulalmagynda ξ \bar{A} koeffisiýent $\xi = 1$ bolanda 1 tarap ulalýar, \bar{B} koeffisiýent bolsa $\xi = 1$ bolanda 1 tarap kiçeler.

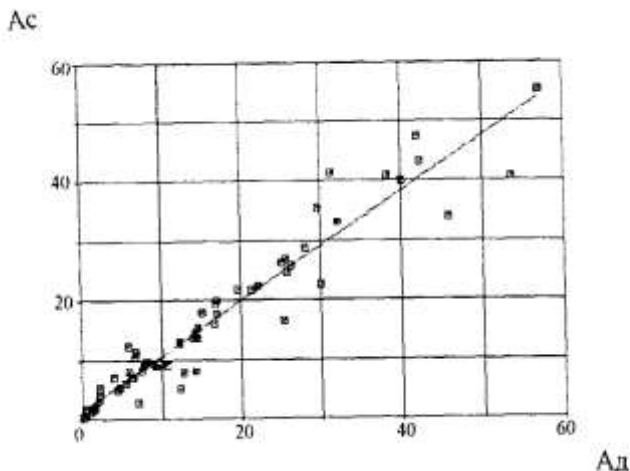
Gaz guýularynyň IL-nyň garaşsyz approksimasiýasynda (15) we (16) formulalara niýetlenen derejelik we iki agzaly formulalaryň kömegi bilen A_s we B_s koeffisiýentler iki agzaly formula boýunça kesgitlenen A_d we B_d koeffisiýentlerden ep-esli tapawutlanyp bilerler. Bu tapawut hasabat çykarmak üçin Kabul edilen saýlaw normasyňa hem, IL-y gaýtadan işlemäniň subýektiw faktorlaryna hem bagly bolar.

16.2. Guýulary derejelik formulasy boýunça derňemegiň netijelerini gaýtadan işlemegiň mysallary

9.1-nji tablisada derejelik garaşlylygy boýunça (Çaýandinskoäni, Ýakutiýa) we iki agzaly formula (A_d we B_d) boýunça IL-yň guýudan işlenmeginde kesgitlenen (A_s we B_s) koeffisiýentleriň hasabasyny çykarmagyň deňeşdiriji netijeleri defirilipdir. Şunlukda guýularyň şol bir ilkinji deňeşewleri iň kiçi kwadratlar usuly bilen garaşsyz ýagdaýda gaýtadan işlenildi.

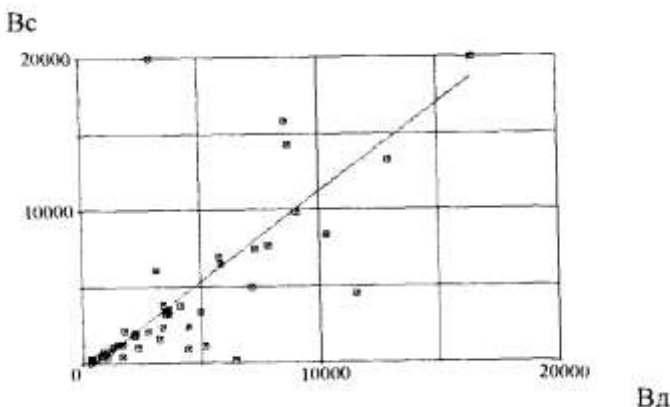
(15) we (16) formulalar boýunça A_c we B_c koeffisiýentleriň hasabatyny çykarmak üçin $\xi = 0,3$ kabul edildi.

Koeffisiýentleriň aňlatmalaryndaky dürlülük bahasy hasaplanan A_s we B_s (belli C we N boýunça) we A_d we B_d koeffisiýentleriň oňnositel düzlüliginiň ortaça $1,2 - 11,2\%$ we $14,9 - 11,3\%$ laýyklygyny görkezýär. ΔP^2 funksiýalaryň $q = \xi$ qac iş debited kesgitlemegiň bahasy 5% ybarat bolýar. A we B parametrleriň 63 guýynyň maglumatlary boýunça dürli usullar bilen kesgitlenen korreliřemesi $2, 3$ -nji suratlarda getirilýär. Ýokarda getirilen hasaplanan koeffisiýentleriň ýalňyş bahalary guýularyň derňewinde basyşlaryň we debitleriň ölçegleriniň netijesi boýunça takyk kesgitlenen koeffisiýentleriňkiden has az çykýar.



Surat 2. $A(0,975)$ koeffisiýentleriň korrelyasiýasy.

A_d – iki agzaly formula boýunça hasaplananlar; A_s – derejelik formula boýunça hasaplananlar.



Surat 3. B (0,950) koeffisiyentleriň korrelýasiýasy.
 B_d – iki agzaly formula boýunça hasaplananlar; B_s – derejeli formula boýunça hasaplananlar.

Şonuň bilen birlikde 1-nji tablisanyň maglumatlaryna görä, $\xi = 0,3$ bolanda C we N aňlatmalar boýunça hasaplanan käbir guýularyň A_s we B_s koeffisiyentleri iki agzaly formulanyň kömegi bilen guýularyň IL approksimasiýasyndan alnan beýleki guýularyňkydan ep-esli tapawutlanýar. Mysal üçin, 321-09 guýysy üçin (I obýekt) A_s , B_s we A_d , B_d kabul edilen $\xi \approx 0,3$ däl-de, $\xi = 0,2$ gowy gabat gelýär. 321-5 guýysy üçin (1 obýekt) - $\xi = 0,02$, 751 guýysy üçin bolsa (2 obýekt) $\xi \leq 1$ hiç hili kanagatlanarly gabatlaşma alyp bolmaýar.

Derejeli we iki agzaly approksimirlýän gatnaşyklardaky koeffisiýetleriniň korrelýasiýasyna bolan başga bir ugur bilen seredip bolar. Kesgitlenen koeffisiýentlerden A_d we B_d iki agzaly gatnaşyk üçin (15) we (16) formulalaryň ulanmagy bilen şeýle kesgitleme çykaryp bolar:

$$\xi = \frac{1-\beta}{\beta} \frac{A}{B \cdot q_{ac}} \quad (17)$$

$$\text{bu ýerde } \beta = \frac{24}{N(N+1)+6} - 2.$$

Indikator liniýalarynyň iki agzaly formula boýunça gaýtadan işlenilmeginde Ad we Bd koeffisiýentler, şeýle-de qac kesgitlenýär. Şonuň bilen birlikde qac düzgün boýunça derejeliik formulasyndan kesgitlenip çykýan aňlatmasyndan kiçi bolýar. (18) formula boýunça kesgitlenen Ad, Bd, qac we N esaslanyň ξ parametric hasaplanýar. Ol derejeliik we iki agzaly gatnaşyklar bilen approksimirlenýän gidişinde guýynyň indicator liniýalaryny ylalaşdyrýan korrelýasiýanyň diapazonyny häsiýetlendirýär

1-nji tablisanyň maglumatlary boýunça ξ parametriniň şu häsiýetlerini alýarys:

- $\xi = 0,032$ –den $\xi = 0,76$ çenli giň çäkleriň aralygynda üýtgeýär (321-02 guýy boýunça $\xi = 1,23$, 751 guýy boýunça $\xi = 1,56$ bolan amatsyz ululyklar bar);

- $\xi \leq 1$ ähli aňlatmalarynyň hasaba alynmagynda ortalýk $\xi = 0,284$ aňlatmasy we $\xi \leq 0,5$ hasaba alynmagynda $\xi = 0,26$ aňlatmasy bolýar.

ξ we N parametrleri üçin korrelýasion gatnaşyklary almaga synanlydy.

$$N = 1 \div 1,45 \text{ üçin } \xi = 0,33 \exp[0,40(N - 1,25)^2], \quad (18)$$

$$N = 1,45 \div 2 \text{ üçin } \xi = 0,646 \quad (19)$$

Bu ýagdaýda C we N parametrleriň has obýektiw bahalarynyň artykmaglyklary we olaryň kömegi bilen A we B filtrasion garşylyklaryň koeffisiýentleri kesgitleme ýerine ýetirilýär.

16.3. Derejeliik approksimirlenýän formulanyň koeffisiýentleriniň statistiki gatnaşyklaryny derňemek

Ýokarda gaz guýularyň IL-nyň derejeliik formula boýunça gaýtadan işlenilmeginde C we N koeffisiýentleriň kesgitlenýänligi we olaryň esasynda (15) we (16) formulalar

boýunça iki agzaly korrelýasion formula üçin A_s we B_s koeffisiýentleriň hasaplanylýanlygy görkezilendir.

Şeýle ýagdaýlarda gaz guýularyň IL-nyň liniýasyzlygy bir tarapdan N parametric bilen, beýleki tarapdan bolsa A_s we B_s koeffisiýentleriň gatnaşygy bilen häsiýetlenýär.

$$\Delta P^2 = A_c q \left(1 + \frac{B_c q}{A_c} \right) = A_c q \phi,$$

$$\text{bu ýerde } \phi = 1 + \frac{B_c q}{A_c} = \frac{1}{\beta}; \quad \beta = \left[\frac{24}{N(N+1)+6} - 2 \right]$$

Bu gatnaşyklaryň esasynda energiýanyň şepbeşik we inersion çykdaýjylarynyň gatnaşyklaryny kesgitlenýän parametriň gaz guýularyň IL-nyň ähli diapazonynda birsyhly N görkezijisi bilen kesgitlenýär, ýagny $q = 0 \div q_{ac}$ üýtgemesinde

$$\frac{A_c}{B_c q} = \frac{\beta}{1-\beta} = \frac{12-2(N^2+N)}{3(N^2+N)-6}. \quad (20)$$

$N = 1$ bolanda $\beta = 1$ we $(A_c/B_c q) \rightarrow \infty$, $N = 2$ bolanda $\beta = 0$ we $A_c = 0$. (20) garaşlylygy deňişli takyklyk bilen şu gatnaşyk bilen appiksirlemek bolar:

$$N = 1,462 - 0,2 \ln \left[\frac{A_c}{B_c q} \right] \quad (21)$$

(21) aňlatma görä:

- $N = 1$ ($A_c/B_c q$) = 10 we $\beta = 0,9$ ($\beta = 1$ ýerine);
- $N = 2$ ($A_c/B_c q$) = 0,068 we $\beta = 0,064$ ($\beta = 0$ ýerine);
- $N = 1,462$ ($A_c/B_c q$) = 1;
- $N = 1,2$ ($A_c/B_c q$) = 3,5 (21) formula boýunça we 3,71 (19) formula boýunça (tapawudy 6 %), $N = 1,7$ bolanda 0,36 we 0,304 (tapawudy 16 %).

Hakyky derňewleriň maglumatlarynyň esasynda N görkezijisinden $f(A_c, B_c) = A_c/B_c q$ garaşlylyk guralýar (4-nji surat).

Materiallardan eksperimental maglumatlaryň ep-esli dagynylygynyň barlygy görünýär, olarda:

• (20) we (21) gatnaşyklaryň tapawutyndan kesgitleýän tentensiýalar ýone bir tassyklanýar;

• getirilen garaşlylyklar güýçli derejede absolýut erkin debite garaşly.

Ýokarda alnan gatnaşyklary hasaba almak bilen C parametrlerine derejelik formulasynda şeýle görnüşde getirip bolar:

$$C = \frac{A}{\beta} \frac{1}{\left[\frac{A \cdot (1-\beta)}{B \cdot \beta} \right]^{N-1}}, \quad (22)$$

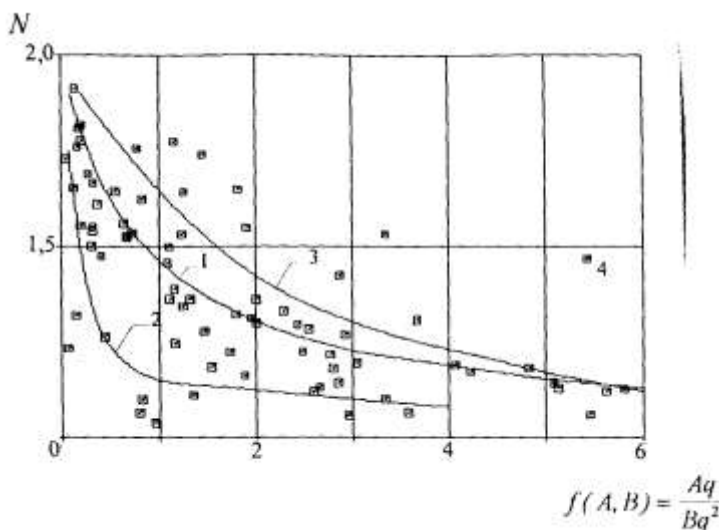
bu ýerde $\left[\frac{A \cdot (1-\beta)}{B \cdot \beta} \right] = \xi q_{\mathcal{H}}.$

Şonda derejelik formula şeýle getirilýär:

$$\Delta P^2 = C q^N = \left[\frac{A}{\beta} \cdot \frac{1}{(\xi q_{\mathcal{H}})^{N-1}} \right] q^N, \quad (23)$$

bu ýerde

$$C = \frac{\mu \cdot z \cdot P_0 T_{nl} \ln \left(\frac{R_k}{R_c} \right)}{\pi \cdot k h T_0} \cdot \frac{1}{\beta (\xi q_{\mathcal{H}})^{N-1}} \quad (24)$$



Surat 4. N parametriniň gatlak basyşynyň şepbeşik we inersion ýitgileriň gatnaşygyndan garaşlylygy.

1-egri çyzyk (12) garaşlylyk boýunça akymyň derejeli formulasynyň gatnaşyklary;

2-egri çyzyk hakyky nokatlaryň approksimasiýasy boýunça ýokary geçirijilikli kollektorlar üçin ($q_z = 1000-4000$ mň.m³/sut); 3-egri çyzyk hakyky nokatlaryň approksimasiýasy boýunça pes we ortaça geçirijilikli kollektorlar üçin ($q_z = 80-1000$ mň.m³/sut); 4-nokatlardaky aňlatmalar akymyň iki agzasy formulasy boýunça derňweleri gaýtadan işlemegiň netijeleri boýunça hasaplanan.

$N = 1$ üçin gazyň guýa guýulmasynyň lineýnylyk formulasy ýer tutýar, şunda $C = A$.

$N > 1$ beýleki ýagdaýlarynda (lineýnylyksyz indicator liniýalary) C we A parametrleriň arasyndaky korrelýasiýa (23) formulanyňkydan has çylşyrymly mazmuna eýedir.

Şeýlelikde, N -dan bolan ähli parametrleriň korrelýasiýasy guý derňweleriniň gaýtadan işlenilmegi üçin

derejelilik formulasynyň ulanylmagynda hakyky bolýanlygyny görkezýär (iki agzaly formulalar barada bu zatlary aýdyp bolmaýar), iki agzaly formulada B koeffisiýent (inersion ýitgileri häsiýetlendirýän) 50 % we ondan gowrak ýagdaýlarda nädogry kesgitlenýär; bu parametriň aňlatmalarynyň dogunlylygy $\{10+3 \div 10-5\}$ ýetýär we dişmaça usul bilen bahalandyrylýan perforasiýanyň hiline garaşlydyr. Bu mysal şeýle-de onuň A parametric bilen tejribe korrelýasiýasynyň ýoklygyny tassyklaýar, nazaryýete laýyklykda bolsa şeýle baglanyşyk bolmaly.

16.4. Akymyň derejelilik formulasy boýunça gaýtadan işlemekde gatlagyň prizaboý zonasynyň parametrlerini kesgitlemek

Ýokarda C parametriň aňlatmasyndan gatlak parametrini kesgitläp bolýanlygy görkezilen. (24) aňlatma görä:

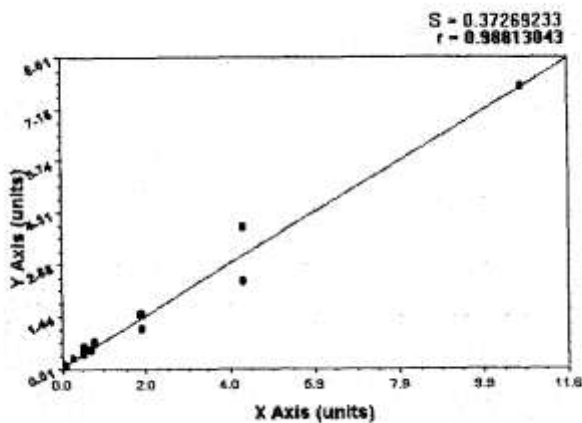
$$K \cdot h_p = \frac{\mu \cdot z \cdot P_0 T_{gat} \cdot \ln \left(\frac{R_k}{R_c} \right)}{C \pi T_0 \beta (\xi \cdot q_{ac})^{N-1}}, \quad (25)$$

bu ýerde ξ –ni (18), (19) formulalar boýunça birinji ýakynlaşmada alyp bolar.

Gatlagyň parametrlerini bahalandyrmak mümkinçiliginiň suratlandyrmak üçin 1-den 1,8 çenli N parametriň dürli aňlatmaly guýulara boýunça Khg parametrleriň baha geçireliň. 2-nji tablisada Çaýadinskiý käniniň 11 guýysy boýunça geçirijilik parametrleriniň hasaplarynyň netijeleri getirilen. Şol ýerde akymyň iki ölçegli formulasyndaky A filtrasion koeffisiýenti boýunça kesgitlenen Khg parametrini kesgitlemegiň ortaça otnositel tapawutlylygy 17,5 % ybarat bolýar, bu bolsa amatlydyr. Ähli derňewlerde diýen ýaly Cd üçünji agza peýda bolandygyny belläp geçmek gerek, muňa garamazdan derejelik formulasy boýunça Khg parametriniň bahalary delilli bolup durýar.

5-nji suratda dürli usullar bilen kesgitlenen Kh parametrleriň korrelýasiýasy getirilen. Suratda görnüşi ýaly, parametriň üýtgemeleri ortaça kwadratiki çäklerde ýerleşýärler, parametrleriň korrelýasiýasy bolsa ýeterlik beýikdir ($r = 0,99$).

$(Kh)_c$



$(Kh)_a$

Surat 5. Dürli usullar bilen kesgitlenen parametrleriň (Kh) korrelýasiýasy.

[3] –nji makalada biz ähtimallyk-statistiki ugurda esaslanan gizlenen produktiw gatlagyň işiniň nusgasyny getirdik. Nusganyň gurluşynyň esasy ýörelgeleri şu indikilerden ybarat.

- gaz beriji interwasiýasy çykdaýjylarynyň hasabyny, gaz-dinamiki we geofiziki ölçegleri öz içine alýan, guýynyň üsti açylan produktiw kesiminiň işini öwrenmek boýunça köpsanly statistiki maglumatlaryň derňewine esaslanyp, indiki iş gipotezasy teklip edildi (soňra bu gipoteza takyk material bilen doly tassyklandy, perforasiýa bilen üsti açylan gazgeçiriji gatlagyň (köp gatly terrigen kesimdäki) faza geçirijiliginiň

ýokary boldugyça, onuň funksiýalylygynyň (guýa gaz geçirijinde) ýokarlanmagynyň ähtiwaklygy;

- gipotezanyň matematiki beýany: getirijilik parametric boýunça ranžirlenen produktiw kesimdäki ýokary geçirijilikli proplastkalar işleýän kütülikleriň galyňlyk ähtimallyk boýunça ösüşe göni proporsional ösdürülmegi. Başga sözler bilen aýdylanda:

$$d(\Phi(h)) = \zeta d(\Phi(k)),$$

$$\text{bu ýerde } F(h) = \int_0^h f(h)dh; F(h) = \int_0^h f(k)dk; \text{ şu ýerden}$$

$$F(h) = \zeta A(k).$$

Şu ýerde ζ -gamma-ýerleşmäniň kanunlarynyň normirleme şertinden tapylýan koeffisiýent

$$\zeta = \Gamma \frac{\Gamma(a_h) \cdot \lambda^a k}{(a_k) \cdot \lambda^a h}$$

$$\text{bu ýerde } \Gamma^a_0 = \lambda^a \int e^{-\lambda t} \cdot t^{a-1} dt.$$

Tablisa 2.

№ п/п	№ сква- жины	Параметры степенной формулы					Параметры квадратичной формулы			Параметр Kh, определенный по коэффициентам C и A,		Относительная погрешность $\frac{\Delta(Kh)_c}{(Kh)_A}, \%$
		N	C	ξ	β	q_{ac}	A	B	C/d	$(Kh)_c$	$(Kh)_A$	
1	180-05	1,064	4,309	0,083	0,928	2478	5,42	0,00500	+800	0,747	0,775	3,60
2	765	1,111	4,917	0,152	0,876	1624	5,83	0,01608	0	0,529	0,720	26,50
3	321-16	1,184	4,286	0,277	0,795	1170	7,85	0,02306	-1200	0,425	0,535	20,60
4	321-10	1,294	4,436	0,305	0,676	630	13,91	0,03389	-1100	0,298	0,302	1,30
5	321-25	1,298	18,45	0,303	0,672	206	38,30	0,35148	0	0,099	0,109	9,20
6	321-15	1,387	1,885	0,156	0,578	747	7,56	0,03475	0	0,611	0,555	-10,09
7	321-30	1,498	0,638	0,096	0,463	943	2,23	0,03358	-520	1,508	1,883	19,90
8	321-05	1,544	0,832	0,125	0,417	654	2,22	0,07146	-900	1,103	1,891	41,70
9	321-06	1,689	0,067	0,219	0,277	1656	0,98	0,00798	-200	3,901	4,285	8,90
10	321-09	1,761	0,018	0,265	0,209	2552	0,39	0,00326	-940	7,836	10,769	27,20
11	321-03	1,776	0,141	0,275	0,196	755	1,53	0,03456	0	2,422	4,286	43,50
Среднее:												17,50

Şeýlelikde, mesele integral deňlemäni çözmekde jemlenýär:

$$\int_0^h f(\bar{h}) d\bar{h} = \zeta \cdot \int_0^k f(k) dk \quad (26)$$

Köp sanly statistiki boýunça gaz beriji interwallaryň we geofiziki gazodinamiki derňewleriniň korrelýasion gatnaşyklarynyň esasynda kesgitlenen geçirijiligiň ýerleşmesiniň dykyzlygy tapyldy. Deňsuwlary şu görnüşli boldy:

$$f(\bar{h}) = 133,24e^{-7,23\bar{h}} \cdot \bar{h}^{-1,675} \quad (27)$$

$$f(k) = 1,0228e^{-16,44k} \cdot k^{-0,28} \quad (28)$$

Hususy takmyn çözülişleriň biri (26) $k = \varphi \cdot \bar{h}^\psi$, bu ýerde $\varphi = 3,0$; $\psi = 2,186$; $h = h_i/h_o$; h_i – gatlagyň "işleýän" galyňlygy; h_o – gatlagyň umumy üsti asylan effektiv galyňlygy. Şepbeşiklikde şu işleýän kütülik bilen geçirijiligiň şu indiki gatnaşygy (ähtimallyk boýunça) gutarnykly alyndy:

$$\frac{h_p}{h_0} = 0,605 \cdot k^{0,05} \quad (29)$$

Gatnaşykdan görnüşi ýalym dürli geçirijilikde üsti asylan kesimiň işleýän kütüligi hem dürli bolar. Diýmek, ortaça $K = 0,5$ darsi kesimiň tutuş üsti asylan galyňlygyň ortaça 30-dan 40 % çenli “işleýär”. Bu ýagdaýot Týumen oblastynda senoman gaz kânlerinde tassyklanýar. Bu ýagdaýyň sebäbi guýulary burawlama prosesindäki gatlaklaryň kolmatasiýa prosesinde jemlenýär. Üstesine kolmatasiýa zonasy kâniň ulanylyş prosesinde-de formirleşmeýän. Geofizikanyň bahalaryna görä orhama zonasy guýynyň 10 we hat-da 15 diametrine ýetip bilýär.

Korrelýasiýa (28) prizaboý zonanyň parametrleriniň bahasy üçin ulanylyp bilner. 3-nji tablisada şeýle bahanyň netijeleri getirilen.

Parametrleriň hasabyny çykarmagyň tertibi şeýle:

- Khiş aňlatmanyň C , N , ξ , we q_{ac} koeffisiýentleri derňemegiň netijelerini gaýtadan işlemegiň netijesinde alnan maglumatlaryň esasynda (25) formula boýunça hasaplanýar;

- ýokary geçiriji gatlagyň “işleýän” kütüliginiň $h_p = \{\xi(Kh_p)h_o^{2,22}\}^{0,31}$ formula boýunça hasaby çykarylýar;

- $m = h_p/h_o$ koeffisiýent anyklanýar;

- $k = m^{2,22/\xi_{max}}$ ortaça geçirijilik ut ýokary geçiriji gatlagyň $k = (Kh_p)/h_p$ geçirijilişi anyklanýar..

Çykarylan hasaplaryň netijeleri guýular bilen üstde asylan produktiw kesimleriň 70 % geçiriliş prosesinde kolmatirlenenligini görkezýär (bu bolsa işleriň talaba laýyk geçmänligini görkezýär).

16.5. Guýy barlaglarynyň netijelerini ölçeg kriterial formalarda getirilmeginiň derňewi

Kollektor jisimleriniň (dag jisimleriniň tebigy nusgalary – kern, dürli öýjüklü materiallaryň emeli nusgalary) mikromasştablaryny ulanýan, filtrasiýanyň makroderejede geçirilen eksperimental derňewleriň tejribesinde derňewleriň netijesini möçbersiz (kriterial) formada getirmek ýola goýlan. Şunlukda ady belli möçbersiz gatnaşyklar we üznüksiz gurşawyň umumy mehanikasyndaky kçagitlemeler (gidrodinamikler) ulanylýar [I].

Kernleri öwrenmekdäki filtrasiýanyň köpsanly eksperimental derňewleri filtrasiýanyň uly bolmadyk tizliklerinde Darsiniň empiriki kanunynyň (filtrasiýanyň lineýlilik kanunynyň) adalatly ýeterlik ýagdaýda ynanýdýjy subutnamalaryny berýärler, bu bolsa hemmeler tarapdan nusganyň geçirijilik koeffisiýentlerini kesgitlemekde ulanylýar.

Ep-esli gijiräk nusgadaky filtrasiýanyň uly tizliklerinde Darsiniň kanunundan (lineýliliksiz täsir) üýtgemeler (çykyşlar) eksperimental taýdan bellendi. Lineýliliksiz filtrasiýanyň approksimasyýasy üçin dürli empiriki gatnaşyklar getirildi: iki agzaly (Dýupýui-Forhgeýmeriň) we derejelilik formulalar.

Filtrasiýa kanunlarynyň tizliginiň giň diapazonyndaky interpretasiýasynyň başlanmagyndan bäri, birnäçe pudaklaryň barlygy kabul edilipdi:

- foltrasiýa kanunynyň lineýlilik pudagy (Darsiniň kanunynda);
- filtrasiýa kanunynyň lineýliliksiz pudagy;
- olaryň arasyndaky haýsydyr bir aralyk (buda lineýliliksiz) pudak.

Bu pudaklary saýgarmak üçin Reýnoldsyň $Re_{kr} = \frac{\rho V_{kr}}{\mu}$ (Fençer, Lýuis, Berne - 1933 ý) kritiki möçbersiz parametric(kriteriý) girizildi, onuň ρ we μ – flýuidiň dykzlygy we şepbeşikligi; de – öýjükli gurşanyň mahsus parametri (çatissalaryň täsirli diametri). Gijiräk L.S.Leybenzonyň (1934), W.N.Şelkaçowyň (1945), B.B.Lapugyň (1948) işlerinde lineýliliksiz filtrasiýa üçin derejelik approksimasiýanyň ulanmagyň esasyndas Slihteriň sanynyň we gaz çykdaýjysynyň formulasynyň üsti bilen täze Re_{kr} aňlatmalar alyndy (derejelik formulalar).

Häzirki wagta çenli öýjükli gurşawlaryň nusgalary üçin Re_{kr} kesgitlemeleriniň ýeterlik derejedäki sany teklipl edildi. Olaryň jikme-jik derňewi W.N.Şelkaçowyň tarapyndan [4] getirilen.

[4] getirilen netijelerden bellemek gerek:

- Re parametrleriniň Kabul edilen gurluşyna garaşlylykda olaryň ep-esli tapawutlanýan çäň aňlatmalary emele gelýär;
- Darsiniň Da möçbersiz parametriniň Re sanýndan garaşlylyk arajiginde lineýlilik we lineýliliksiz filtrasiýanyň arasynda ulag geçiş zona bolýar;
- eksperimentleriň netijeleri bir approksimirleýän liniýa sypnaýar.

Şunlukda Darsiniň parametrik sürtülmäniň şepbeşiklik güýjüniň basyş güýjine bolan gatnaşygynyň görnüşi bolup durýar ($\Delta P / L$, $\Delta P - L$ uzynlykly nusgadaky basyş gaçşlygy).

$$\mathcal{D}a = \frac{\mu v}{k} \frac{L}{\Delta P} \quad (30)$$

$D_a = f(\text{Re})$ garaşlylygynyň ulanylmagy munuň esasy sebäbi boldy.

Katsyň we beýlekileriň [5] korrelýasion gurluşy boýunça işinde D_a parametrdan tapawutlylykda, basyş güýçleriniň inersion güýçlere bolan gatnaşygyny görkezýän, başga Eýleriň E_u parametric ulanylypdyr (bu usul Kats we Kornel tarapyndan hödürlendi-1953 ý.).

$$E_u = \frac{\Delta P}{L} \frac{1}{\rho v^2}; \quad \text{Re} = \frac{k}{\ell} \frac{\rho v}{\mu}, \quad (31)$$

bu ýerde ℓ - filtrasiýanyň iki agzaly kanunyndaky makro-büdürliginiň koeffisiýenti [1].

E_u -nyň Re -den garaşlylygy ýeketäk liniýa bilen approksimirlenýär (logarifmiki koordinatlarda) [5]. Şunlukda üç meýdança gelip çykýar:

- birinji lineýlilik (*Darsiniň kanuny*): $\ln(E_u) = \ln A - \ln(\text{Re})$, $E_u = A / \text{Re}$ ($A = 1$), $(E_u)_x(\text{Re}) = 1 / D_a = 1$; ol $\text{Re}_{\text{ekr}} \leq 0,1$ (gumda) $\div 0,2$ (hek daşy, dolomit);

- ikinji lineýsizlik (*iki agzaly kanun*):

$$E_u = \frac{1}{\text{Re}} + 1, \quad (E_u)_x(\text{Re}) = 1 + \text{Re}, \quad (32)$$

ol takmynan $\text{Re} \leq 10$ çenli saklanýar;

- üçünji meýdança $E_u = 1 = \text{const}$ bilen häsiýetlenýär (Şezi-Krasnopolskiniň kwadratiki kanuny), bu meýdança ($\text{Re} \leq 100$ çenli) öýjükli metallardaky filtrasiýa boýunça eksperimentleriň netijeleri girýär.

Şeýlelikde, kollektor jynslarynyň nusgalaryndaky eksperimental derňewler boýunça Darsiniň kanunyň ulanmak mümkinçiliginiň çäklerini we lineýlisiz filtrasiýa üçin has täsirli approksimirlenýän gatnaşyklar kesgitlenýär (iki agzaly ýa-da derejeli gatnaşyklar).

Lineýlisiz filtrasiýanyň derejeli approksimasiýasy B.B.Lapuk tarapyndan giňden öwrenilýär [6]. Filtrasiýa kanunlaryny mikro-derejede amala aşyrmagyň iki nukdaýnazary bar.

Birinji – filtrasiýanyň üç pudagynyň barlygyny çaklaýar: lineýlilik (darsiniň kanuny), geçiş lineýsizlik, lineýsizlik (iki agzaly ýa-da derejelik kanuny). Bu nusgada N derejedäki, derejelik approksimasiýa görkezijisiniň filtrasiýa tizligine garaşlydyr: $v \leq v_{kr}$ ($Re \leq Re_{kr}$) $N = 1$, $v > v_{kr}$ ($Re > Re_{kr}$) N görkeziji $N = 1$ -dan $N = \text{const}$ çenli üýtgeýär ($N > 1$, $N < 2$). Iki agzaly approksimasiýada birinji meýdançada lineýlilik koeffisiýenti (μ/k) ýaly, ahyrky meýdançada bolsa:

$$\frac{\Delta P}{L} = \left(\frac{\mu}{k_1} \right) v + \left(\frac{\rho}{\ell} \right) v^2 \text{ bilen kesgitlenýär, bu ýerde } k_1 > k, k_1 -$$

“ýalan geçirijiliginiň käbir ululygy.

Ikinji – filtrasiýanyň tutuş töwereginde (μ/k) we (ρ/ℓ) hemişelik koeffisiýentli lineýsizlik kanunyny (iki agzaly) gözeginde tutýar.

Şu ýagdaýda lineýlilik meýdançasý (Darsiniň kanuny) $\left(\frac{\rho}{\ell} v \right) \ll \left(\frac{\mu}{k} \right)$ ýa-da $Re \ll 1$ (mysal üçin $Re \leq 0,01$) ýagdaký ýakynlaşma hökmünde interpretirlenýär.

Ýaşy-parallel filtrasiýada nusganyň tutuş uzynlygy boýunça gazyň massalyk tizliginiň hemişeliginde (hemişe Re), tutuş nusga boýunça filtrasiýanyň haýsydyr bir kanuny amala aşýar. Şonuň üçin bu iki nukdaýnazar eksperimental maglumatlaryň gaýtadan işlenmeginde uly netijäni gazanmaýar.

Häzirki wagt biziň ýatanymyzdan [4] we daşary ýurtly [7] alymlaryň köpüsi şepbeşik we inersion güýçleri filtrasion gapma – garşylygyň iki goşulyjylyşy hökmünde nazara almak bilen, has fiziki we nazaryýet taýdan, delillendirilen lineýlilik filtrasiýanyň hasaplaýarlar, şu ýerde esasy belläp geçmeli zat, filtrasiýa üçin approksimirleýän mikro-derejedäki formulany guýynyň indicator liniýasy üçin approksimirleýän formula (mezodereje) bilen garyşdyrmaly däl.

Düýbünden başga surat ýasy-radial (silindriki nusganyň radiusy boýunça akymy) ýa-da radial-sferiki filtrasiýada

haçanda gazyň massalyk tizligi (radiusyň) gaz akymynyň aralygyna garaşly bolanda. Ine, mysal üçin, daşky diametri 10 sm we içki çäpdäki gazyň tizligi içki diwarjygyňkydan 10 esse az bolmaly (Re sany 10 esse az). Şonuň üçin bu hili nusgada filtrasiýanyň dürli amala aşyrylýan kanunlary bolan zonalar duşup biler, şonuň bilen birlikde şol zonalaryň ölçegleri nusgada girýän massalyk çykdaýjylaryň üýtgemegi bilen üýtgäp bilerler. Şeýle ýagdaýda nusgadan geçýän gaz akymynyň formulakyndaky koeffisiýentler hemişelik (derňewiň tertibinden garaşsyz) bolup bilmeýärler.

Bular Ýu.P.korotaýewyň [8] işlerinde görkezilen. Ol işlerde şu ýagdaýly başdaky meýdançanyň gaz akymynyň formulasy lineýlilik funksiýa (Darsiň kanuny) bilen lineýlisiz pudaklarda bolsa lineýlisiz filtrasiýanyň approksimasiýasy hökmünde ulanylan iki agzaly däl-de, logarifmiki funksiýa bilen approksimirlenýär.

Gaz akymynyň mezzo-derejedäki fiziki surety has-da çylşyrymly – gazyň hakyky guýa akşy. Şeýle ýagdaýda adapt boýunça dürli filtrasiýa kanunlaryň amala aşyrylýan gatlak kollektorlarynyň birnäçe meýdançasý [3] belenilýär.

Has daşlanan meýdançalar (guýy okunyndan takmynan $g \geq h$ aralykda, h – gatlagyň galyňlygy) Darsiň kanunynyň töweregindäki pes tizlikli belli bir derejede düzgünleşen ýasy-radial akym bilen häsiýetlenýär.

Aralykdaý meýdançalar $\{h \geq g \geq (2-3)R_g, R_g - \text{guýynyň radiusy}\}$ gatlagyň umumy galyňlygynyň anyklanyş derejesiniň täsiri netijesinde “tok liniýalarynyň” çylşyrymly surety bilen häsiýetlenýär. Bu meýdançada filtrasiýanyň tizlikleri ep-esli artýar we kritiki ululyklara ýetip bilýär (filtrasiýanyň lineýlisiz tertipleriniň amala atmagy).

Prozaboý meýdança ($R_g < g \leq \{2-3\}R_g$) gaz akymynyň kinematikasy boýunça has çylşyrymly. Bu zonada gatlak basyşynyň esasy ýitgileri bolup geçýär, perforasion köwekleriň we kanallaryň uly täsiri duýulýar, filtrasiýa tizlikleri we perforasion kanallardaky gaz akymynyň tizlikleri iň ýokary

derejä (maksimuma) ýetýär. Şunlukda perforasion kanallardaky akymynyň tizligi guýudan daşlaşan gatlakdaky filtrasiýa tizliginden onlarça we ýüzlerde gözek ýokary bolup bilýär.

Ýe.M.Minskiniň we P.P.Markowyň [10, 1956 ý.] örän mazmunly we ýeke-täk eksperimentiniň gözkezişine görä, bu zona gatlak-guýy şeýle çylşyrymly sistemadaky gaz filtrasiýasynyň lineýlisiz deňlemeleriniň esasy (baş) çeşmesi bolup durýar. Belli bolşy ýaly, guý barlaglarynyň dürli tertiplerinde (debitlerinde) gatlagyň dürli meýdançalarynda (zonalarynda) filtrasiýanyň dürli kanunlary amala aşyrylar.

Bu faktorlaryň ählisi filtrasiýanyň stasionar tertiplerindäki gaz guýularyň barlaglarynyň netijeleriniň interpretasiýasyny kynlaşdyrýar, ýagny gaz guýularynyň indicator liniýalarynyň approksimasiýasyny we interpretasiýasyny kynlaşdyrýar. Şulara baglylykda mikro-derejedäki häsiýetnamalardan (jyns kollektorlaryň nusgalary) mezzo-derejedäki (gazyň guýulara akýşy) gaz akymlaryna bolan (massageçişlik) ýeňilleşdirilen geçiş bize “ýüzleý, oýlanyşyksyz” we “antisistemaly” bolup görünýär.

Şunuň bilen baglylykda esasy talaplar gaz guýularynyň indicator liniýalary üçin approksimirleýän gatnaşyklaryň geçilip alynmagyna-da (iki agzaly, derejelik we başg.), olaryň möçbersiz (kriterial) parametrleriň getirilmegine-de bildirilýär.

[11] gaz guýularynyň indicator liniýalarynyň (GGIL) lineýlilik parametrleriniň kömegi bilen lineýlilik approksimasiýasyndan üýtgame bahasynyň usuly getirilipdir.

GGIL-yň lineýlisiz bu parametric şu gatnaşyk bilen

$$\text{häsiýetlenýärdi } \frac{\Delta P^2}{aq} = 1 + \frac{bq}{a}$$

bu ýerde a we $b - q$ debit bilen işleýän gazyň guýa akýşynyň iki agzaly formularyndaky filtrasion gapma – garşylygyň koeffisiýentleri.

$$\frac{\Delta P^2}{bq^2} = \psi(q) = 1 + \frac{a}{bq}, \quad (33)$$

bu ýerde $\Delta P^2 = P_{\text{gat}}^2 - P_z^2$.

(31) mikronusgalardaky filtrasiýa üçin Eýleriň Eu filtrasiýasyny (32) bilen deňeşdirip analogiýasy boýunça $E_{\text{ua}} = \psi(q) = \Delta P^2 / b_q^2$ – Eýleriň “agregat” sanlarynyň düşüňjelerini we gazyň guýa akyşynyň formulasynyň möçbersiz häsiýetnamalaryny almak üçin $Re_a = b_q / \alpha$ – Reýnoldsyň sanlaryny girizmek bolýar.

Şu ýagdaýda (33) ýerine şulary ýazmak bolar:

$$\psi = 1 + (1/Re_a) \quad \text{ýa-da} \quad \psi \cdot Re_a = 1 + Re_a. \quad (34)$$

(34) we (32) formasy boýunça birmeňzeş bolsa-da, emma mazmuny boýunça ýüzde getirilen filtrasiýa kanunlarynyň nusgalarynyň arasyndaky we gazyň guýa akyşynyň nusgasy bilen tapawutlanýar.

Bu ýagdaý Ýu.P.Korotaýewyň we başg. [7] işlerinde gynansak-da, düşündiriligini tapmaly, şonuň üçin mikronusgada alnan Re kritiki sany guýynyň tutuş drenažynyň, töweregine niýetlenen Reýnoldsyň agregat sanyna çalşyryldy.

Bu işde biz GGIL-yň formasýndan garaşlylykdaky Re mahsus sanlary guý derňewleriň gaýtadan işlemegi, netijelerini gaýtadan işlemegiň esasynda öwrenmäge girişdir.

Netijeleri ýokarda getirilen GGIL-y gaýtadan işlemek tutuş indicator liniýasynyň derejeli approssimasiýanyň ulanylmagynda (derňewdäki gaz debitleriň, üýtgemeginiň tutuş diapazonynda) C we N derejeli approssimasiýasynda hemişelik koeffisiýentleriň emele gelyändigini görkezdi. Bu GGIL-yň lineýlisizliginiň debitleriň tutuş diapazonda üýtgemeginde ($N > 1$) parametr bilen ýa-da $\beta = (24/(N^2 + N + 6))^{-2}$ formula boýunça oňa garaşly $\beta(N)$ funksiýa bilen kesgitlenýänligini aňladýar.

$\Delta P^2 = f(q)$ funksiýalaryň korrelýasiýa diapazonynda $q = 0$ -dan $q_0 = \xi q_{ac}$ çenli debitler boýunça derejeli approssimasiýadan iki agzala geçilende ýokarda C, N, β , a we b (13-17,20) koeffisiýentler üçin korrelýasion gatnaşyklar alyndy.

Olaryň esasynda şuny kesgitlemek bolar:

$$\text{Rea}^* = \xi q_{ac} \cdot b / a = (1 - \beta) / \beta. \quad (35)$$

(35) gatnaşyk her bir N mahsus parametrli GGIL-a Kabul edilen korrelýasiýa diapazonyna mahsus bolan Rea^* maksimal sanyň gabat gelyänligini görkezýär: $q = 0 - q_0 = 0 - \xi q_{ac}$. (35) formula boýunça hasaby çykarylan Rea^* aňlatmalary 6-njy suratda getirilen.

Beýleki tarapdan GGIL-yň lineýlisizligi üç parametri: N, β we Rea^* bilen häsiýetlenip bilýär.

Lineýlilik IL-da $N = 1$, $\beta = 1$ we $\text{Rea}^* = 0$; arassa kwadratiki IL-da $N = 2$, $\beta = 0$ we $\text{Rea}^* = \infty$.

Energiýanyň inersion çykdaýjylary (b_q^2) şepbeşikleriňkiden (a_q) 9 esse kän bolmaly ýa-da $N = 1$ we $\beta = 0,1$ bolanda $\text{Rea}^* = 9$; olar bir-birine deň bolar ($a_q = b_q^2$) ýa-da $N = 1,46$ we $\beta = 0,5$ bolanda $\text{Rea}^* = 1$ bolýar.

Inersion çykdaýjylar $\text{Rea}^* \leq \frac{bq^2}{aq} \leq 0,1$ ýa-da $\beta \geq 91$, $N \leq 1,08$ bolanda ujypsyz bolup galýar.

(35) gatnaşygyny derejellik we iki agzaly formulalaryň korrelýasiýasynyň ýokarky (maksimal debit boýunça) çäginin kesgitlejek ξ parametrini geçip alma ugurlarynyň biri hökmündede ulanyp bolýar. Bu ugurda (kriteriýada) derejelik

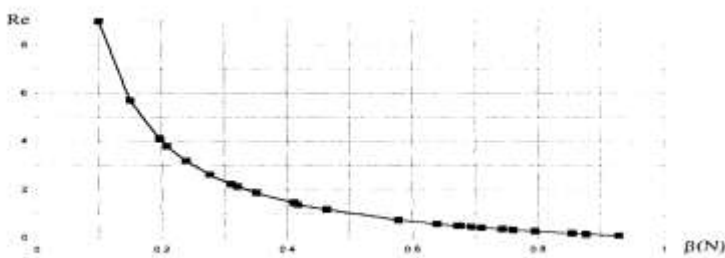
$\left(\frac{1-\beta}{\beta} \right)$ we iki agzaly (Rea^*) formulalar üçin lineýlisiz parametriň birmeňzeşlik usuly amala aşyrylýar, ýagny

$\xi = \left(\frac{1-\beta}{\beta} \cdot \frac{a_d}{b_d q_{ac}} \right)$, bu ýerde: a_d we b_d GGIL-yň iki agzaly

formula boýunça garaşsyz ýagdaýda gaýtadan işlenilmeginde kesgitlenýär.

Rea^* parametriň (35) formula boýunça $\xi = 1$ bolanda çykarylan hasabynyň netijeleri getirilen GGIL-yň maksimal lineýlisizlik parametrleri: $N = 1,77$, $\beta = 0,196$, $\text{Rea}^* = 4,1$ ulalyklara ýetýär. Eger bu guy üçin garaşsyz kesgitlenen $a_d = 1,53$ we $b_d = 0,0346$ koeffisiýentler alynsa, onda (35)

gatnaşyga laýyklykda ξ parametr $\xi = 0,275$ ululyk bilen bahalandyrylar (iki agzaly formula boýunça gaýtadan işlemede absolýut erkin debit 660 m³/gije-gündize deň), ýagny $\xi = 1$ predel ululykdan ep-esli kiçi.



Surat 6. Reýnoldsyň sanynyň $\beta(N)$ parametrden garaşlylygy

Umumy alnanda, bu kriteriýanyň ulanylmagynda ξ parametr ortaça 0,3 ýetip, guýularyň köplüginde $\xi = 0,1-0,76$ çäkleriň aralygynda üýtgeýär.

Şeýlelikde, Reýnoldsyň sanynyň aňlatmasy, filtrasiýanyň mikro-derejedäki eksperimental barlag;arynda filtrasiýanyň lineýlilik kanunyndan lineýlisize geçmesini (Reýnoldsyň kritiki sany), şeýle hem lineýlisizligiň derejesini kesgitleýär. Barlag;aryň köpüsi şepbeşik we inersion düzüjilerden emele gelen iki agzaly kanunyň görnüşinde getirmekligi fiziki taýdan has delillendirilen diýip hasaplaýarlar.

Gaz guýularynyň indicator liniýalarynyň lineýlisizligini approssimirleýin dürli gatnaşyklar (derejelik ýa-da iki agzaly bilen we olara mahsus parametrlr: N – görkeziji, β – koeffisiýent, şeýle-de Reýnoldsyň agregat sany bolan - Rea^* bilen häsiýetlendirip bolýar.

Netije

Gaz guýularynyň önümliligi anyk her bir guy üçin onuň derňewi esasynda düzgünleşen seçip alma usuly (amerikan terminologiýasynda basyşa garşylyk usuly) bilen kesgitlenýän indicator liniýasy bilen (GGIL) häsiýetlenýär. GGIL-yň takyky goşmaça inžener meselelerini taslamak we derňemek üçin ulanylmagy, onuň kesgitlenen approksimirleýän gatnaşyklaryň görnüşinde işlenilmegini talap edýär.

Häzirki wagt has uly meşhurlygy iki approksimirleýän gatnaşyklar: derejelik (daşary ýurtlarda) we iki agzaly (Rossiýada we daşary ýurtlarda) formulalar gazanda Watanymyzda geçirilen tejribede uzak wagtlap bu iki approksimirleýän gatnaşyklaryň arasynda “ýaraşmaşak gapma - garşylyklaryň” pozisiýasy agdyklyk edýärdi.

Şonuň bilen birlikde çap edilen işleriň [1] köpüsinde gazyň hakyky guýularyň zaboýlaryna stasionar akysyny suratlandyrmak üçin hakyky prosesleri gaýtalajak çylşyrymly kompozision nusgalary gurmagyň zerurlygy barada bellenilýärdi. Şeýle nusgalar üçin hat-da iki agzaly formuladan tapawutlanýan gatnaşyklaryň görnüşindäki nazary indicator liniýalar döredilipdir

Şulara baglylykda GGIL-yň gaýtadan işlenmegi üçin ikisiniň-de approksimasiýasynyň artykmaçlyklaryny ulanmak bilen, derejelik we iki agzaly formulalaryň toplumlaýyn öwrenilmegi, ulanylmagy barada işleri alyp barmak doly ygtyýarly bolup durýar.

Getirilen bu işde derejelik (C we N koeffisiýentler) we iki agzaly (A we B koeffisiýentler) formulalarynyň parametrleriniň arasyndaky gatnaşyklary kesgitlemegiň ýörelgeleri we metodikasy hödürlenýär. Bu gatnaşyklar GGIL-y ýokary hilli gaýtadan işlemek we interpretirmek guýularyň önümçiligi boýunça deňşdirilmeginde GGIL-yň lineýlisizliginiň derejesini bahalandyrmaga, önümçilik

gatlagyň işleýän böleginiň agregat parametrlerini bahalandyrmaga mümkinçilik döredýär.

Biziň pikirimizde, hödürlenlen metodikanyň ulanylmagy bilen gaz guýularynyň barlaglarynyň netijelerini täzeden interpretirlemek boýunça uly göwrümlü derňewleri geçirmek zerur.

XVII. GAZY ÖŇÜNDEŇ TAYÝARLAMAGYŇ TILSIMATY

Kükürtli gazýatagyňyň gazlary öz düzüminde turşy komponentleri saklaýarlar. Gazlaryň başlangyç ýagdaýlaryndaky düzümini 0,18 % ob. kükürtliwodorod, 2,7 % ob. kömürturşy gazlary düzýärler.

Gaz ýatagynda gazlary ГОСТ.51-40-93 talaplaryna laýyklykda taýýarlamak we arassalamak üçin ilkinji seperator, aminoly kükürtarassalaýjy, pesýylylykly seperassiýa, sowadyjy sheyle hem kotelni bilen bileleşen giriş nitkalaryndan düzülen toplum gurnaldy.

Kükürtli gazýatagynda XV gatlagyndaky gazlary taýýarlamagy gurnamaklygyň esasy düwüni aminoly kükürtarassalaýjyny gurnamak düzýär, sebäbi haryda öwrülen gazyň düzümindäki kükürtliwodorodyň 20 mg/m³ bolmagyny üpjün etmeli.

Gurnamaň taslama kuwwatlylygy 2,5 mlrd.m³/ýylda. Aminoly kükürtarassalaýjy gurnama bilen tebigy gazlaryň düzüminden kükürtliwodorody bölüp aýýrmak üçin aminalaryň birleşmeleri ulanyldy.

Aminyň regenerasiýa prosesini ýylylygy +165 0C bolan ýiti bug bilen amala aşyrmak göz önünde tutuldy.

Bugy öndürmek üçin ДЕ-25-16 bug öndüriji 4 gazanly kotelni öndürijiligi her gazanda sagatda 25 tonna bolan kotelni gurnaldy. Emma kükürtarassalaýjy gurnama işe goýberilende iki gazanyň işlemegi gurnamaň tehnologiiki düzgünini kadaly üpjün etmeýär.

Gurnamaň durnukly tehnologiiki düzgünde işlemegini üpjün etmek üçin üçünji gazany işe goýbermekligiň zerurlygy ýüze çykdy. Bu hakykatyň sebäbi gazanlaryň taslamadaky kuwwatlylyklaryna (sagatda 25 tonna) çykypbilmeýän dikleri hasaplanýar.

Gazlary kükürtwodorod we kömürkislotaranydan arassalamak prosesiniň başlangyç döwründe sütün görnüşli dik

silindrik absorbere 26 % suwly ergin dietanolamin ДМ bilen rig gazdan absorbsii etmek usuly bilen gurnamalary ulanmaklygy amala aşyrylýär.

Aýlanýan erginleriň ДЭА regenerasiýa prosesi sütün görnüşli dik silindrik desorber bilen basyşyň peselmesi we erginleri ýylatmagyň hasabyna desorbsii usulynda amala aşyrylýär.

Erginlerden desorbsii edilip alynan kömürkislotalar kükürtwodorodly gazlar fakellerde ýakýarlar.

Öňdebaryjy institutlar tarapyndan selektiwnyý absorbent – metildietanolamin gurnamalaryna geçilmegi barada maslahatlar taýýarlandy (МДЭА).

Gurnamalaryň МДЭА geçirilmeginiň netijeleri kanagatlanarly bolup çykdy we çigmallaryň himreagentleriň we energiýalaryň çykdaýjylary pese düşdi.

Kükürtarassalaýyş prosesi häzirki wagtda şu aşakdaky keşpde bolup geçýär.

Gazýygnaýan punktларадn arassalanmadyk gazlar, çig tebigy gaz 3,0 mln. m³/sut möçberinde, basyşy P=53 ata we gyzgynlylygy t= 40 °C turbageçirijiler Du=350 mm arkaly gurnamalaryň separatorlaryna berilýär E-1. separatorда tizligiň üýtgemeginiň hasabyna uglewodorodly kondensatyň we çygly damjalaryň bölünmegi bilen gazlaryň seporasiýasy bolyp geçýär, haýsyda bolsa E-1-nyň aşaky böleginde turbageçirijide Du=80 mm E-1-iň ölçeg derejesine çenli ýygnaanda durnuklylyk gurnamalaryna sowulýär.

Separator E-1-nyň ýokarky böleginde gurnalan gözenekli serpindirijiden geçensoň çig gaz K-1 absorberiň aşaky bölegine ýaryşy ýapyk tarelka arassalanmak üçin hereket edýär.

Häzirki wagtda absorbentiň deregine 30-40 %, ýylylygy +40 °C bolan absorberiň berýän metildietanolamin (МДЭА) ergini ulanylýär.

Absorberde gazyň düzümindäki turşy komponentleri (H₂S we CO₂) ýuwutma bolup geçýär. Arassalanan tebigy gaz

absorberiň ýokarysyndan apparatyň ýokarky böleginde gurnalan gözenekli damjaserpikdirijiniň üsti bilen arassalanan gazyň separatoryna E-2 geçýär, ol ýerde absorberden äkidilen ergininiň damjalary MДЭА bölünip aýrylýar.

Separatoryň suwuk fazasy ýygňalan ölçeginde erginiň buferindäki gaba E-6 gaýdyp gelýär. Separatordaky E-2 arassalanan faz apparatyň ýokary böleginde gurnalan gözenekli damjasüzüjiniň üsti bilen pestemperaturaly gazy aminaly arassalaýjy separator gurnamasyna (HTC) guradylmak üçin girýär. Erginleriň aýlanmasy MДЭА şu shema boýunça amala aşyrylýar.

Regenerirowat edilen ergin MДЭА ýygnaýjydan E-6 turbageçirijiden $D_u=500$ mm sentrobež nasosyna H-5 berilýär, onuň kömegi bilen $P=25$ ata basyşy bilen aýlandyryjy nasosa H-1 berilýär.

Ondan soň MДЭА ergini $P=56$ ata basyşy bilen turbalaryň arasyndaky boşluklaryň iki parallel kožuhotrübçatyý aýlawdaky suwlar bilen sowadylýan sowadyjylara X-1, soňra ýylylygy $t=40$ °C absorbere K-1, 12-nji we 24-nji gaplara berilýär. Nasos H-1 bilen absorbere erginleriň MДЭА sarp edilişi häzirk wagtda sagatda 150 m^3 töweregi möçberinde saklanýar.

Absorberiň gazanyndan K-1 turbageçirijä $D_u=300$ mm, goýy ergin derejäni deňleýjiň üsti bilen ekspanžere girýär ol ýerde ergindäki erän gazlaryň desorbsiýasy MДЭА bolup geçýär, ol ýerden pes basyşly fakelde ýakmak üçin bölünip çykarylýar.

Ekspanzerde aminiň goýy ergini “amin-amin”T-1 yzgiderli herekete getirilýän 4 rekuperatiwnyh kožuhotrübçatyh teploobmennikleriň turba boşluklaryna girýär, desorberiň gazanyndan K-2 turbalaryň arasyndaky boşluklardan T-1 regenerirowannyý aminiň akymy bilen ol ýerde $t=105$ °C çenli gyzdyrylýar we desorbere K-2 regenerasiýa berilýär.

Basyşyň peselmeginiň we gyzdyrylmagynyň hasabyna desorberde goýy erginden gazyň düzüminden alynan turşy komponentler desorbirowat edilýär.

Desorberiň gazanyna ýylylyk bermek gyzdyrylmagyň we iki sany dik kožuhotrubçatyý bugardyjy T-2 amina erginini bugartmagynyň hasabyna amala aşyrylýar, gyzgynsaklaklaýjyň deregine bolsa kollektor sebitiniň bugardyjyň turbalarynyň boşlyklaryna berýän $P=6$ artykmaçlyklary basyşy we 165°C ýylylygy bolan suwyň bugy ulanylýar.

Suwukbugly garyndy bugardyjyň ýokarysyndan desorberiň ýapyk gabyna berilýär.

Turşy gazlar suwyň bugy bilen garyndyly desorberiň ýokarysyndan 3 sany parallel işleýän howa kondensatorlaryna-sowadyjylara Xb-2 girýärler, ol ýerde suwyň kondensasiýasy bilen $t=+60^{\circ}\text{C}$ çenli sowadylýar.

Suwukgazly garyndy aralyk separatora E-4 girýär, ol ýerden suwuklyk turşy gazlaryň separatoryna girýär, buggazly suwuklyk bolsa kožuhotrubçatyý suw sowadyjynyň X-2 turbaara boşlyklaryna sowadylmak üçin berilýär.

Suwuk gazly garyndy sowadyjydan X-2 separatora E-3 girýär, şu ýerde turşy suwlar bilen turşy gazlaryň gutarnykly bölünmesi öndürilýär.

Turşy gaz separatoryň E-3 ýokarysyndan pesbasyşly fakelde ýanmak üçin çykarylýar. Turşy suwlar E-3-den H-2 nasos bilen desorberiň gaplaryna K-2 flegmy görnüşinde dolanyp gelýär, ol ýerde ýylylygyny amina erginleriniň göni akymyna berýär. Ondan soň regenerirowannyy amin 3 sany narallel işleýän sowadyjylara XB-1 sowatmak üçin berilýär, suw sowadyjylardan T-1/3 geçýär we $t=40^{\circ}\text{C}$ ýylylykda ergin ýygnaýan ýere ДЭА E-6 geçýär.

Kükürtli gazýatagynda XV gatlak boýunça gazlary kükürtliwodoroddan, kömürkislotasyndan arassalamak, soňundan ony daşamaga taýýarlamak maksady bilen OCT-51.40-83 gabat gelýän çyglylykdan guratmak we suwuk

uglewodorodlary kondissiýalaryna ýetirmek üçin gurnama niýetlenendir.

Kükürtli gazýatagynda gurnalanan kompleks XV gatlagyň gazlaryny arassalamak we taýýarlamak häzirki wagtda OCT 51.40-80 harytlyk gaz amin, ДЭГ, ammiak himreagentler bilen üpjün edilende OCT 51.40-83 talaplaryny üpjün edýär.

Sistema esasn bekdençsiz işleýär. Harytlyk gazlaryň düzümini kükürtliwodorod 20 mg/m^3 azyrak, gazkondensatyň utilizasiýasy $14,0 \text{ g/m}^3$ ýakyn, häzirki potensialy $18,4 \text{ g/m}^3$, ýagny utilizasiň derejesine gabat gelýär 70 % ýakyn.

Kükürtli gazýatagyndaky bar bolan kompleks örän göwnejaý boldy we eger-de OCT 51.40-93 soňra-da öz täsirinde galsa, gazy arassalamakda we taýýarlamakda tehnologiýa üýtgeşmeler hödürlenmeýär. Kükürtli gazýatagynda kükürtsiz gatlaklardan gazçykarylyşy gazakdyryjy ežektorlaryň kömegi bilen çykarylýar, kükürtli gatlaklaryň gazlary ýokarybaslyly gazlar bolup hyzmat edýärler. Kükürtsiz gatlakdan gazçykarylyşy şu derejede $300\text{-}400 \text{ m}^3/\text{sut}$ üýtgeşme durýar.

17.1. Gazy kükürtli wodoroddan arassalamagyň usullary

Gaz, gazkondensat we nebit ojaklardan alynýan hemme tebigy gazlaryň düzüminde kükürtli wodorod bar. Kükürtli wodorod ýokaryzäherli posladyjy komponent bolany sebäpli tebigy gazlary magistral gazgeçirijä ibermekden ön garyndalardan arassalamaly.

Tebigy gazlary suwuk we gaty ýuwudyjylaryň (sorbentleriň) kömegi bilen sorbsiýa (ýuwudylma) usuly boýunça kükürtli wodoroddan arassalaýarlar.

Tejribede köplenç ýagdaýda has ygtybarlylyk hökmünde absorbsion usullary giňden ulanylýarlar. Absorbsion usulyň esasy ýetmezçiligi arassalanýan gazyň sorbentiň buglary bilen hapalanmagy bolup durýar. Alynýan

komponentleriň pes parsial basyşlarynda we zerur bir çuňňur arassalanmada absorbsion usuly ulanylýarlar.

Absorbsion usulynyň yetmezçilikleri – arassalanma prosesiniň yzygiderliligi, absorbentleriň öňki ýagdaýyna getirmeginiň gymmat düşmegi. Absorbentleriň esasy yetmezçilikleri ekspluatasiýa döwründe, haçanda köp garyndyly gaz arassalananda ýuwudyjylyk ukybynyň peselmegi bolup durýarlar.

Absorbsion usullary şertleýin iki sany topara bölüp bolýar: fiziki we himiki absorbsiýa.

Fiziki absorbsiýa

Fiziki absorbsiýada ergindäki molekulalaryň özara täsirleri köplenç ýagdaýda Wan-der-Waalsyň güýçleri arkaly bolup geçýärler. Fiziki absorbsiýa üçin hemişe suwy, ereýän gaz bilen täsir etmeyän organiki erginler – elektrolit dälleri we olaryň suwly erginlerini ulanylýarlar. Erginde gazyň konsentrasiýasy köp bolmadyk ýagdaýynda (X_0) we az bolmadyk parsial basyşlarda ereýjiligiň basyşa bolan baglylygyny Genriniň kanuny esasynda beýan edilýär:

Himiki absorbsiýa

Himiki absorbsiýada (hemosorbsiýada) suwuklykda erän gazyň molekulalary absorbentiň aktiw komponenti bilen täsir edip başlaýarlar. Esasan bular ekzotermiki we ters taraply täsirlere degişli, şonuň üçin erginiň temperaturasy ýokarlananda emele gelen himiki birleşme başdaky komponentleriň bölünip çykmagy bilen dargayar.

Erginiň ýuwudyjylyk ukyby himiki täsiriň deňagramlylygynyň hemişeligine uly möçberde bagly bolup durýar. Bu ýagdaýda ereýjiligiň basyşa bolan baglylygy fiziki absorbsiýaňkydan çylşyrymlyrak.

Eger-de B hemosorbentiň ergini arkaly A gaz absorbirlenende $nA+mB=kC+lD$ (n,m,k,l – stehiometriki koeffisiýentler) täsiri amala aşyrylanda, deňagramlylyk hemişeligi şuna deň bolar:

$$k_r = \frac{\left(\frac{k}{n} \cdot X_x\right)^{\frac{R}{n}} \left(\frac{l}{n} \cdot X_x\right)^{\frac{l}{n}}}{\left(A - X_x\right) \left(B - \frac{m}{n} \cdot X_x\right)^{\frac{m}{n}}} = \frac{\left(\frac{k}{n}\right)^{\frac{R}{n}} \left(\frac{l}{n}\right)^{\frac{l}{n}} X_x^{\frac{R+1}{n}}}{\left(A - X_x\right) \left(B - \frac{m}{n} \cdot X_x\right)^{\frac{m}{n}}} \quad (1)$$

bu ýerde X_x – deňagramlylyk şertinde B hemosorbent bilen täsir eden A gazyň mol mukdary.

Fiziki absorbsiýadan aýratynlykda B hemosorbsiýada ereýjilik ýylylygy ΔH ýokary; şoňa görä-de ereýjilik temperatura bagly bolup durýar. Erän gazyň konsentrasiýasy az boldugyça, şonça-da ereýjiligiň moldaky ýylylygy ýokary bolýar. Şonuň üçin gazyň az konsentrasiýasynda regenerirlenen ereýjilerde temperaturanyň aşak düşmegi bilen erginiň ýokarky böleginde onuň basyşy birden peselýär. Şol ýagdaýda fiziki absorbsiýaňkydan has çuňňur arassalak bolýar.

Osorbentň ýuwudyjylyk ukyby köplenç halatda basyşa az bagly bolup durýar, şonuň üçin hemosorbsiýa gazdaky garyndylaryň az konsentrasiýasynda has amatly. Ýokardaky agzalan zatlara görä hem osorbentleriň regenerasiýasyny basyşyň peselmegi dälde, temperaturanyň ýokarlanmagy arkaly amala aşyrmalydygyny aýtsaň bolýar.

Alynýan komponentiň mukdary ulaldygyça, hemosorbsiýa energiýanyň sarp ediliş derejesi ýokarlanýar. Şeýlelikde garyndylaryň ýokary konsentrasiýasynda basyşy peseldip, absorbenti regenerirläimizde birinji stupendäki fiziki absorbsiýany we ikinji stupendäki hemosorbsiýany öz içine alýan iki basgançakly shemalary ulanmaklyk maksada laýykdyr.

Sorbentleriň häsiýetnamasy

Hemişe tebigy gazdan kükürtli wodorod aýyrlanda ondan uglerodyň iki okisi hem bölünip çykýar (eger ol gazyň düzüminde bar bolsa).

Sorbentleriň hökmünde etanolamin, natriýniň fenolýaty, fosfatyň üç kaliýi, ammiakyň, aminokislotalaryň duzlary, sodanyň erginleri, ammoniýiň sulfid-biosulfityň suwly erginleri ulanylyp, absorpsion usullary has giňden ýaýrandyrlar. Kä wagat gazy H_2S -dan, CO_2 -dan arassalamakdan we çyglylykdan guratmakda bilelikde bir usuly ulanýarlar. Şonda düzüminde 10-30 % monoetanolamin, 45-85 % dietilenglikol we 5-25 % suw bolan glikolaminly ergin ulanylýar. Bu usul H_2S -ň konsentrasiýasyny 5 mg/m^3 we suw bugynyň gyrawlanma nokadyny $-10^\circ C$ çenli peseltmäge mümkinçilik berýär. Bu usulyň ulanylmagynda ýokary poslanmagyň (regerirleme $145-147^\circ C$ bolup geçýär) hem-de sorbentiň uly ýitgileri zerarly çäklenmeler bar.

Haçan-da gazyň düzüminde kükürtli wodorod köp mukdarda bolanda, arassa kükürdi almaklyk amatly bolanda, sorbent hökmünde natriýiň ýa-da ammiakyň tiomyşýak duzlarynyň suwly erginlerini ulanýarlar.

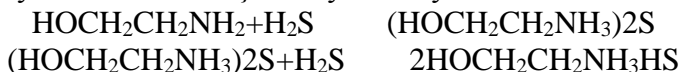
Gazyň azrak mukdary kükürtli wodoroddan düýpli arassalananda hek süýdini $Ca(OH)_2$, kaustiki sodanyň erginleriniň absorpsiyasyny, margansow-turşy kaliýi ulanýarlar. Bu usulda ýuwudyjylary regenerirlenmesiz bir gezek ulanýarlar. Bulary ýönekeý regenerasion arassalanmadan soň arassalanmaklygyň ikinji stupeni hökmünde ulanýarlar.

Tejribede düzüminde kükürtli wodorodyň mukdaryna garamazdan, gaz ep-esli möçberde arassalananda monoetanolaminiň ($HOCH_2CH_2NH_2$) ýa-da dietanolaminiň ($(HOCH_2CH_2)_2NH$) suwly erginleriniň absorpsiyasy giňden ulanylýar. Kä wagat üçetanolaminiň ($(HOCH_2CH_2)_3N$) erginlerini ulanýarlar. Etanolaminlar aşgar häsiýetine eýedirler,

olar sulfidlary we biosulfidlary emele getirip, kükürtli wodorody gowy özüne siňdirýärler.

Etanolaminyň suwly erginleri tebigy gazlary H_2S -dan düýpli arassalamaga ukyplary bolany sebäpli giňden ulanylýarlar.

Turşy gazlaryň we monoetanolaminyň arasyndaky umumy özara täsirleri aşakdakylardan ybarat:



Etenolaminlar arkaly gaz arassalananda gowy netijeleri gazanyp bolýar, haçan-da onuň düzüminde H_2S -ň ýa-da CO_2 -ň komponenti bolan ýagdaýynda, sebäbi gazyň düzüminde CO_2 bolanda H_2S -ň ereýjyligi peselýär we tersine.

17.2 Kükürtli kânindäki işläp duran bug üpjünçilik ulgamynyň derňewi we aminly kükürt arassalaýjy desgasyndaky aminyň regenerirlenmesi

Häzirki wagt Türkmenistanda üç sany ojakda tebigy gazy kükürtden arassalanmak üçin amin desgasy ulanylýar: Döwletabat ojagynda dört sany blok; Demirgazyk Balguýy we Kükürtli ojaklarynda – ýekeje desga.

Gazy kükürtden arassalamaklykda amin usullarynyň okislenme usullaryndan has ygtybarlydygy olaryň iş prosesinde ýüze çykarylady. Bu desgalarda absorbent hökmünde dürli aminlary ulanýarlar. Meselem: Döwletabat-3 kâninde – monoetanolamin; Demirgazyk Balguýy kâninde – monoetanolamin ; Kükürtli kâninde bolsa metildietanolamin ulanylýar. Bu desgalaryň hemmesinde gazy kükürtden arassalamagyň tilsimaty deň, diňe aminyň regenerirlenme usullary aýry bolýarlar.

Demirgazyk Balguýy we Kükürtli kâninde regenerirlenme prosesinde aminy gyzdirmek üçin belli bir temperaturaly bugy ulanýarlar, Döwletabat-3 kâninde bolsa ýylylyk äkidiji –ýag ulanylýar. Bugy kotelnıý desgasyndan

alýarlar, gyzgyn ýylylykăkidijini bolsa – gyzdryjy peçden. Aminyň regenerirlenmesiniň her bir usulynda öz ýetmezçilikleri we aýratynlyklary bar. Bugy kondensasiýa ukyby bolany sebäpli az bolmadyk ýylylykgeçiriji üstlerde ýylylykçalyşma prosesini asmala aşyryp bolar. Butaýda bellemeli zadyň biri aminyň regenerirleme prosesinde bug ulanylanda bugly kondensat amin erginini taýýarlamak üçin hem ulanylýar. Bu hem tilsimat prosesiniň dogry bolup geçmeginde uly orny tutýar.

Häzirki wagt Kükürtli kăniniň AKAD-da aminy regenerirlemek üçin bug ulanylýar. Onuň üçin otaýda öz döwründe dört sany ДЕ-25-10 ГМ suw gyzdryjy gapdan ybarat bolan kotelniý guruldy, olaryň hersiniň önümlerijiligi sagatda 25 t bug alynýar. Başda otaýda ýylda 3 mlrd.m³ (8,6 mln.m³/sut) arassalamak üçin üç sany suw gyzdryjy gap işleýärdi.

Häzirki wagt Kükürtli kăninde 3,0 mln.m³/sut kükürtli gaz alynýar, ýöne aminy regenerirlemek üçin öňki ýaly üç sany suw gyzdryjy gap işleýär. Arassalanýan gazyň mukdary 2,5 esse peseldilse-de, işleýän suw gyzdryjy gaplaryň sany şol durşuna dur, sebäbi bug üpjünçilik ulgamy desganyň häzirki ýagdaýyna gabat gelmeýär.

Kükürtli kănindăki amin arkaly kükürt arassalaýjy desgasy XV gatlagyň 2,0 mlrd.m³/ýyl (5,7 mln.m³/sut) mukdaryny arassalamak üçin 1984-nji ýylyň Bitaraplyk aýynda işe girizildi. Berlen gazyň 0,2 % golaý kükürtli wodorod we 2,7 % kömürturşy gaz bardy. Arassalanan gazda H₂S-ň mukdary 20 mg/n.m³-dan (0,0014 %) uly bolmaly dăl. Aminyň regenerirlenme prosesini ýiti bug bilen (temperaturasy 165 °C golaý) amala aşyrmak göz öňüne tutulýar. Bugy öndürmek üçin, hersiniň öndürilijiligi 25 t/sut bolan, dört sany ДЕ-25-14 suw gyzdryjy gaplardan ybarat bolan senagat kotelniýsi guruldy. Kotelniý desgasy aminly kükürt arassalaýjy desgasyndan 500 m aralykda ýerleşýär. Bugy aminly kükürt arassalaýjy desgasyňa ibermek üçin

uzynlygy 500 m bolan 530x5 diametrli buggeçiriji we 500 m uzynlykly 219x4 diametrli turbageçirijisi guruldy. Olaryň kömegi bilen bugkondensaty aminly kükürt arassalaýjy desgasyndan kotelnýa iberilýär. Taslama boýunça 1-nji kotelniýdaky bugyň basyşy $5,5 \text{ kg/sm}^2$ golaý, temperaturasy $+165^\circ\text{C}$ golaý bolmaly. Aminly kükürt arassalaýjy desgasyň kotelniýdan aýrylmagy zerarly iş ýerinde bugyň basyşy $2,5 \text{ kg/sm}^2$, temperaturasy $+140^\circ\text{C}$ barabar boldy.

Kükürtden arassalama prosesi üçin, taslama görä, dört sanysynyň ýerine iki suw gyzdyryjy gaby ulanmaklyk ýeterlikdir. Olaryň ikisiniň öndüriljiligi 50 t/sag bug.

Aminly kükürt arassalaýjy desgasynda absorbent hökmünde sarp ediljiligi 200 t/sag bolan dietanolamin reagenti ulanylýar.

Ýöne kükürt arassalaýjy desgasy işe goýberlenden soň iki sany suw gyzdyryjy gaplaryň işleýşi desganyň işlemeginde kadaly tilsimat düzgünini üpjün edip bilmeýändigini anyklanyldy. Desganyň işleýiş tilsimat düzgünini amatly ýagdaýda saklamak üçin üçünji suw gyzdyryjy gaby işe girizmek zerurlyk ýüze çykarylady. Sebäbi suw gyzdyryjy gaplar taslama boýunça bellenen 25 t/sag kuwwatlygynda işläp bilmediler.

Kotelniý desgasyň kadaly iş düzgüniniň döredilmegi başda ýygy-ýygydan bolup geçýän bozulma işleri esasynda gaty çylşyrymlaşýar. Bu bozulmalar suw gyzdyryjy gaplaryň uly temperaturada suwy buga öwürýän turbasynyň içki böleginde yzy-yzyna joşgun emele gelmegi esasynda döreýärler.

Joşgun emele gelmeginiň önüni almak üçin kotelniýde ionçalyşma prosesine esaslanan ýörite suwy ýuwanediji taslanan desaga oturdylyp guruldy. Ol iki tilsimat sapaklardan ybarat bolan iki stupenli natriý kationitli filtr gönüşindedir. Sapagyň biri hemişe suwy ýuwanediji düzgüninde bolmalydy, beýlekisi – regenerasiýada ýa-da ätiýaçda.

Ionitli filtrleri regenerirlemek üçin ýörite ulgam guruldy. Ol berk duzlanan suwuklyklary taýýarlaýan toplumdan, ežektor garyndysynyň esasynda işçi erginden, sorujy hojalygyndan, hem-de duz hazynasyndan ybarat. Ionitli filtrleri regenerirlemek üçin tebigy duzy ulanyldy. Regenerirlenmä gerek bolan berk duzlanan suwuklygyň dykyzlygy $1,15 \text{ g/sm}^3$ bolmaly, işçi erginiň dykyzlygy $1,05 \text{ g/sm}^3$. Kükürtli kâniniň suwdiwary üçin berlen suwuň ýogynlygy – $7,5 \text{ mg-ekw/l}$ deň. Ýuwanladylan suw $0,01 \text{ mg-ekw/l}$ ýogynlyga gabat gelmelidir. Şeýle derejä çenli ýuwanladylan suw kotelniýiň uzak, bozulmasyz iş ýagdaýynyň üpjün etmelidir. Ýöne özleşdirmegiň başlangyç döwründe köplenç ýogynlyk doly aýrylmaýardy. Bu bolsa desganyň köpmöçberde bug öndürýändigini sebäpli ýuwanediji desganyň suwy ýuwanediji suw gyzdyryjy gaplaryň talaplaryny kanagatlandyрмаýandygy bilen düşündirilýär. Ionly filtrler basym doýup, renenerirläp ýetişmeýärdiler.

Bug kondensatyň ýitgilerini azaltmak boýunça geçirilýän çäreler käbir derejede kynçylyklary çözdüler, ýöne suw gyzdyryjy gaplary hemişe ýöriteleşdirilen brigada bejerýärdi.

Şeýlelikde suw gyzdyryjy gaplary ulanylanda uly iş we maddy çykdajylary talap edýärdi (tapdyrylmaýan kotelniý turbalary, olar köplenç ýanýardylar).

Kükürtli kâniniň tebigy gazyny arassalamagyň we guratmagyň tilsimaty Zawerdy Mubarekskiniň DGIŽ-ň we Orenburg DGIŽ-ň gaz arassalaýjy usuly boýunça özleşdirildi.

Tebigy gazyň kükürtli wodoroddan arassalama prosesi desganyň ulanylşynyň başlangyç döwürlerinde kolonna görnüşli dik silindriki absorberde 26% -li dietanolaminyň (DEA) suwly ergini bilen çig gazy absorbirlemek usuly ulanylýar.

Sirkulirlenýän duran DEA erginiň regenerirleme prosesi basyşyň peselmegi hem-de kolonna görnüşli dik silindrik desorberde bug arkaly erginiň gyzdyrylmagy esasynda

desorbsiýa usuly bilen amala aşyrylýar. Erginden desorbirlenen kömürturşy kislotalar, kükürtwodorod gazlary fakelda ýakylýardylar.

Soňky ýyllarda 1987-nji ýylda ВНИИГаз we ТФ “Союзгазтехнология” tarapyndan aminly kükürt arassalaýjy desgasy boýunça geçirilen umumy barlaglarynyň netijesinde desgada saýlanyp alynan absorbente – metildietanolaminy (MDEA) ulanyňp başlanmagy maslahat berildi we eýýäm işe girzildi.

Bu üýtgemeler položitel baha eýe boldylar. Desganyň öndürijiligi 1,5 esse köpeldi, ýagny onuň öndürijiligi 200 t/sag amin sirkulirlenip işlände 2,0 mlrd.m³/ýyl-dan 3,0 mlrd.m³/ýyl çenli ýokarlandy. Şeýlelikde, şol wagtdan bäri Kükürtli kâniniň AKAD-da (aminly kükürt arassalaýjy desgasy) absorbent hökmünde saýlanyp alynan MDEA absorbenti ulanylýar.

2003-nji ýylda Kükürtli kâniniň XV-nji kükürtli gatlagyndaky gaz çykarylşy 3,0 mln.m³/sut çenli peseldi, ýagny kändäki bolup geçýän üýtgemeler esasynda 2,5 esse peseldi.

Häzirki wagt MDEA ergininiň sirkulýasiýasy şu shema boýunça bolup geçýär: MDEA-ň regenerirlenen ergini $D_y=500$ turbageçirijisi boýunça E-6 ýygnaýjydan H-5 okly sorujysyna iberilýär. Onuň esasynda $P=2,5$ kg/sm² basyş bilen MDEA-ň ergini H-1 sirkulýasion soruja barýar. Onsoň MDEA-ň ergini 50 kg/sm² golaý basyşda aýlanyp gelýän suw bilen sowadylýan iki sany paralell birikdirilen X-1 daşy gaplanan turba görnüşli sowadyjylaryň (häzirki wagt X-1 sowadyjysy işlemeýär) turbaara giňişligine sordurlyp iberilýär we $t = + 40$ °C temperaturada K-1 absorbera akdyrylýar. Häzirki wagt erginiň sarp edijiligi 150 m³/sag barabar bolýar.

K-1 absorberyň kubyndan $D_y=300$ turbageçirijisi boýunça doýgun ergin K-1 derejäni sazlaýdyjysyndan E-5 ekspanzera barýar. E-5 ekspanzerinde basyşyň 45 kg/sm²-dan 6 kg/sm² çenli pese düşmegi esasynda MDEA-ň ergininden erän gazlary desorbirleýärler. Ol gazlar fakelda pes basyşda ýanmaklyga iberilýärler. Ekspanzerdan aminyň doýan ergini

zyygider birikdirilen dört sany T-1 “amin-amin” ýylylykçalşyjylaryň turba giňişligine barýar. Taslama görä, ters ugurda gönükdirilýän ýylylykçalşmanyň netijesinde K-2 desorberiniň kubyndan T-1 turbaara giňişligine barýan regenerirlenen aminyň akymy esasynda ergin we $t = + 105^{\circ}\text{C}$ (hakykysy $+ 70^{\circ}\text{C}$) temperatura çenli gyzdrylýar we regene-rirlenmek üçin K-2 desorberiniň 23 sany tarelka iberilýär. K-2 desorbery

S-görnüşli elementli 23 sany dört akymly kontakt tarelkaly kolonna görnüşli apparatdyr. Basyşyň peselmegi we aminyň gyzdrylmany esasynda desorberdaky doýgun ergindäki gazlardan alynýan turşy komponentleri desorbirlenýärler.

Desorberyň kubyna ýylylygyň eltilmegi taslama boýunça iki sany dik daşy gaply turba görnüşli bugardyjylarda amin ergininiň böleginiň bugarmagy we bug arkaly gyzdrylmany esasynda bolup geçýär. Ýylylyk äkidijisi hökmünde taslama boýunça $P = 6 \text{ kg/sm}^2$ basyşly we $t = + 165^{\circ}\text{C}$ temperaturaly suw bugy ulanylýar. Ol seh kollektoryndan bugardyjylaryň turbaara giňişligine iberilýär (häzirki wagt iş ýerinde bugyň basyşy $2,5 \text{ kg/sm}^2$ deň, temperaturasy bolsa $+145^{\circ}\text{C}$). Kotelniýdaky öndürilýän bugyň möçberi häzir 45 t/sag golaý (haçanda üç sany suw gyzdryjy gap işlände).

Ugly suwuklyk garyndysy bugardyjynyň ýokarsyndan sessiz tarelkanyň üsti bilen desorbere iberilýär.

Garyndydaky turşy gazlar suwuň buglary bilen desorberiniň ýokarsyndan üç sany paralell işleýän Xh-2 howa kondensator- sowadyjlara barýarlar, otaýda olar suwuň kondensirlenmegi bilen $t = + 60^{\circ}\text{C}$ temperatura çenli sowadylýarlar. Gazsuwuk garyndysy E-4 aralyk separatora barýar, otaýda suwuklyk turşy gazlaryň separatorlaryna barýar, gyzdrylýan garyndy bolsa X-2 daşy gaplanan turba görnüşli suwly sowadyjynyň turbaara giňişligine ýene sowadylmak maksady bilen barýar. X-2 sowadyjysyndan gazsuwuk garyndysy E-3 separatora baryp, iň soňky gezek turşy suwuň

we turşy gazyň bölünmesi bolup geçýär. Turşy gaz E-3 separatoryň ýokarky böleginden pes basyşly fakelda ýanmaga iberilýär. Turşy suw E-3 separatordan H-2 sorujysy arkaly K-2 desorbertyň 23-nji tarelkasyna flegma hökmünde gaýdyp gelýär.

Aminyň regenerirlenen ergini K-2 kubyndan $+120 \div +125$ °C temperaturasy bilen T-1 turbaara giňişligine barýar. Otaýda ol öz ýylylygyny aminyň doýgun erginiň akymyna barýar. Onsoň regenerirlenen amin üç sany Xh-1 howa sowadyjylaryna öňünden sowadylmak üçin iberilýär we T-1/3 suwly sowadyjysyna baryp, $t = +40$ °C temperaturada MDEA ergininiň E-6 ýygnaýjysyna barýar.

Gazy amin arkaly kükürden arassalaýjy desgasy Kükürtli klaniniň baş gurnalmalarynyň meydançasynda B-8074 edaranyň işçi çyzyglary boýunça (“Giproazarassalaýyş” taslama instituty) gurnap oturdylan. Bu taslama 1977-nji ýylda ýerine ýetirildi. Taslamanyň baş inženeri ýol. W.S. Ýakowlew.

Kükürtli klaniniň BG-ň sehara setlerine desganyň birikdirilmegi Saratow şäheriniň “ВНИИГаздобыча” institutynyň işçi çyzyglary esasynda bolup geçdi. Amin arkaly kükürden arassalanan gazyň pes temperaturaly separasiýa desgasyň separasiýa desganyň taslamasy 1978-nji ýylda “ВНИИГаздобыча” instituty bilen ýerine ýetirildi. Taslamanyň baş inženeri ýol. W.Ýa. Belýaýew.

Häzirki wagt bu desga 19 ýylyň dowamynda ulanylyp gelýär. Desganyň üsti bilen gaz çykdaýjysynyň 2,5 esse peselmegine garamazdan, bugyň sarp edilmesi şol bir derejede galýar.

17.3. Kükürtli kâniniň AKAD-da gazy kükürtli wodoroddan arassalamak üçin sirkulirlenýän absorbentiň optimal mukdaryny hasaplamak

Absorberýň regenerirlenme prosesinde ulanylýan bugyň mukdary ilki bilen sirkulirlenýän absorbentiň mukdaryna bagly. Bu absorbent bolsa öz gezegine gazyň düzümindäki turşy komponentleriň konsentrasiýasyna, gazyň sarp edilmegine we aminyň konsentrasiýasyna bagly bolup durýar. Öňde belenilşi ýaly, häzirki wagt Kükürtli AKAD-da arassalanýan gazyň mukdary $3,0 \text{ mln.m}^3/\text{sut}$, onuň düzümindäki $\text{H}_2\text{S} = 0,2 \%$, $\text{CO}_2 = 2,7 \%$ deň.

Bu kân özleşdirmegiň ahyrky döwründe işleýär we gaz çykarylşynyň pese düşüp başlamagy mümkin. Bu iş amala aşyrlanda GKS-sy bolmadyk ýagdaýynda gaz çykarylşy $2,5 \text{ mln.m}^3/\text{sut}$ golaý deň bolar. 2004-nji ýylda kükürtli gaz üçin GKS-ny işe girizilmegini maksada maksada goýulýandygyny hasaba alsak, arassalanýan gazyň mukdary $3,0 \text{ mln.m}^3/\text{sut}$ bolar diýip nygtaýarys. Ýönekeý hasaplamalara görä başlangyç döwürde $8,6 \text{ mln.m}^3/\text{sut}$ gazy arassalamak üçin MDEA-ň sirkulirlenýän 40% -li ergininiň sarp edililigi 200 t/sag bolýan bolsa, onda $3,0 \text{ mln.m}^3/\text{sut}$ gaza MDEA ergininiň gerek bolan

$$\text{mukdary} \quad q_s = \frac{3 \cdot 250}{8,62} = 87 \text{ t / sut.} \quad \text{Ýöne bu}$$

hasaplamamyz gödek bolup durýar we ony prosesiniň himiki tarapyny ulanyp, başga hasaplamalaryň esasynda hökman anyklamaly. Aşakda şol hasaplama geçirilýär. Öňde belenilşi ýaly Kükürtli kâniniň gazyny kükürtli wodoroddan arassalamak üçin H_2S -y ýa-da CO_2 -ni saýlap absorberleýän tejribeler arkaly saýlanyp alynan metildietanolamin (MDEA) absorbenti ulanylýar. Onuň saýlap almagy gaz bilen erginiň birleşme wagtynyň dowamlylygyna bagly. Eger ergini absorberiniň 24-nji tarelkasyna ugrukdysak, özara birleşmesiniň pursatynyň dowamlylygy esasynda ol gazy diňe H_2S -dan däl, eýsem CO_2 -den hem arassalaýar. Bu ýagdaýda arassalamak

prosesi üçin gerek bolan erginiň mukdary hem köpeliýär. Geçirlen tejribä görä, ergini absorberyň 24-nji tarelkasyna gönükdirimizde arassalanan gazyň düzüminde 0,45 % kömürturşy gazy bar, haçan-da ergini absorberyň 12-nji tarelkasyna iberimizde arassalanýan gazyň düzüminde CO_2 -ň konsentrasiýasy 1,7 % deň boldy. Gazy eksporta ugratmak şertnamasyna görä, arassalanýan gazda CO_2 -ň mukdary 1,5 %-den ýokary bolmaly däl. Eger biz erginiň akymyny 12-nji we 24-nji tarelkalarynyň arasynda akdyrsak, onda gazy CO_2 -den ýokardaky agzalan arassalaýyş derejesine ýetirmek aňsat düşer. Eger-de arassalanan gazyň düzüminde CO_2 -ň konsentrasiýasy 1,5 %-den ýokary bolsa, onda 24-nji tarelka iberilýän erginiň mukdaryny ýokarlandyryrlar. Şonda arassalanan gazdaky kömürturşy gazyň düzümi peseler.

Şeýlelikde, sirkulirlenýän erginiň gerek bolan mukdaryny hasaplamak üçin berlen gazyň şeýle düzümini kabul edýäris:

$\text{H}_2\text{S}=0,2 \%$, $\text{CO}_2 = 1,3 \%$. Bu bolsa MDEA ergininiň gazy H_2S -den 0,2 %-e we CO_2 -dan 1,4 % çenli arassalaýandygyny aňladýar. Diýmek biz
$$\frac{\text{CO}_2}{\text{H}_2\text{S}} = \frac{1,4}{0,2} = 7$$

MDEA-ň erginini siňdirilýäris. Ýagny ýene-de siňdirlen CO_2 -ň 7 sany molekulasy H_2S -ň 1 molekulasy gabat gelýär. Ergindäki MDEA-nyň konsentrasiýasyny aslynda agramy boýunça 45 % çenli saklap bolýar. Biz bolsa ergindäki MDEA-nyň konsentrasiýasyny agramy boýunça 35 % edip alyarys. Regenerirlenen ergindäki turşy komponentleriň mukdaryny 0,02 mol/mol alýarys, doýgun erginde bolsa 0,45 mol/mol. Onda MDEA-ň turşy komponentleri ýuwudyjylyk ukyby 0,43 mol/mol deň bolar.

MDEA-ň molekulýar massasy 119,2 deň bolar. Bu bolsa erginiň her tonnasynda $1000 \times 0,35 = 350 \text{ kg}$ MDEA ýada $350:119,2 = 2,93 \text{ mol}$ MDEA bolardygyny aňladýar. Öňde belleýşimiz ýaly turşy komponent boýunça MDEA-nyň

ýuwudyjylyk ukyby 0,43 mol/mol deňdir. Bu bolsa MDEA ergininiň bir tonnasy $0,43 \times 2,93 = 1,260$ mol turşy komponentleri özüne siňdirmegini aňladýar. Ýokardaky hasabymyza görä, ondaky degişlilik $\text{CO}_2:\text{H}_2\text{S}=7$ deň. Bu bolsa MDEA erginiň turşy komponentlerden özüne siňdiren her bir 8 molekulasyndan 7 molekula CO_2 -a we 1 molekula H_2S -a düşýändigini aňladýar. Onda MDEA ergininiň bir tonnasy $1,260 : 8 = 0,1575$ mol mukdardaky H_2S -y absorbirlär, bu bolsa H_2S -ň $0,1575 \times 24,04 = 3,786 \text{ m}^3$ mukadaryna deň (arassa görnüşinde). H_2S -ň şonça mukdaryny

$(3,786 \times 100):2 = 1893 \text{ m}^3$ möçberdäki berlen gazyň düzümidе болмалы. Berlen gazyň (3 mln. m^3/sut) bir sagatdaky sarp ediligi $125000 \text{ m}^3/\text{sag}$, oňa bolsa sirkulirlenýän erginiň $125000 : 1893 = 66 \text{ t/sag}$ mukdary gabat gelýär. Eger MDEA ergininiň konsentrasiýasyny agramy boýunça 40 % deň edip alsak, onda sirkulirlenýän erginiň mukdary $(66 \times 35) : 40 = 58 \text{ t/sag}$ bolar. Ätiýaçdan sirkulirlenýän erginiň mukdaryny 70 t/sag edip alýarys. Birnäçe ýyl mundan öň Kükürtli käniniň AKAD-da MDEA ergini absorberyň 12-nji tarelkasyna iberilýärdi. Onda desga gazy berlen 2,7 %-li CO_2 -n 1,7 %-na çenli arassalaýar, H_2S -n bolsa doly arassalaýar. Şonda arassalanýan gazyň sarp edilýän mukdary 4,5 mln. m^3/sut golaý bolýar, aminyňky bolsa – 150 t/sag.

Häzirki wagt apparatlaryň gurluşy $9,0 \text{ mln. m}^3/\text{sut}$ sarp ediligine gaza gabat gelmeýändigі sebäpli 150 t/sag möçberdäki MDEA erginini absorberyň 12-nji tarelkasyna ibermeli bolýarys. Şonda amin bilen gazyň bilelikdäli özara täsirleriniň dowamlylygy 2 esse ýokarlanýar. Bu ýgdaýda desga gazy berlen 2,7 %-li CO_2 -n 0,45 % çenli arassalap başlady. Onda H_2S bilen MDEA-ny birleşdirmek üçin erginiň düzüminde az ýer galýar, biz aminyň sarp ediligini ýokarlandyrmaly bolýarys. Hakyky hasaplamalara görä, CO_2 -ň arassalanşyny 1,3 % edip çäklendirsek, onda sirkulirlenýän erginiň gerek bolan mukdary

70 t/sag deň bolardy. Häzirki wagt gazy eksporta iberilmegi sebäpli, gazy H_2S -n we CO_2 -n arassalamagyň talaplary berkidilýärler. Täze talaplara görä (2004-nji ýylyň başyndan bäri), harytlyk gazyň düzüminde H_2S -ň mukdary 5 mg/m^3 –dan ýokary bolmaly däl, CO_2 -ň mukdary bolsa 1,5 % - n uly bolmaly däl. Şonuň üçin biz entäk MDEA-ň konsentrasiýasy 35 % bolanda aminyň sarp edijiligi 70 t/sag bolan ýagdaýynyň tarapdarlary. Şonuň bilen bilelikde ergindäki MDEA-ň konsentrasiýasy 35 %-n 40 % çenli ulalanda gazy CO_2 -n arassalanýş hili we desgadaky arassalanýan gazyň mukdary ýokarlanar.

XVIII. SENAGAT DERÑEWLERI GEÇIRLENDE POSLAMA PROSESINE GÖZEGÇILIK ETMEĞİN USULLARY

Poslama gözegçilik serişdelerine we ingibitor gorawynyň effektiwligi hökmünde şular ulanyldylar:

1. Grawimetriki usul bilen umumy poslamany kesgitlemek üçin nusgalyklar. Umumy poslamasynyň barlagyny 40x20x2 mm ölçegli polat plastinkalarynda (Ст.20, С-75) geçirdiler. Gaýkanyň kömegi bilen 1 m uzynlykly plankalarda gurnalan nusgalyklar derňelýan guýularyň üstlerinde gurnalýardylar. Derňewdwn öň we soň nusgalyklar umumy kabul edilen usullara görä özgerdilýärdiler, poslama tizligi agram ýitgisi boýunça hasaplanýarlar.

2. Nawodoražiwaniýe prosesine gözegçilik etmek üçin 65Г marganes poladyndan ýasalan sim nusgalyklary. Belli bolşy ýaly, kükürtwodorod sredasynda işleýän gazsenagat enjamlarynda poladyň çyglanmagy bolup geçýär, bu bolsa owranmaklyga we metalyň posly jaýrylmagyna getirýär.

Çyglylygyň derejesi guýynyň üstünde ýerleşen simly nusgalyklary esasynda kesgitlenýärler, ol derňelýan metal nusgalygy gyzdyrlanda, ondan bölünip çykan diffuz-hereketli wodorodyň mukdaryny hromatografiki ölçemek üçin priboryň kömegi bilen laboratoriýa şertlerinde derňelýär.

Pribor şulardan ybarat (sur. 1):

- derňelýan nusgaly işleýji öýjügi, ol şol bada hem dozirleýji gurnama bolup durýar;
- öýjügi gyzdyrmak üçin mikromufel peçi;
- hromatograf.

Wodorodyň metaldan bölünip çykmagy 30 minut aralygynda 700 0C temperaturada geçirilýär. Enjamyň gurluşy 1 gr metalda 0,0005 sm³ ölçemäge ýardam berýär.

3. Demir ionyň çykýandygyny kesgitlemek üçin guýydan çykýan gatlak suwunyň barlagyny almak. Suwuň

alnan nusgalygynda demir ionlarynyň düzümi trilonometriki usul bilen kesgitlendi.

18.1. Poslamadan ingibitor arkaly goramak

Kükürtli käni üçin umumy içki poslamadan goraýan poslama garşy ingibitorlary saýlap bolar.

Poslama garşy ingibitor hökmünde orta Aziýa we Orenburgdaky guýularda derňelip geçirilen Л-1-А, СГ, ИКИПГ we И-25-Д ingibitorlar maslahat berilýär. Turbadaş giňişliginden guýynyň agzysynda üznüksiz merkezleşdirilen ingibitorynda 50 g/müň m³ çenli suw goýberilýär.

Pakeriň aşagyndaky düýpýaka enjamlary goramak üçin ýokarda agzalan poslama ingibitorlaryny ulanmaklyk maslahat berilýär.

XV gatlagyndan kükürtwodorodly gaz suwlanma ýagdaýyndaky ýokarda ýerleşýän kükürtsiz önümlü gatlaklardan geçip alnanda poslamadan goramak meselesi XV gatlagynyň ýerzemindäki enjamlary goramaklyga ýetýär. Şonuň üçin hem posdan goramagyň meselesinde ýokarda agzalan ingibitory ulanmak bolar.

Bu ýagdaýda poslama ingibitorlary üznüksiz “SKT” arkaly guýynyň düýbine gönükdirilýärler. Şonda “turbalaryň” içki iş üstüniň we daşky (iş) üstüniň gorawy edilýär. “Turbanyň” iş üstleri perforasiýanyň ýokarky derejesinde paker bilen berkidilip, “NKT”-nyň ýokarky böleginiň izolirlenmegini, kükürtwodorodly gazdan goralmagyny üpjün edýär.

Ulanylýan kolonna aşakdan paker bilen goralýar, turbadaş giňişligindäki üsti sementirleýji agregatlar arkaly ingibitor bilen doldurulyp, goşmaça goralýar.

18.2. Kükürtli kâninde (XV) ingibitor gorawynyň ýagdaýy

Häzirki wagt kändäki guýularyň enjamlaryny poslamadan goramak üçin IĲA-320 gönükdiriji agregatlaryň kömegi bilen guýynyň turbadaş giňişligine gazkondensatyň 5 % konsentrsiýasynda “H-1-A”, “Gazohim”-3 ingibitorlaryň galyndylary gönükdirilip edilýärler.

Kändäki guýularyň alynýan önümünde poslama agressiwligini kesgitlemek üçin we geçirilen ingibitor işleriniň effektivligini barlamak üçin 02-05.2004 ý. döwründe №№ 405, 407, 429, 439 guýularynda poslama barlaglary geçirildiler.

11.02.2004 ý. senesinde №№ 405, 407 guýularynda 2 m³ göwrümde gazkondensata 3 % ergini bilen “H-1-A” inhibitory guýynyň turbadaş giňişligine IĲA-320 agregaty bilen gönükdirilýär. Bu guýularyň üstünde ýörite plankalarda umumy poslama üçin nusgalyklar goýuldylar we çyg çekmä sim nusgalyklary oturdyldylar.

Umumy poskamanyň tizliginiň bahasynyň we çyglylyk derejesiniň tizliginiň bahasyny almak üçin №№ 429, 439 guýularda nusgalyklar goýuldylar.

Nusgalyklaryň alynşy döwürleýin edildi (18.03.2004 ý., 15.05.2004 ý), bu bolsa poslama prosesiniň kinetiki öwrenişine bagly bolup durýar. Edilen derňewleriň netijeleri 6-njy tablisada görkezilen.

18.1-nji tablisadan görnüşi ýaly, № 405 guýy boýunça nusgalyklaryň (C-75) esasynda poslamanyň tizligi 0,005 mm/ýyl deň. Ekspozisiýa wagty 864 sagat. Barlag möhleti 2256 sagada çenli ýokarlananda poslamanyň tizligi 0,046 mm/ýyl deň. Nusgalyklar (Cт.20) boýunça poslamanyň tizligi 0,011 mm/ýyl deň. Barlag wagty 1392 sagat.

Ingibitor bilen işlenelen № 407 guýy boýunça poslama tizligi ekspozisiýa 864 sagat wagtynda 0,017 mm/ýyl, 2256 sagat barlagda 0,019 mm/ýyl deňdir. Nusgalyklar (Cт.20) boýunça poslamanyň tizligi 0,04 mm/ýyl deň. Barlag wagty

1392 sagat. Poslama tizliginiň bahalary № 407 guýysynda 13,8 m/s deň bolan, № 405 – 4,0 m/s deň gaz akymynyň ýokary tizligi bilen baglanyşkly. Nusgalyklar (C-75) boýunça poslama tizliginiň esasy bahalary 0,008-0,023 mm/ýyl deň. Çyg çekme derejesi 4,6-5,8 sm³/100 g aralykda üýtgeýän. Matalda wodorodyň matallurgik düzümi 3-5 sm³/100 g Me deň. Kükürtli kâniniň guýysyndaky suw önümi derňelende (IX.1 jedwel) demir ionynyň çykma bahasy 25-37 mg/l çäginde tapýarlar. Alnan netijeler laboratoriya žurnalynyň maglumatlary bilen razylykda ojakda ýerleşýärler.

Belli bolşy ýaly, kükürtwodorody bolanda poslama prosesiniň intensifikasiýasy poslama önüminiň täsiri bilen baglanyşkly. Şonuň üçin hem kükürtwodorodly sredalarynda poslama derňewleriniň dowamlylygy baradaky meselesi wajyp orny tutýar. Poslama prosesiniň kinetikasy öwrenilende düzüminde 0,27 % H₂S we 2 % CO₂ bolan atmosferada poladyň poslamagy wagta görä üýtgeýär. Köp işlerde 100-180 günden soň poslama tizliginiň birbada ulalmagy bolup geçýär, muňa poslamanyň port önümleriniň bölünmegi sebäp bolup biler.

Benziniň, suwuň we kükürtwodorodyň buglarynda metal derňelende käbir ýuwaşama döwründen sooslama prosesi 60 sutkalap aktiwirlenýär, üç aý barlag döwründe poslamanyň tizligi 0,3 g/(m² . sag) ýetendigi mälim boldy. Poslamanyň ösmegi metalyň üstünde posyň port önümleriniň emele gelmegi bilen gabat gelýär.

Başlangyç döwürde käbir sredada bellenilen poslamanyň peselmegi metala direýän gatlanjygyndaky elektrolityň pH üýtgemegi, hem-de goraw täsirli metalda döreýän sulfidiň ýukajyk gatlagy esasynda bolýar. Soňabaka bu gatlanjyk dargap, katod elementi bolan poslamanyň önüminiň port gatlagy emele gelýär. Ol wodorodyň bölünmeginiň güýjenmesini peseldip, metalyň eremeginiň anod reaksiýasynyň tizligini ulaldýar, ýagny poslama prosesini ýokarlandyryr.

Galwanobugyň we FeS emele gelmegi polady biraz diffundirleýän wodorod atomynyňbölünmegine sebäp bolýar. Kükürt we onuň ionlary polatda, esasan turşy sredasynda wodorodyň diffuziýasyna sebäp bolýar.

Sredanyň hereketlenmegi poslama tizligini hereketsiz Sreda seredeňde birnäçe esse ulaldýar. Sebäbi metalyň üstüne agressiw komponentleriň gelmegini ulaldýar we pos önüminiň gatlagynyň bitewligini dargydýar.

Geçerilen derňewleriň netijelerine görä, poslama proses: pos önüminiň – sulfidiň ýukajyk gatlagy, emele gelmegine bagly. Bu bolsa öz gezeginde derňew işiň dowamlylygyna we flýuid akymynyň tizligine bagly bolup durýar.

Tablisa 18.1

Tekiz meýdançalarda we ýerli garşylykly meýdançalarada poslamanyň maksimal derejesiniň we poslama tizliginiň hasap bahalary

№ t/ b	№ guýy	Poslama nyň maksim al derejesi ρ _p , mm/ýyl	K ₂ koeffesiýenti		ρ _p = K ₁ · K ₂ · ρ _p , mm/ýyl	
			Tekiz meýda nçada	Ýerli garşyly kly meýda nçada	Tekiz meýda nçada	Ýerli garşylyk ly meýdanç ada
1	405	0,74	0,2	0,6	0,12	0,36
2	407	0,86	0,6	1,0	0,41	0,69
3	429	0,99	0,4	0,6	0,32	0,32
4	439	0,72	0,2	0,5	0,29	0,12
5	401	1,16	0,4	0,6	0,37	0,37
6	402	0,82	0,4	0,6	0,26	0,39
7	418	0,38	0,2	0,5	0,06	0,15
8	413	0,30	0,2	0,5	0,048	0,12

Tablisa 18.2

Poslama derňewleriň döwründe (11.02.04-15.05.04)
nugalyklar boýunça poslama tizliginiň we çyg çekmegiň
derejesiniň bahalary

№ gu ýy	Ingibi toryň ady we onuň göwr ümi, m ³	Ingibi toryň konse ntrasi ýasy	Nugalyklaryň senesi		Eks poz isiý a wa gty, sag at	Posla manyň tizligi, mm/ý yl	Çyg çekm egini ň derej esi, sm ³ /1 00 g Me
			goýula n	alna n			
40 5	И-1- А, 2 m ³	3 %	11.02.0 4 (C- 75)	18.0 3.04	864	0,005	
			11.02.0 4 (C- 75)	15.0 5.04	225 6	0,0046	4,8
			18.03.0 4 (Cт- 20)	15.0 5.04	139 2	0,011	5,1
40 7	И-1- А, 2 m ³	3 %	11.02.0 4 (C- 75)	18.0 3.04	864	0,017	
			11.02.0 4 (C- 75)	15.0 5.04	225 6	0,019	5,8
			18.03.0 4 (Cт- 20)	15.0 5.04	139 2	0,041	
42 9	Fon		11.02.0 4 (C- 75)	18.0 3.04	864	0,023	

			11.02.04 (C-75)	15.05.04	2256	0,020	5,3
			18.03.04 (CT-20)	15.05.04	1392	0,025	
439	Fon		11.02.04 (C-75)	18.03.04	864	0,0123	
			11.02.04 (C-75)	15.05.04	2256	0,0081	
			18.03.04 (CT-20)	15.05.04	1392	0,021	4,6

Tablisa 18.3

Kükürtli kânindäki guýularyň suw önüminde demir we hlor ionlarynyň düzümi

№ guýy y	Nusgalaryň alnan senesi	Dykyzlygy, g/sm ³	Demir we hlor ionlaryň düzümi	
			Fe++, mg/l	Cl–, g/l
405	11.02.2004	1,007	28,57	4,999
407	11.02.2004	1,001	25,71	0,698
429	26-28.06.2004	1,010	Yzlary	5,406

18.3. Poslama ingibitorynyň goraw täsiriniň effektivligini derňeýän laboratoriya işleri

Derňew obýektleri hökmünde häzirki wagt kände ulanylýan “И-1-А” poslama ingibitory, hem-de “Түркменгаз” ДК-ň hödürlän “Оринкор” (Orenburg, Russiýa), “Сонкор” (Ufa, “Неftehim” zawody) ingibitorlary işlenildiler.

Poslama ingibitorynyň effektivligi ВНИИГаз oýlap tapan laborator standart bolmadyk gurnamada geçirilip barlandy.

Gurnamanyň $0,15 \text{ m}^3$ (250) göwrümlü göniburçlyk şekilli kamersy bar, ol elementiň üsti bilen deň ýaýramagy elektrik hereketlendirijisi esasynda hereketlendirýän wentilýator arkaly edilýär. Temperaturanyň hemişeligi relesazlaýjynyň we kontakt termometriň kömegi bilen geçirilýär.

Posly sredasy (suwuklyk) 0,5 l aýna bankasyna guýulýar, gapagy syk ýapylmaly. Gapagyň ortasynda ýapyjy gurnama oturdylyan. Bankanyň gapagynda iki deşik bar, biri termometri gurnamak üçin, bwyłwkisi – aýna turbasy üçin. Gapagyň ortasyndan bankaň içine poslamaýan polatdan ýasalan garyjy goýberlen, hem-de nusgalyklary asmak üçin gapaga iki sany polat illirgeji berkidilen agressiw suwuklygy kronşteýna birkidilen МIII-2 görnüşli elektrik motoryň kömegi bilen nusgalyga görä herekete getirilýär. Nusgalyklar bilen amatly işlemek üçin gurnamanyň konsentراسiýanyň içinde stol bar. 40x20x2 mm ölçegli we 9,5 mm deşigiň diametri bilen Ст.20 polatdan ýasalan, öňünden taýýarlanylýp, goýlan nusgalyklar (2 sany) tejribe temperaturasyna çenli (15-20 mm) gyzdyrylmak üçin gurnamanyň kamerasynda goýulýarlar. Onsoň bu gatlaýjyklar ingibitoryň goraw plýenkasyny almak üçin reagentiň erginine goýberolýarlar. Soň iki gatlaýjyklar asylýp, 30 minutyň dowamynda tejribe temperaturasynda ingibitor gatlagynyň berkitmek üçin goýulýarlar. Wagty dolan soň gatlaýjyklar poslama-agressiw sredasy bankanyň içine goýulýarlar, we 650 aý/min aýlaw tizliginde elektrik motoryny

işe girizýärler. Hemme ýagdaýlarda tejribe wagty 6 sagada barabar. Tejribäniň ahyrynda polat gatlajyklary işlenilýärler, we agram ýitgidi boýunça poslama tizligi hasaplanýär, \.

Ýokarda agzalan reagentleriň häsiýetnamalary we laboratoriya derňewleriniň netijeleri 1, 2, 3 goşmaçada ýazylan. Laboratoriya barlaglarynyň derňewine görä, 5 % konsentrasiýaly “H-1-A” inhibitoryň goraw täsiri – 65 %, 3000 mg/l çykdaýjyly “pürkme” usulynda ol 39,5 % deň boldy. Inhibitoryň pes goraw häsiýetleri berlen inhibitoryň dowamly saklanylyş möhletine bagly.

“Orinkor”, “Sonkor” poslama inhibitorlarynyň goraw we tilsimat häsiýetleriniň geçirlen derňewleriň netijeleri olary Kükürtli kâniniň (XV) guýularynda senagat-tejribe işlerini geçirmekde ulanmaga maslahat berilýär.

XIX. SUWLANÝAN GAZ GUÝULARYŇ TEHNOLOGIKI IŞ DÜZGÜNI

Gurluşy boýunça ýumrulýan dag jynslaryndan düzülen suwda ýüzýän kánleriň gaz guýulary ulanylanda çägäniň sowrulmasy, hat-da örän az depresiýada düýbe ýakyn zonanyň dag jynsynyň naprýaženiýasynyň üýtgame ýagdaýyna garamazdan düýbe ýakyn zona suwyň gelmegi bilen başlaýar.

Bular ýaly ýagdaýda gaz guýysynyň tilsimat iş düzgünini, dag jynsynyň berk dälilik häsiýetiniň şertine dälde, suw alan şertine esaslanyp hasaplamaly.

Suwyň konusynyň döremeginiň hasabyny etmek üçin, gaz suw kontaktynyň kesiminiň dinamiki üstiniň şertine seredip gatlak fluidiniň süzilme deňlemeler ulgamyny hasaplamak zerurdyr.

M.Masketanyň gipotizasy giň gerime eýe boldy, ýagny ol konus emele gelmeginiň diňe haçanda gaz-suw kontaktyna oňa ýeňil suwyklyk tarapyndan golaýlaşylanda basyşyň gradiýentiniň agyrylyk guýjiniň ugry boýunça agyr suwuklygyň γ_2 udel agramyndan uly bolmadyk ýagdaýynda mümkindigini görkezýär.

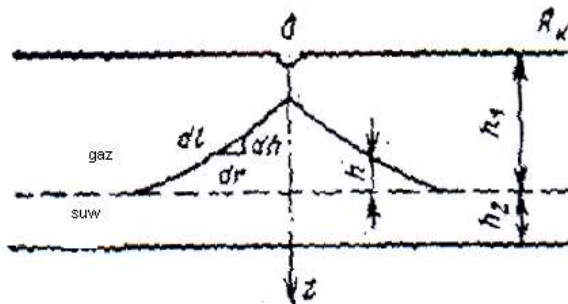
$$(\partial p / \partial z) |_{z=h \leq \gamma_2} \quad (1)$$

Emma, konus döremegi bilen baglanşykly meseleleriň takmynan çözgidini almaklyga mümkinçilik berýän bu şert, alynýan çözgütleriň dogry fiziki traktowkasy üçin ýeterlik dälidir. (1) gatnaşyk konus görnişinde bölümiň dinamiki araçäkleriň bolmagy gerek we ýeterlik şertidir. Emma (1) şert onyň üçin oňa golaýlaşmada mydama aşagyndan we ýokarsyndan ýerine ýetirilýän başlangyç kese araçäkleriň tebigi bozylmasyny kesgitlemek başartmaýar (1) şert konslaryň bolmagy çäkleriniň ýokarky çägi bolup durýar, konus emele gelmegi bolsa, haçanda bölünmegiň araçäginin az bölünmeginde oňa ýeňil suwyklyk γ_1 tarapyndan ýakynlaşmada indiki deňsizlik ýerine ýetirilýär diýip subut etmek mümkin.

$$(\partial p / \partial z) |_{z=h > \gamma_1} \quad (2)$$

(2) şertiň M.Masketiň gipotizasyňa goşmaça hokminde erkin öýjikli sredada konus emele gelme meselesini çözmeklik üçin ýeterlik dälidiği anykdyr, diňe guýularyň iş düzgüniniň konusly görnişiniň we öýjikli gurşawynyň süzüjilik häsiýetnamalarynyň nähili bolanlygyna garamazdan, ýeňil suwyklyk tarapyndan araçäğine golaýlaşmada basyşyň gradiýentiniň agyrlýk güýjiniň ugry boýunça (1) we (2) deňsizlikler bilen çäklenýändigini tassyklamak mümkin, ýagny 1-nji suratdaky

$$\gamma_1 \leq (\partial p / \partial z) \leq \gamma_2 \quad (3)$$



Surat 1. Konusyň modeli.

Şeýlelik bilen, (I) deňsizlik arkaly basyşyň gradiýentine ýüklenilýän çäkledirilme öýjikli gurşawlarda konusyň bolmagynyň fiziki esaslandyrylan subutnamasy bolup hyzmat edip biler we käbir çäklerde olaryň tebigi döreýişini açyp biler. Bölji çäginin deformasiýasyna we konusyň emele gelmesine basyşyň düzüji kese gradiýentiniň we filtrasiýa tizlikleriniň düýpli täsir edýänligini hem hasaba almaklyk zerurdyr.

Suwda ýüzýän känleri işläp taýýarlamak taslamasynyň takyk meseleleriniň dogry fiziki we matematiki goýluşy we çözülişi üst kesimiň görnüşiniň, basyşyň onuň gradiýentiniň paýlanmagynyň, öýjükli gurşawyň süzülme häsiýetnamalarynyň we guýy bilen diňe ikisuwyklyklaryň birini saýlap alynanda süzülmaniň tizliginiň arasyndaky aragatnaşyklary indiki umumy deňleme alyndy

$$\frac{\mu_1}{k_{1z}} W_1 - \frac{\mu_2}{k_{2z}} W_2 = (\gamma_1 - \gamma_2) \frac{\partial h}{\partial r} \left[\sqrt{1 + (\partial h / \partial r)^2} \right] / \left[v + (\partial h / \partial r) \right]$$

$$\begin{aligned} & \left. \sqrt{\left(\frac{\partial p}{\partial r}\right)^2 + v^2 \left(\frac{\partial p}{\partial z} - \gamma_1\right)^2} \right|_{z=h} - \left. \sqrt{\left(\frac{\partial p}{\partial r}\right)^2 + v^2 \left(\frac{\partial p}{\partial z} - \gamma_2\right)^2} \right|_{z=h} = \quad (4) \\ & = (\gamma_1 - \gamma_2) v \frac{(\partial h / \partial r) \sqrt{1 + (\partial h / \partial r)^2}}{v + (\partial h / \partial r)^2}, \end{aligned}$$

Bu ýerde $V = Kz/Kr$ –süzüjilik boýunça anizotropiýa parametrleri W , W_2 , γ_1 , γ_2 , M_1 , M_2 - filtrasiýanyň deňişli tizlikleri, ýeňil we agyr suwyklyklaryň dykzlygy we şepbeşikligi, h -konusyň beýikligi, P -kesimiň araçägindeki basyş.

(4) umumy şertli gaz suw kontaktynyň dinamiki üstüniň islendik nokady üçin deňdir, (1), (2), (3) aňlatmalar bolsa olaryň hususy ýagdaýlary bolup durýar.

Suwda ýüzýän gatlakda guýa nebitiň ýa-da gazyň akymynyň takyk meselesini çözmekde, aragatnaşygyň deňlemelerini ýa-da ýol berilýän ýönekeýleşdirilen fiziki traktowkaly, olaryň hususy ýagdaýlaryny ulanmaklyk gerekdir. Göni-den göni guýynyň aşagynda kesimiň araçäklerinde deformasiýanyň meselelerini derňemeklik, konusyň beýikligindäki çatrygyndaky aragatnaşyk deňlemesini birinji ýakynlaşdyrmada indiki görnişde ulanmaklyk mümkin

$$\left. \frac{\partial p}{\partial r} \right|_{r=0} \approx 0; \quad \left. \frac{\partial p}{\partial z} \right|_{z=h} - \gamma_1 = \Delta \gamma \frac{(\partial h / \partial r) \sqrt{1 + (\partial h / \partial r)^2}}{v + (\partial h / \partial r)^2}. \quad (5)$$

Kritiki konusyň ýokarsyndaky süzülme tizligi.

$$W_1 = (\gamma_2 - \gamma_1) k z / \mu_1. \quad (6)$$

Eger guýynyň debiti çäkli ýol berilmeden, ýagny kritikiden kiçi bolsa, onda konus emele gelýär, ýagny onyň depesinde basyşyň gradiýenti agyr suwyklygyň udel agramyndan kiçi bolar, gazyň tizligi bolsa (6) deňleme

boýunça kesgitlenilen, ululykdan kiçi bolar we onyň hasaplamasy üçin öňünden konusyň burçyny tapmak gerekdir. Emma, tejribe agramyň we güýjenme meýdanynyň meňzeş dälliginiň ulalmagy bilen gowşak sementleşen çägeler (pesçnikler) öz berkligini ýitirýändiklerini we täze ýagdaýa geçýändiklerini görkezýär, ýagny onda güýjenmeleriň arasyndaky gatnaşyk. Klonyň berklik kriteriýasy bilen kesgitlenýär.

$$\sigma_1 = 2S_0 \operatorname{tg} \alpha + \sigma_3 \operatorname{tg} 2\alpha, \quad (7)$$

bu ýerde σ_1 we σ_3 – has uly we has kiçi absalýut ululyk boýunça esasy täsirli guýjenme, S_0 – süýşme berkligi; a – bozulma burçy, $a = 0 - 25^\circ$. $\pi + 0,5\theta$, θ – süzülmäniň içki burçy. Bu ýagdaý σ_1 we σ_2 esasy güýjenmeleriň arasyndaky göni çyzykly gatnaşyk bilen häsiýetlenýär. Emma deformasiýanyň ulalmagy bilen dag jynsynyň berkligi adatyça peselýär we mydamalyk S_0 we tg özleri deformasiýanyň funksiýalary bolýarlar.

Gelejekde ýönekeýlik üçin göni çyzykly ýagdaý bilen çäkleneris we dag jynsy egriliginiň kriteriýasy bilen ornaşdyrylan, dag jynsy belli bir çäge çenli maýyşgak alyp barýar diýip hasap ederis.

S_0 we tg parametrleri medamalyk kabul ederis, bolmasa olaryň ähmiýeti tekiz zonada degişli ululyklardan tapawutlanyp bilerler.

Meýdanlaryň polýar simmetriýasy ýagdaýynda fluidiň basyşy we dag jynsynyň mehaniki güýjenmeleri σ_r , σ_a , σ_φ esasy bolarlar köwekleriň üstünde bolsa Kloýyň kriteriýasy aşaky görnüşe eýe bolar.

$$\sigma_a = 2S_0 \operatorname{tg} \alpha \quad (8)$$

Beýleki bir tarapdan, tekizlik teoriýasynyň deňlemeleriniň çözgidinden fluidiň akymynyň ýoklygynda eýe bolýarys

$$\sigma_{\alpha} = -\frac{3}{2} \frac{\mu}{1-\mu} (q - p_0); \quad \mu = \frac{1}{3} \quad \text{ýagdaýda} \quad (9)$$

Çeýelige ýakyn çäkde

$$\sigma_{\alpha} = -\frac{3}{2} (q - p_0). \quad (10)$$

Konsolidirlenen çägeler üçin $S_0 < 0,1$ MPa; $\alpha = 13/36 \cdot \pi$ şeýle hem, (8) deňlemäniň sag bölegi 0,35 MPa kiçi bolup çykýar we köp ýagdaýlarda deňlemäniň sag böleginden kiçidir, yz ýanyndan egrilik zonasy hatda fluidleriň akymalarynyň ýoklygynda hem, ýagny guýynyň işe başlanmagyna çenli köwekleri emele getirip biler.

Suwsyz debitiň ululygyny hasaplamak üçin mydamalyk galyňlykly izotroply gatlag serederis. Diýeliň, dyklylyklary we şepbeşiklikleri boýunça dürli bolan, grawitasion gata eýe bolan, iki sany suwyklyk bilen doýgynlaşan ýeňil suwuklygyň ornaşdyrylan, saýlanyp alynmasy bolsa ýarym sfera görnüşli düýpli guýy bilen amala aşyrylýar.

Onda islendik az ornaşdyrylan debitde $Q_1 \neq 0$ agyr suwyklygyň konusy emele gelýär, ýagny guýynyň üsti düýbine urukdyrylan, ýeterlik görnüşine eýedir.

Basyşyň gradiýenti konusyň üstünde oňa ýeňil suwuklyk tarapyndan golaýlaşmada $[\gamma_1, \gamma_2]$ kesimleriň ähmiýetleriniň birini kabul edýär, şeýle hem onyň çäk bahasy debit bolup durýar $Q_1 = 0$, $Q_1 = Q_k$, beýleki bir tarapdan emele gelen konusyň şol bir wagtda akymyň göni çyzygy bolup durýanlygynda, onda ýeňil suwyklygyň tizligi gutarnyksyzdan başga, kesimiň üstiniň erkin nokadynda $W_1 \neq 0$. Tizlik guýynyň, okundan saýlanan nokat näçe daş bolsa, şonçada kiçidir.

Onda konusyň üstünde ýeňil suwuklygyň tizligini we onyň görnüşini baglanyşdyryjy, guýynyň okundan käbir aralykdan r_1 başlap $\partial h / \partial r$ birlikden ujyply kiçidir, şonyň üçinem (9) deňleme guýydan daşlykda indiki görnüşe eýedir:

$$W_1 = \frac{k_{1r}}{\mu_1} (\gamma_1 - \gamma_2) (\partial h / \partial r). \quad (11)$$

Beýleki bir tarapdan kämil däl gaz guýularynda suwyklyk dikelmesi alynanda guýynyň okyndan r_2 , gatlagyň islendik nokadyndan alynan filtrasion tizlikden başlap formula boýunça kesgitlenilýär, ortalýkdan tapawutlanýan, aralygyň mydama barlygy mälimdir

$$W_1 = \frac{Q_1}{2\pi r_2 h_1}, \quad (12)$$

Şeýle hem ,eger ýokarda getirilen iki aňlatmanyň dogry bolmagyndan başlap, r_1 , r_2 aralyklardan has ulusyny saýlasak, onda çylşyrymly bolmadyk özgerdilmelerden soň gatnaşyk deňlemesini alarys

$$Q_1 = \frac{\pi k_{1r} \Delta \gamma}{\mu_1} (h_1^2 - h_K^2) \quad (13)$$

Emma (13) formula boýunça ýeňil suwuklygyň saýlanylmagy bilen dörän, konusyň hakyky beýikligini h_K kesgitlemek mümkin bolmaýar. Görkezilen kesgitsizligi düzetmeklik üçin ekwipotensiýal üstiň, üstünden konusyň depesine kritiki tizlik üçin (12) aňlatmadan peýdalanyp alarys

$$Q_1 = 2\pi k_{1r} h_K^2 \Delta \gamma. \quad (14)$$

(7) we (8) formular boýunça alynan debitleri deňeşdirip, akyndan konusyň beýikligine çenli aralygy, şeýle hem mümkinçilik berýän kritiki konusyň beýikligini taparys

$$h_K = \frac{h_1}{\sqrt{3}} \quad (15)$$

Şol bir sanda izotroply gatlakdan ýeňil suwuklygyň saýlanylmagy bilen emele gelen, kritiki konusyň beýikligi diňe galyňlyga göni baglydyr we sferiki guýularyň radiusyna we gatlagyň kollektorlyk hasiýetnamasyna bagly dälendir çäkli

ornaşdyrylan debiti hasaplamak üçin formula şol (15), (13), we (14) deňlemeleriň islendigine goýulmagy bilen alynýar we ol ýagdaýlary ikisinde-de şol bir zat bolar, hususanda:

$$Q = \frac{2}{3} \pi h_1^2 (\gamma_2 - \gamma_1) \frac{k_r}{\mu_1}. \quad (16)$$

Şeýlelik bilen (15) we (16) formulalardan görnüşi ýaly, izotroply gatlak üçin çäkli. Çäkli göýberilýän debit guýynyň ýarym sferiki düýbiniň radiusyna bagly dälendir we açylmanyň az we uly derejelerinde birmeňzeş bolup galýar. Takyk akym üçin M.Masketiň formulalar görnüşi formulaly boýunça hasaplanylýan analogly debitler bilen öýjikli gatlagy dolduryjy dykzlygy we şepbeşikligi boýunça dürli hilli suwyklyklar üçin (16) formula boýunça hasaplanylýan, kritiki debitleriň ululyklarynyň goýulmagy, (16) aňlatma boýunça çäkli göýberilýän, ýagny suwsyz debitiň ululygynyň M.Masketiň formulasy boýunça 10% kiçidigini görkezýär. Bu ýagdaý I.A.Çarnogyň teoremasy bilen hem tassyklanylýar. Izotroply gatlaklarda konus emele gelmäniň meselesini çözmekde alynan, netijeler, şeýle-de ýokarda beýan edilen udel deňölçeqli anizotroply gatlakda onyň ýokarsynda ýerleşen akym bilen açylan, konusyň kritiki beýikligini we agyr suwylygyň çäkli göýberilýän, konusyny döredýän, ýeňil suwyklygyň debitini kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Kritiki suwsyz debiti we deňölçeqli anizotroply gatlakdan ýeňil suwyklygyň saýlanylýp alynmagynda konusyň kritiki beýikligini kesgitlemek üçin (15), (16) gatnaşyklar bilen takyk gabat gelýär. Derňewiň netijesinde, açylyşyň az derejesi bilen guýy tarapyndan gatlagyň ulanylmasynda kritiki suwsyz debitiň we konusyň kritiki beýikliginiň anizotropiki parametrlerine bagly dældigini anyklanylady. Bu hakyky guýularyň ulanylşy bilen hem tassyklanylýar.

Ýokarda ýarym sferiki düýpli guýynyň kritiki suwsyz debitini kesgitlemek üçin hasaplama formulasy hödürlenildi we usuly beýan edildi. Hakyky guýularyň köpüsi adatyça iki. Sany häsiýetli ölçeglere eýedir eýedir, ha –açylyş derejesi we rg –

guýynyň düýbiniň radiusy. Aşakda getirilen formulalarda önümlü gatlagyň tutýan töwereginde gidrodinamiki has uly radius r_g göz önüne getirilýär.

$$Q_K = 2715 \mu_1^{-1} k_{rg} (\gamma_{2g} - \gamma_{1g}) h_1^2 \gamma_1 \Phi(h_a, r_g), \quad (16)$$

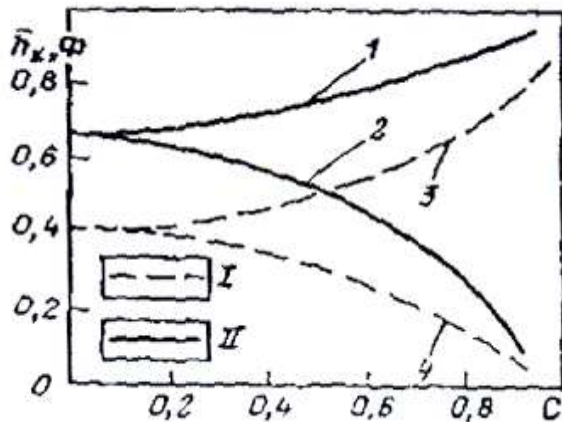
Bu ýerde: μ_1 g –gazyň dinamiki şepbeşikligi (gatlak şertinde); K_r – gatlagyň kese ugurlarda geçirijiligi; γ_{2g} , γ_{1g} –suwuklygyň we gazyň gatlak şertlerindäki dykzlygy; h_1 -gidrodinamikaly baglanşykly gaz gatlagynyň galyňlygy. Funksiýa $\Phi(h_a, r_g)$

kritiki suwsyz debitiň ulylygyna açylyşyň görnüşi we derejesiniň täsirini kesgitleýji, takyk liniýaly sferiki tekiz we ellipsoidli akymly bolan suwda ýüzýän kânleri açmakda suwsyz debit barada meseläni çözmekde alyndy .

Gatlagy açmagyň ähli agzalyp geçilen usullary üçin ekwipotensial üstiň ellipsoidleriň maşgalasy bolup durýanlygynda aýlanmasy we dykzlygy h_a , we r_g häsiýetlenýänliginde, onda funksiýa $\Phi(c)$ hakyky guýular üçin ulanylýar .

1-nji tablisada $\Phi(c)=\Phi(h_a, r_g)$ funksiýanyň ähmiýeti we guýynyň radiusynyň r_g dürli gatnaşyklary üçin hasaplanylýan kritiki beýikligi, hagatlagyň ýokarsyndan filtriň aşaky ujyna çenli aralyk; h_1 –gazly gatlagyň galyňlygy, 1-nji suratda berilenler boýunça degişli egriler gurulandyr. Grafikden görnüşi ýaly, kritiki debit we konusyň beýikligi döwürleşýän böleginde radiusy açylyş galyňlygyndan uly bolan guýularda ulydyr. Başga söz bilen aýdylanda düýbiň görnüşi, intensifikasiýa boýunça işleri geçirmeklik bilen ýokaryk ymtylýan bolmalydyr, muňa ýetmeklik zerurdyr, sebäbi diýilende gije-gündiz suwsyz debitiň gapdaly bilen, guýularyň suwsyz ulanylşynyň möhleti hem ulalýar.

2-nji suratdan görnişi ýaly, suwda ýüzýän kânleriň açylmagynyň has oňaýly ululygy gidrodinamiki baglanşykly gatlagyň 0,5-0,55 umumy galyňlygyndan geçmeli däldir.



1,3-rg > haç; 2,4-rg < haç
 Surat 2. Kritiki suwsyz debitiň we konusyň beýikliginiň
 açylyş derejesinden baglylygy.

Tablisa 1

N_0	$C = \sqrt{\frac{r_g^2 + h_{ac}^2}{h_1 \Phi(c)}}$	$\bar{h}_k = \frac{h}{h_1}$	$C = \sqrt{\frac{r_g^2 + h_{ac}^2}{h_1 \Phi(c)}}$	$\bar{h}_k = \frac{h}{h_1}$		
1	2	3	4	5	6	7
1	0,15	0,665 90	0,422 01	0.05	0,6682 35	0,424 01
2	0,10	0,662 45	0,409 01	0,10	0,6716 82	0,427 01
3	0,20	0,656 60	0,414 01	0,15	0,6762 6	0,431 01
4	0,5	0,648 36	0,407 01	0,20	0,6841 67	0,438 01
5	0,30	0,638 35	0,398 63	0,25	0,6937 04	0,446 56
6	0,35	0,625 468	0,388 01	0,30	0,7054 54	0,457 28
7	0,40	0,610	0,375	0,35	0,7191	0,470

		16	63		1	01
8	0,45	0,592 0	0,361 26	0,40	0,7346	0,484 82
9	0,50	0,570 817	0,344 88	0,45	0,7515 87	0,501 56
1 0	0,55	0,546 40	0,326 51	0,50	0,7701 37	0,520 56
1 1	0,60	0,518 37	0,306 01	0,55	0,7900 8	0,541 83
1 2	0,65	0,486 369	0,283 32	0,60	0,8112 62	0,565 56
1 3	0,70	0,450 1	0,258 45	0,65	0,8335 36	0,592 0
1 4	0,75	0,408 74	0,231 07	0,70	0,8568 58	0,621 66
1 5	0,80	0,361 615	0,201 01	0,75	0,8808 58	0,654 83
1 6	0,8	0,307 79	0,168 01	0,80	0,9053 7	0,692 38
1 7	0,0	0,246 0	0,131 70	0,85	0,9301 83	0,735 77
1 8	,90	0,175 153	0,091 79	0,90	0,9548 665	0,787 55
1 9	095	0,093 6	0,047 95	0,95	0,9788 27	0,854 49

Kritiki depresiýa we anizotropiýanyň parametlerine seredeliň. Belli boluşy ýaly özünde nebit-gaz saklaýan kollektorlar geçirijilikleri dürli ugurly gatlaklardan düzülen. Adatyça birinji ýakynlaşmada iki esasy geçirijiligi (kese we dik) almak bolar. Gaz guýulary üçin kritiki suwsyz depresiýany hasaplananda kollektorlaryň anizotropiýasynyň parametrlerini bilmek hökmandyr.

Kritiki suwsyz depresiýany hasaplamak üçin şu formulany ulanmak bolar.

$$p_{n1} - p_3 = \Delta p = 10^{-5} \frac{h_1}{3} (\gamma_{2n} - \gamma_{1n}) \left(\frac{1}{R_c} - \frac{1}{1 - \bar{h}_k} \right) \times \sqrt{\frac{k_r}{k_z}} + 10^{-5} h_1 (\gamma_2 - \gamma_1) \bar{h}_k, \quad (18)$$

Bu ýerde: γ_2, γ_1 -suwyklyklaryň dykzlygy; $h_1, h_{a\phi}, r_g, h_k$ 1-nji tablisadan tapylýar; k_r we k_z - gazly gatlagyň gorizantal we wertikal geçirijiligi; k_r/k_z -anizotropiýanyň parametrleri

$$R_g = \sqrt{h_{ac}^2 + r_g^2} / h_1 \quad (19)$$

Bular ýaly ýagdaýda anizotropiýanyň parametrni, guýynyň gazgidrodinamiki derňewini gaýtadan işlemek arkaly tapmak bolar we indiki formulany ulanmak bolar:

$$\frac{k_r}{k_z} = \left(1 - \frac{\Delta p_1 - \Delta p_2}{\Delta p_1 - 10^{-2} \Delta \gamma h_1 h_k} \right)^2 \quad (20)$$

Ýolguýy gaz kâniniň №34 suwlanan gaz guýulary üçin depressiýanyň hasaplamasy. Berlen maglumatlar: $K_g - 0,02672 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$; $\gamma_g - 87,4 \text{ kg/m}^3$ suwyň dykzlygy kg/m^3 (P,T); $\gamma_{\text{gat}2} - 1100 \text{ kg/m}^3$ gatlak suwynyň dykzlygy; $\mu - 0,017 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ -gazyň şepbeşikligi; $h_1 - 30 \text{ m}$ -önümlü gatlagyň galyňlygy; $h_{a\phi} - 4 \text{ m}$ perforasiýanyň açylan galyňlygy; $r_g - 0,84 \text{ m}$ guýynyň radiusy.

$$C = \sqrt{\frac{r_g^2 + h_{ac}^2}{h_1^2}} = \sqrt{\frac{0,84^2 + 4}{30^2}} = 0,136241$$

C-görä Φ bilen h_k taparys, $\Phi - 0,6659$; $h_k - 0,42201$;

Gazyň kritiki debitini hasaplarýs:

$$Q = 2715 \mu\text{g} \cdot \text{lk} (\gamma_2 - \gamma_1) h_1^2 \gamma_1 \Phi = 33 \cdot 2715 \cdot 0,017 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02672 \cdot 10^{-12} \times (1100 - 87,4) \cdot 302 \cdot 87,4 \cdot 0,6659 = 220 \text{ m}^3/\text{s};$$

Gaz guýysy üçin depressiýany hasaplamak üçin R_g -hasaplarýs

$$R_g = \sqrt{h_{ac}^2 + r_g^2} / h_1 = \sqrt{4^2 + 0,84^2} / 30 = 0,1362$$

Gaz guýysy uçin depresiýany hasaplaýs.birinji ýakynlaşma üçin $\sqrt{\frac{k_r}{k_z}} - 1$ deň diýip alarys

$$\Delta P_1 = 10^{-5} \frac{h_1}{3} (\gamma_2 - \gamma_1) \left(\frac{1}{R_g} - \frac{1}{1-h_k} \right) \times \sqrt{\frac{k_r}{k_z}} + 10^{-5} h_1 (\gamma_2 - \gamma_1) h_k = 10^{-5} \frac{30}{3} \times$$

$$(1100 - 87,4) \left(\frac{1}{0,13} - \frac{1}{1-h_k} \right) \times \sqrt{1} + 10^{-5} 30 (1100 - 87,4) 0,42201 = 0,6961$$

atm

Anizotropiýanyň pametrinini hasaplaýs:

$$\frac{k_r}{k_z} = \left(1 - \frac{\Delta p_1 - \Delta p_2}{\Delta p_1 - 10^2 \Delta \rho h k} \right)^2 = \left(1 - \frac{0,6961 - 5}{0,6961 - 10^{-5} \cdot 1,012 \cdot 30 \cdot 0,42201} \right)^2 = 73,2$$

Kritiki suwsyz debiti soňky gezek hasaplaýs:

$$\Delta P_1 = 10^{-5} \frac{h_1}{3} (\gamma_2 - \gamma_1) \left(\frac{1}{R_g} - \frac{1}{1-h_k} \right) \times \sqrt{\frac{k_r}{k_z}} + 10^{-5} h_1 (\gamma_2 - \gamma_1) h_k = 10^{-5} \frac{30}{3} \times$$

$$(1100 - 87,4) \left(\frac{1}{0,13} - \frac{1}{1-h_k} \right) \times \sqrt{73,2} + 10^{-5} 30 (1100 - 87,4) 0,42201 = 4,9326$$

atm

Guýulardan suwy çykarmak üçin gerek bolan minimal debitiň hasaplamasy.

№ 43 –nji guýy . Hasaplamak üçin berlenler: ρ -0,59021 gazyň dykzlygy, P_{ust} -13,6 MPa, T_{gat} -374,15 K, Q_{gaz} -434 muň m³/sut, q_{suw} -2,100 m³/sut, ρ_{suw} -1030 kg/m³, L-2315m , d_{nkt} iç-0,1

Kritiki basyşy P_{kr} we kritiki temperaturany T_{kr} hasaplaýs:

$$P_{kr} = \sum_{i=1}^n Y_i P_{kri} = 46,7415, \quad T_{kr} = \sum_{i=1}^n Y_i T_{kri} = 193,855$$

Normal şertde gazyň dykzlygyny hasaplaýs.

$$\rho = M / 22,41 = 10^{-3} \sum Y_i M_i = 0,59021$$

Gazyň howa göreä otносител dykzlygy

$$\rho = \rho_{\text{gaz}} / \rho_{\text{howa}} = 0,59021 / 1,292 = 0,45646 \text{ kg/m}^3$$

bu ýerde $\rho_{\text{howa}} = 1,293 \text{ kg/m}^3$ -normal şertde howanyň dykzlygy.

Gazyň aşagysylyk koefisienti Z –i hasaplarýs:

$$Z = (0,4 \cdot \log(T_{\text{get}}) + 0,73) P_{\text{get}} + 0,1 \cdot P_{\text{get}} = (0,4 \cdot \log(1,821722) + 0,73) 2,90962 + 0,1 \cdot 2,90962 = 0,88104$$

Guýynyň düýp basyşy.

$$S = 0,03415 \cdot \rho \cdot L / T_{\text{ort}} \cdot Z = 0,03415 \cdot 0,456465 \cdot 2315 / 363,54 \cdot 0,881048 = 0,112665$$

$$P_{\text{düýp}} = P_{\text{h.b}} \cdot e^{s/147} = 1,119256 = 164,5307 \text{ ata } 16,45307 \text{ MPa}$$

Ortaça T_{ort} temperaturany we P_{ort} ortaça basyşy hasaplarýs.

$$T_{\text{ort}} = \frac{T_d - T_{st}}{\ln \frac{T_d}{T_{st}}} = \frac{374,15 - 353,15}{\ln \frac{374,15}{353,15}} = 363,5489 \text{ K}$$

$$P_{\text{ort}} = \frac{2}{3} \left(P_d + \frac{P_{bst}}{P_d + P_{bst}} \right) = \frac{2}{3} \left(16,45 + \frac{13,6}{16,45 + 13,6} \right) = 15,07$$

MPa

Gazyň we suwyklygynyň tizliginiň hasaby

$$V_{\text{gaz}} = 5,1 \cdot 10^{-6} \cdot Q_g \cdot Z \cdot T / P_d \cdot d^2 = 5,1 \cdot 10^{-6} \cdot 434 \cdot 0,881048 \cdot 374,15 / 16,45 \cdot 0,12 = 4,43 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{suw}} = 1,47 \cdot 10^{-5} \cdot q_{\text{suw}} / d^2 = 1,47 \cdot 10^{-5} \cdot 2,100 / 0,12 = 0,003087 \text{ m/sek.}$$

Gaz suw garyndysy üçin Frudyň kriteriýasy.

$$F = (V_{\text{gaz}} + V_{\text{suw}}) 2 / g \cdot d = (4,43 + 0,003087) 2 / 9,81 \cdot 0,1 = 20,07$$

NKT-däki bar bolan suwyň ortaça bahasy.

$$\phi = 0,19 (\lg Fr) - 0,4406 = 0,19 (\lg 20,07) - 0,4406 = 0,169106$$

Gaz guýysynda üýşen suwyň göwrümi

$$V_s = 0,25 \cdot \pi \cdot d_2 \cdot \varphi \cdot L = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,12 \cdot 0,1 \cdot 0,169106 \cdot 2315 = 3,07 \text{ m}^3$$

Gazyň minimal debitini aşakdaky formula bilen hasaplaýs.

$$q_{g.\min} = 2213 d^{1,94} q_{suw}^{0,22} \sqrt{\frac{p_d \rho_{suw}}{\bar{\rho}_g z_d T_d}} =$$

$$= 2213 \cdot 0,1^{1,94} \cdot 2,100^{0,22} \sqrt{\frac{16,45 \cdot 1013}{0,45646 \cdot 0,881048 \cdot 374,15}} = 317,4$$

müň m³/sut.

Daban suwlary bolan gatlakda guýularda suw konus emele gelmeginiň önüni almak üçin iň minimal debitiň hasaplamasy geçirildi, № 43, 58, 99, 8 guýular boýunça deňişli basyşlarda guýynyň minimal debiti 220, 328, 286, 204 müň m³-a deň boldy. Minimal debitleriň esasynda şol guýulary suwsyz ulanmaga mümkinçilik berip biljek, ygtyýar berilýän depresiýasy hasaplanyldy we guýular boýunça deňişlilikde: ΔP-4,9; 13,9; 3,3; 4,7 depresiýa deň boldy (tablisa 3.). Bu çykarylan bahalary özleşdirmeginiň tehnologiýa hasaplamalarynda ulanyldy, çünki guýa çäge gelmegini gatlak suwlarynyň konusy şertlendirýär.

Guýulardaky suwlary çykarmak üçin aşakdaky görkezilen (tablisa 2) hasaplamadaky ýaly debiti üpjün etmeli.

Tablisa 2

№ guýy	K, m ²	γ _{gat} suw, kg/m ³	γ ₂ gat, kg/m ³	μ, 1 Pa . s	H, m	h, m	r guýy, m	h _{konus}
43	2,6E-14	87,488	1100	1,7E-05	30	4	0,84	0,42201
58	2,6E-14	97,0897	1100	1,7E-05	35	3,4	0,84	0,40901

99	2,6E -14	95,3 028	1100	1,7E -05	3 3	2,8	0,84	0,409 01
8	2,6E -14	94,1 115	1100	1,7E -05	2 8	2,3 5	0,84	0,409 01

N _o gu ýy	C	Φ	Q _{kr}	R _g	Δ P _s	Δ P hak yky	K _r /K _z	Δ P
43	0,13 624	0,66 59	220, 44	0,13 62	0,69 61	5	73,2 07	4,932 65
58	0,10 006	0,66 24	328, 10	0,10 00	1,11 49	14	203, 33	13,99 03
99	0,08 858	0,66 24	286, 82	0,08 85	1,19 61	3,3 2	9,00 77	3,329 46
8	0,08 912	0,66 24	204, 15	0,08 91	1,00 96	4,8	27,3 97	4,784 98

Tablisa 3

N _o guý y	Q _{gaz} , m ³ /s ut	Q _{suw} , m ³ /su t	P _{üst} , MPa	H, m	T _{üst} , K	P _{düýp} , MPa
43	434	2,1	13,6	2315	353,15	16,453 07
8	398	1,9	12,3	2424	353,15	14,847 41
99	553	2,1	13,3	2367	353,15	16,493 71
52	436	1,7	14	2332	353,15	16,467 8
73	492	1,9	13	2345	353,15	15,242 04

№ gu ýy	Dn kt ic	v gaz, m/s	v suw, m/s	Fr	φ	V _{suw} gowri m, m3	Q _{min} , m3/su t
43	0,1	4,4346 4	0,0030 87	20, 07	0,169 10	3,0731 2	317,4 57
8	0,1	4,5204 17	0,0027 93	20, 85	0,168 16	3,1999 5	294,5 50
99	0,0 89	7,1200 46	0,0038 97	58, 12	0,147 94	2,1774 7	253,4 64
52	0,0 89	5,6159 95	0,0031 55	36, 16	0,156 26	2,2659 5	241,9 00
73	0,0 89	6,8592 71	0,0035 26	53, 94	0,149 16	2,1749 4	238,2 74

19.1. “BAPC” gaty köpürjik emele getirijiniň kömegi blen gazkondensat guýulardan suwuklygy aýyrmak

Wuktylskiý nebit gaz kânleriniň ojaklaryny özleşdirilişiniň başlangyç stadiýasynda guýa gatlak suwunyň we gazly kondensatyň gelmegi kynçylyk çekmedi, sebäbi ol uly tizlikli gaz akymy bilen çykaryldy.

Ojagyň özleşdirilişiniň ahyrky döwründe bolsa gatlak basyşy has peselende suwuklyk doly çykarylmaýar, ol guýynyň diwarynda toplanyp başlaýar. Guýyda suwuklygyň uly mukdary gaz düýpden agzyna baranda basyş ýitgisini ulaldýar, bu bolsa gatлага goşmaça garşy basyşy döredýär. Ol gaz debitiniň peselmegine we guýynyň özünden baslygmasyna getirýär.

Guýynyň düýbünden suwuklygy aýyrmagyň dürli usullary bar (gazlift, gazlift-akymly ulanyлма, asylyan lift turbalaryň diametriniň we çuňlygynyň üýtmeği. Ýöne tejribä görä has oňaýly, az çykdaýjyly guýydan suwuklygy fiziki-himiki usul bilen aýyrmak bolup durýar. ol gatlakdan gelýan gazyň we üst aktiw maddalaryň (üam) bilelikdäki işinde esaslanan.

Wuktylskiý nebit gaz ojaklaryny özleşdirmek üçin ÜAM (üsti aktiw madda) ulanmagyň esasy şertleri:

- uly aralykda açylan gatlakly guýylar;
- lift turbalaryň dabanyndan aşakda ýerleşen suwuklygyň barbotirleýji sütüniniň bolmagy;
- gatlak suwlaryň intensiw akymynyň oklugy (3 m³/süt uly däl);
- lift tubalaryň dabanynda gazsuwuk akymynyň pes tizligi (2 m/s pes);
- ulanylyşyň gazlift usuly bilen suwuklygy aýyrmagyň tehniki ukybynyň ýoklugy.

ÜAM-ň (üst aktiw madda) köpürjik emele getirme ukybynyň, köpürjigiň durnuklygyna birnäçe faktorlar täsir edýärler: suwuň mineralizasiýasy (250 g/l), düýpdäki basyş, uglewodorod kondensatyň bolmagy we başgalar.

Suwuklygy aýyrmak üçin ÜAM-ň (üsti aktiw madda) düzümi işlenende sterjen görnüşli gaty köpürjik emelegetirijilere üns berildi, sebäbi olary taýýarlamak, saklamak aňsat, guýyny özleşdiriş prosesi has tilsimatlaşdyrylan.

Geçirlen derňewlere görä gaty köpürjik emelegetirijiniň amatly düzümi alyndy (№ 2223298 döredijilige bolan patenti). Onuň düzümine köpürjik emelegetiriji maddalar bilen bilelikde “suw-kondensat” suwuklygyň bölünme çäginde olary bolýan komponentlar girizilen. Şeýlelikde, “suw-kondensat” bölünmesiniň çäginde hemişelik bolup we ýuwaşdan eräp, ol suwuklygyň çykmagyna hem effektiw köpremegine getirýär.

Deňeşdirmek üçin köpürjik emelegetiriji ukybynyň we Assent Industries, Lnc firmanyň öndüren köpürjik emele getirip şaşkalar bilen suwuklygy çykarmagyň effektiwliginiň bahasynyň tejribe derňewleri geçirildiler. Tejribe derňewleriň netijesinde gaty ÜAM-sy köpürjik emelegetiriji häsiýeti boýunça we köpürjigiň durgunlygy boýunça daşary ýurt şaşkalardan kem däl.

Gaty köpürjik emelegetiriji bilen işleýiş işleri edilende guýy saýlananda basyşyň diwar boýunça ýaýraýşynyň çuňluk ölçegleri bilen gazodinamiki derňewleriň netijeleri seljerildi. Olaryň esasynda Wuktylskiý NGKO-ň № 41, 181, 186, 154, 251, 250, 123 guýylary saýlandylar.

№ 123 guýy.

Guýynyň gurluşy:

- 168 mm diametrli ulanylýan kolonna 3346 m çuňluga sallanyldy;

- emeli düýbi 3352 m çuňlukda ýerleşýär;

- 114×89 mm diametrli lift turbalar 3003 m çuňluga sallanan;

- perforasiýa aralyklary 2845-3346 m çuňlukda.

Guýynyň düýbinden suwuklygy aýyrmak boýunça senagat işleriniň oňýanynda ölçeg işi edildi. Onuň işinde şular kesgitlenildi:

- gatlak gazyň debiti – 58 mün. m³/sut;

- kondensatyň debiti – 3 mün. m³/sut;

- suwuň debiti – 0,15 m³/sut.

Guýynyň siwary boýunça basyş ýaýraýşynyň ölçegi edildi. Onuň netijesi boýunça 318 m perforasiýa aralygyny ýapýan SKT-ň dabanyndan 25 m pes bolasn suwuklyk hasaba alynýar. guýynyň diwaryndaky suwuklygyň göwrüminden ugur alyp, işlemek üçin 27 kg gaty köpürjik emelegetiriji gerek.

Guýylar duruzylar we onsoň lubrikatoryň üsti bilen gaty ÜAM düýbe zyňylýar. Iki sagatdan, gaty köpürjik emelegetiriji erän soň, guýyny işledýärler.

Alty günden soň gazodinamiki derňewleri we guýynyň diwary boýunça basyşyň ölçeglerini etdiler.

Görnüşi ýaly 3200 m çuňlukda suwuklygyň derejesi 22 m (3050 m) we düýp basyşyň 0,16 MPa peselmegi bolup geçdi.

Işlenenden soň 15 gün geçende (04.11.04 ý.) gaty ÜAM-ň effektiwliginiň dowamlylygyny kesgitlemek üçin guýynyň parametrleri ölçendiler.

Tablisa 4

Ölçegleriň netijeleri

Ölç egiň senesi	$Q_{g.gat}$ müň m ³ /sut	Q_k m ³ /sut	Q_s m ³ /sut	p_d 3200 m çňlukda, MPA
Işlenilmezden öň				
20. 10.04	5 8	3 ,0	0 ,15	2,27
Işlenilden soň				
26. 10.04	6 1	3 ,23	0, 25	2,11
04. 11.04	6 8	3 ,6	-	-

Şeýlelikde, gaty köpürjik emelegetiriji ulanylanda gatlagga bolan depressiýa ulaldy we guýydaky gazyň debiti 10 müň m³/sut, kondensaty 0,6 m³/sut ulaldy. Bu effektiň dowamlylygy 15 gün.

Tejribe we senagat derňewleri netijelerine görä, gaty ÜAM-ň alnan düzümi uniwersal we onuň uly köpürjik emelegetiriji ukyby bar. 2004 ýylda 7 guýlar işleninde gazyň goşmaça çykarylşy 6630 müň m³ we kondensat 406 tonna deň. Gaty köpürjik emelegetiriji dertifisirlenen (№ 01600340) we ol TY 2483-001-12897202-2004 görä öndürilýär.

XX. GATLAGYŇ DÜÝBÜNIŇ GAPDAL ZONASYNYŇ BOZULMASYNDA GUÝULARY ULANMAKLYGYŇ NAZARY ESASLARY

Ýokarda bellenişli geçişli ýaly, guýularyň düýbünüň gapdal zonalarynyň bozulmagy meselesi, aýratynam çägäniň çykarmagy bilen, eýýäm döwrebap nebit-gaz alyjy senagatynyň ösmeginiň başlangyç döwründe döredi.

Düýbiň gapdal zonalarynyň bozulmasyna we çägäniň üste çykmagyna täsir ediji, has wajyp faktorlar bolup durýarlar:

düýbiň gapdal zonasynyň, sementli daşyň, kä halatda bolsa kolonnanyň öziň ulydan bozulmasyna getiriji, kolonnany deşmek, tilsimatynyň bozulmasy;

gatлага uly depressiýalary döretmek bilen guýulary özleşdirmek;

guýularyň ulanylmagynda düýbiň uly depressiýalary uly debitler we şuna deňşililikde düýbiň gapdal zonasyn­da gatlak flýuidleriniň filtrasiýasynyň ýokary tizligi;

düýbiň gapdal zonasyn­da we guýynyň stwo­lynda suwuklygyň bolmagy.

Bu faktorlar bilen deňşililikde adaty guýularyň işiniň düýbiň gapdal zonasynyň bozulmasynyň we guýulardan çägäniň çykmagynyň önüni alyjy ýa-da çäklendiriji, tilsimatly režimi ornaşdyrylýar.

20.1. Düýbiň gapdal zonalarynyň bozulmagyn­da guýularyň iş režimleriniň nazary esaslary

«Guýularyň işiniň tilsimatly režimi» sözi 50-nji ýyllarda girizildi we ilki başda dört režimi, düýbiň mydamalyk basyşy, mydamalyk debit, mydamalyk depressiýa, guýynyň diwarynda filtrasiýanyň mydamalyk tizligi, soňunda bolsa guýynyň düýbinde basyşyň mydamalyk gradiýantiniň režimini we beýlekileri goşdy. Emma, şol ýa-da beýleki bir režimleriň girizilmeginiň haýsydyr bir nazary esaslandyрма bilen alynyp

barylmaýanlygyny belläp geçmeklik gerekdir. Sebäbi şol wagtda gatlagyň skiletinde basyşyň gradiýantinden döreýän, güýjenme hasaba alynmaýar. Dürli awtorlar tarapyndan geçirilen derňewler hem az täsirli boldular, sebäbi şol wagtda hakyky gatlak şertlerini doly modelirlemek başartmady. Şonuň üçinem awtorlar tarapyndan guýularyň diwarlarynyň durnuklylygyny we düýbiň gapdal zonasynyň bozulmasyny hasaplamak üçin berkligiň dürli nazaryýetleri bilen gatlaklygyň we tekizligiň nazaryýetiniň utgaşmasyndaky degişli üç ölçegli meseleleriň çözgüdi ulanyldy.

Şeýle nazaryýetleriň birnäçesi bardyr:

1. has uly kadaly güýjenme;
2. has uly deformasiýa;
3. has uly galtaşma güýjenmesi.

Häzirki wagtda O.Moryň we Griffitsiň nazaryýetleri has meşhurdyr. Moryň nazaryýetine laýyklykda, berklik diňe uly we kiçi kadaly güýjenmeden baglydyr. Çäkli deňagramlyk pursatynda indiki şert ýerine ýetirilmelidir

$$\tau = c + \mu_j \sigma \quad (1)$$

bu ýerde c — dag jynslarynyň ilişmesi, ýagny ol σ nolly kadaly güýjemede τ galtaşma güýjenmesine deňdir.

$$\mu_j = \operatorname{tg} \varphi \quad (2)$$

bu ýerde μ_j — dag jynsynyň içki sürtülme koeffisiýenti; φ — dag jynsynyň içki sürtülme burçy.

Moryň kriteriýasynyň – Nawýe-Kulonyň kriteriýasynyň hususy ýagdaýy

$$\sigma_1 = \sigma_g + \mu_j = \sigma_3, \quad (3)$$

bu ýerde σ_1, σ_3 — uly we kiçi kadaly güýjenme; σ_g — bir okly gysylmada dag jynslarynyň berkligi.

Griffitsiň nazaryýeti boýunça bozulma mikro çat açmaň depesinde döreýän, güýjenme sebäpli bolup geçýär:

$$(\sigma_1 - \sigma_3)^2 = 8T_0(\sigma_1 + \sigma_3) \quad \sigma_1 + 3\sigma_3 > 0 \text{ bolanda,} \quad (4)$$

$$\sigma_3 = -T_0 \quad \sigma_1 + 3\sigma_3 < 0 \text{ bolanda,} \quad (5)$$

bu ýerde T_0 — dag jynsynyň bir okly çekilmä wagtlaýyn garşylygy. Bir okly gysylmada eýe bolýarys:

$$\sigma_3 = 0 \quad \sigma_1 = 8 T_0. \quad (6)$$

(6) formulanyň ýerine Murrel aňlatmany ulanmaklygy hödürledi

$$\sigma_1 = 12 T_0. \quad (7)$$

Jaýryklaryň ýapylmasyny hasaplamak üçin gysylmada Mak-Klintok we Uolş formuladan peýdalanýar

$$f = \tau/\sigma = c/\sigma + \mu j \quad (8)$$

bu ýerde f — dag jynsynyň berklik koeffisiýenti, $f = \operatorname{tg} \beta$, β — dag jynsynyň içki garşylyk burçy.

f kesgitlemek üçin birnäçe empiriki formulalar bardyr:

$$f = R_{Bp}/100 \quad (9)$$

$$f = R_{wg}/300 + \sqrt{(R_{6p}/2 \setminus 30)}, \quad (10)$$

bu ýerde R_{wg} — bir okly gysylma dag jynsynyň wagtlaýyn garşylygy.

Enegetiki nazaryýet boýunça bozulma göwrümiň görnüşiniň üýtgame energiýasynyň çäkli ähmiýeti bilen kesgitlenilýär:

$$Y = (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_p^2$$

(11)

$Y < 2\sigma_p^2$ bolmagynda — maýyşgak deformasiýa; $Y = 2\sigma_p^2$ bolmagynda - plastiki deformasiýa (bu ýerde σ_p — maýyşgaklygyň göni baglansyklylygynyň çägi).

A.Nadaiň energetiki gipotezasy. Çäkli ýagdaýda baglylyk bardyr

$$\tau_{ort} = f(\sigma_{ort}), \quad (12)$$

$$\tau_{ort} = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} \quad (13)$$

— orta (oktaedriki) galtaşma güýjenmesi,

$$\sigma_{ort} = 1/3(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \quad (14)$$

— orta kadaly güýjenme.

Energetiki gipotezanyň ulanylmasynyň çylşyrymlylygy, dag jynslarynyň umumy mehaniki parametrleriniň gapdaly (12) bilen synag baglylygyny hem bilmekligiň zerurlygynda durýar.

Ähli ýokarda getirilen gatnaşyklarda esasy kadaly güýjenme gatlagyň düýbiniň gapdal zonasynyň güýjenmeli ýagdaýyny hasaplamadan soň kesgitlenilýär.

Şeýlelik bilen, guýulary ulanmaklygyň tilsimatly režimini esaslandyrmagyň meselesini çözmek üçin zerurdyr:

düýbiň gapdal zonasynyň dag jynslarynyň deformasiýasyny we güýjenmesini ýazgy ediji, takmyny matematiki modeli işläp düzmeli;

berkligiň degişli gipotezasyny esaslandyrmaly we düýbiň gapdal zonasynyň durnuklylygyny we berkligini ýazgy etmek üçin analitiki formulalary almaly;

guýularyň düýpleriniň dürli konstruksiýalaryny durnuklylygyň we berkligiň hasaby bilen derňemeli;

alynan formulalaryň esasynda guýularyň işiniň tilsimatly režimlerini esaslandyrmak gollanmasyny işläp düzmeli.

20.2. Guýularyň düýbiniň gapdal zonasynyň durnuklylygynyň takmyny matematiki modeli

Gaz guýularynyň durnuksyz kollektory açygy işçi debitini ornaşdyrmakda, düýbiň gapdal zonasynyň dag jynslarynyň bozulmasyny häsiýetlendiriji we güýjenmesi ýagdaýy kesgitleýji, şol ýa-da başga parametrlerden ugur almaklyk gerekdir. Häzirki wagtda guýularyň diwarlarynda basyşyň uly ýol berilýän gradiýentini saklamak režimi giň ulanylşa eýe boldy. Emma, guýyny synamagyň netijesinde uly ýol berilýän gradiýenti ornaşdyrmakda diňe onuň kesgitleniş pursatyna täsir edýän güýjiň hasaba alynýanlygynyň güýjinde, bu parametr, ýagny gradiýent, düýbiň gapdalyndaky zonada dag jynsynyň bozulmasyny anyk häsiýetlendirip bilmez. Gatlak basyşynyň pese düşmegi bilen täsirli dik dag basyşynyň ulalýanlygy mälimdir $q^* = \gamma_{\text{ort}} H - P_{\text{gat}}$, şonuň üçinem gradiýentleriň ýa-da depressiýanyň çakli ähmiýetlerine ýetmek gerekdir.

Soňky wagtlarda işlenilip düzülmä çuň ýatak (3000 m köp) gatlaklaryň we anomal ýokary basyşly gatlaklaryň girizilmegi bilen köp halatlarda häsiýetli egrelmeli gysyklygy alyp başladylar, ýagny gapdal zonasynda ýüklemek şrtiniň dag jynslarynyň maýyşgaklygynyň çäklerinden çykýanlygy bilen düşündirilýär [1]. Ýüklenme şertiniň maýyşgak deformasiýalar oblastyndan plastiki oblata geçmeginiň netijesinde göwrümlü deformasiýalaryň gönümel ulalmagy öýjükliiğiň we syzdyryjylygyň koeffisiýentiniň kemelmesine we şonuň netijesinde foltrasion garşylygyň ulalmagyna getirýär. Gaz we nebit guýularynyň kadaly işlemegi üçin, iş režiminiň ýa-da düýbiň gapdal zonasynda dag jynsyny ýüklemek şertiniň maýyşgaklyk çäklerinden çykamazlygyna gözegçilik etmek gerekdir. Garşylykly ýagdaýda ýüzlenip bolmaýan deformasiýalaryň netijesinde öýjüklilik we syzdyryjylyk koeffisiýentleriniň ýüzlenip bolmaýan kemelmesi bolup geçer. Şonuň üçinem guýularyň diwarlarynyň berkligini hasaplamak meselesi maýyşgaklyk nazaryýetiniň giňişleýin meselesiniň esasynda çözülmelidir. Meseläniň çözülmeginde alynan we dag basyşynyň hem-de filtrasion güýçleriň täsirini hasaba alyjy, güýjenme komponentleri, guýynyň düýbiniň gapdal zonasyndaky dag jynslarynyň bozulma ýa-da plastiki deformasiýalaryň başyna durnuklylygyny kesgitleýji, esasy faktor bolup durýar. Dag jynslarynyň deşip köwleme üstüne ýüklenme şertini tapmak üçin dag basyşynyň we filtrasion güýjenmäniň gapdaly bilen, turba – sementli halka – dag jynsy ulgamynyň güýjenmeli – deformirlenen ýagdaýy häsiýetlendiriji, parametrleri, hususanda aşaklary hasaba almaklyk gerekdir:

sementli halkanyň we dag jynsynyň araçäginde kadaly güýjenme we oturtma turbalarynyň kolonnasynyň içinde suwuklygyň ýa-da gazyň basyşy, olaryň gatlak basyşynyň pese düşmek çägi boýunça üýtgemegi;

turbalaryň β_{tr} , sement daşynyň β_s we dag jynsynyň β_j dykyzlanma ukyby;

oturtma turbasynyň diwarynyň β_{tr} we sementli halkanyň δs galyňlygy.

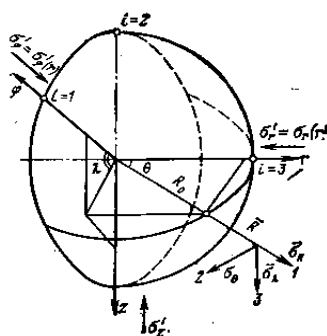
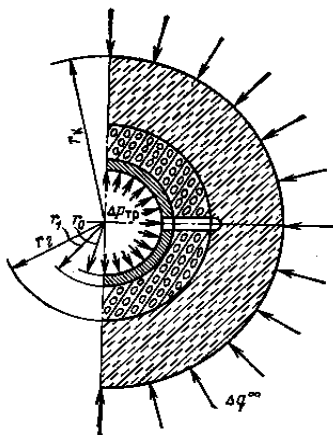
Guýularyň açyk düýbiniň üstüne dag jynslarynyň durnuklylygyny ornaşdyrmak üçin filtrasion güýjenmäniň täsiriniň hasaby bilen galyň diwarly silindiriň güýjenmeli ýagdaýy baradaky meseleleriň mälüm bolan çzgütlerinden peýdalanmak mümkin. Güýjenmeli ýagdaýy tekiz deformirlenen hasaplamak mümkin, sebäbi silindriň beýikligi, ýagny gatlagyň açylan böleginiň beýikligi ha, rguýy radiusdan has uldyr.

Dag jynslary we ony güýjenmeli ýagdaýy bilen deşip köwmäň üstüne we guýyň açyk düýbine goýmak üçin kriteriýany saýlamaklyk, bolmagynda dag jynsy bozulma ýa-da plastiki akymyň başyna durnuklylygyň çäginde belýän, ýüklenmäň deňagramlyk şertini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Ýarym sferiki deşip köwmäň üstüne güýjenmäň tenzory

$$T = T_n + T_w + T_f, \quad (15)$$

bu ýerde T_n — silindriki işläp taýýarlama esaslanan, güýjenmäň tenzory; T_w — gutarnuksyzlyga nolda ýüzlenýän, güýjenmäniň tenzory, ýagny onda sferiki zolak, ýagny köwülme bilen döreýän, güýjenmeli ýagdaýyň päsgeçiligi kesgitlenilýär; T_f — gatlak flýuidiniň filtrasiýasyna esaslanan, güýjenmäniň tenzory.



1-nji surat. Oturtma turbasynyň, 2-nji surat. Ýarym sferiki
deşilmesementli örtügiň we dag jynsynyň köweginiň üstünde
güýjenmäni güýjenmeli ýagdaýyny hasaplamak kesgitlemek üçin
çatgy üçin çatgy

Köwegiň üsti ýüklenmeden boş. hasaplaýyş işlerini azaltmaklyk üçin güýjenme komponentlerini diňe köwegiň üati bilen esasy arkaly kesişýän ýerinde ýatak, nokatlarda tapýarys. deşik bilen gowşan, ýüklenme plastinalary üçin hasaplamalaryň netijeleri bilen meňzeşlik boýunça, hut şu nokatlaryň birisinde durnuklylyk üçin ýaramaz şert bolar diýip aýtmak mümkin.

Tenzoryň TN komponentleri $R = R_0$ blmagynda polatdan konsentriki ýerleşen halkalaryň, sementli daşyň we dag jynsynyň ulgamlarynyň indiki görnüşdäki güýjenmeli ýagdaýy baradaky meselesini çözmekden tapylar

$$\sigma_1^{(0)} = q_{\infty} + C \frac{r_2^2}{(r_2 + R_0 \cos \theta)^2}; \quad \sigma_2^{(0)} = -q_* = \text{const}; \quad (16)$$

$$\sigma_3^{(0)} = -q_{\infty} - C \frac{r_2^2}{(r_2 + R_0 \cos \theta)^2}.$$

Bu ýerde

$$C = f(p_{sb}; \Delta p_{gat}; \beta_{tr}; \beta_s; \beta_j; \delta_{tr}; \delta_j);$$

$$q^* = \gamma_{ort} H - P_{gat} - \text{kese täsirli dag basyşy};$$

$$q_{\infty} = \alpha(\gamma_{cp} H - p_{n\lambda.0}) + \frac{\mu}{1-\mu} (p_{n\lambda.0} - p_{n\lambda})$$

$\Delta p_{gat} = p_{gat0} - p_{gat}$ — gatlak basyşynyň üýtgemegi; p_{sb} — sementli daşyň dag jynsyna başlangyç täsirli basyşy.

Eger gatamaklyk prosesinde sementiň göwrümlü üýtgemegini hasaba almasaň, onda p_{sb} ululyk diňe H çuňluk we toýunly ýa-da sementli erginleriň dykzlyklary bilen kesgitlenilýär.

Deşilen köwegiň zonasynda dag jynsynyň güýjenmeli ýagdaýy barada meseläniň giňişleýin çözülmegini geçirmän diňe T_w güýjenmäniň komponentiniň kesgitlenilmesi üçin güýjenmäni az sferiki zolagyň töwereginde onuň üstüne p_k güýjenmäniň wektorynyň berilmeginde paýlanylşy baradaky meseläniň ulanylýanlygyny görkezýäris. Sebäbi güýjenmäniň has uly konsentrasiýasy köwegiň üstünde $R = R_0$ bolmagynda bolar, tenzoryň $T = T_0 N + T_0 w$ komponentlerini kesgitläp (filtrasion güýjenmäni hasaba almazdan), alarys: $i = 1$ ($\theta = \pi/2$; $\lambda = 0$) nokatda.

$$\sigma_{\theta}^{(1)} = \frac{1}{2(7-5\mu)} \left[(13-5\mu)D_1 + (15\mu-3)\sigma_2^{(0)} - (3+15\mu)F_1 \right] + \sigma_3^{(0)(1)};$$

$$\sigma_{\lambda}^{(1)} = \frac{1}{2(7-5\mu)} \left[(15\mu-3)D_1 + (13-5\mu)\sigma_2^{(0)} - (3+15\mu)F_1 \right] + \sigma_2^{(0)};$$

$i = 2$ ($\theta = \pi/2$; $\lambda = \pi/2$) nokatda

$$\sigma_{\theta}^{(2)} = \frac{1}{2(7-5\mu)} \left[(13-5\mu)D_1 - (3+15\mu)\sigma_2^{(0)} + (15\mu-3)F_1 \right] + \sigma_3^{(0)(2)};$$

$$\sigma_{\lambda}^{(2)} = \frac{1}{2(7-5\mu)} \left[(15\mu-3)D_1 - (3+15\mu)\sigma_2^{(0)} + (13-5\mu)F_1 \right] + \sigma_1^{(0)(2)};$$

$i = 3$ ($\theta = 0$; $\lambda = 0$) nokatda

$$\begin{aligned}\sigma_{\theta}^{(3)} &= \frac{1}{2(7-5\mu)} \left[-(3+15\mu)D_1 + (15\mu-3)\sigma_2^{(0)} + (13-5\mu)F_1 \right] + \\ &+ \frac{1}{4(13-7\mu)} \left[(33-7\mu)F_2 - 16(7\mu+2)D_2 \right] - \frac{\mu}{1-\mu} D_0 + \sigma_1^{(0)(3)}; \\ \sigma_{\lambda}^{(3)} &= \frac{1}{2(7-5\mu)} \left[-(3+15\mu)D_1 + (13-5\mu)\sigma_2^{(0)} + (15\mu-3)F_1 \right] + \\ &+ \frac{1}{4(13-7\mu)} \left[5(7\mu-1)F_2 - 16(7\mu+2)D_2 \right] - \frac{\mu}{1-\mu} D_0 + \sigma_2^{(0)};\end{aligned}$$

$\sigma R(i) = 0$, (bu ýerde D_0, D_1, D_2, F_1, F_2 — dag basyşynyň deňişlilikdäki funksiýasy, gatlak basyşynyň pese düşmesi $\Delta p, \beta_{tr}, \beta_s, \beta_j$, dykzylanma ukyplary, sementli örtük-dag jynsy p_{sb} kontaktynda basyş, turba-sementli örtük — dag jynsy ulgamyny häsiýetlendiriji, beýleki parametrler.

Diňe filtrasiýanyň güýji bilen dörän, dag jynslarynyň güýjenmeli ýagdaýyny kesgitlemek üçin, filtrasion basyşyň massasy güýjiň, dykzylama täsirine hem üns berildi.

Deşilen köwegiň üsti üçin dag jynsynyň dykzylanmasynda \bar{T}_f güýjenme tenzerynyň komponentleri, gatlagyň skeletiniň dykzlygyndan has uly, deňdir

$$\sigma'_{R0} = 0; \quad \sigma'_{\theta 0} = \sigma'_{\lambda 0} = -\frac{1+\mu}{2(1-\mu)} (p_{gat} - p_g). \quad (18)$$

$i = 1, 2, 3$ nokatlarynda filtrasion güýjiň we dag basyşynyň täsirine esaslanan, güýjenmäniň esasy komponentini kesgitlemek üçin deňişli güýjenmäni (17) we (18) formulalardan goşmak ýeterliklidir:

$$\sigma_{R0} = 0; \quad \sigma_{\theta 0}^{(i)} = \sigma_{\theta}^{(i)} + \sigma'_{\theta 0}; \quad \sigma_{\lambda 0}^{(i)} = \sigma_{\lambda}^{(i)} + \sigma'_{\lambda 0}. \quad (19)$$

Guýynyň aýyk düýbiniň üstünde dag jynsynyň güýjenmeli ýagdaýyny kesgitlemekde, edil deşilme köwegindäki ýaly, täsirli dag basyşynyň ($-\gamma_{ort}H + p_{gat}$), massaly güýjiň (dp/dr) we deňölçegsiz paýlanan filtrasion basyşyň täsiri hasaba alyndy.

Guýynyň açyk düýbiniň üstünde güýjenme komponentleri $\beta_{\text{gat}} \gg \beta_g$

$$\sigma_l = 0; \quad \sigma_\varphi = -2q_\infty - \frac{1}{1-\mu}(p_{\text{gat}} - p_g);$$

$$-q_* - \frac{1}{1-\mu}(p_{\text{gat}} - p_g). \quad (20)$$

Şeýlelik bilen, (19) we (20) formulalar bilen ýazylýan, guýynyň açyk düýbiniň we deşilme köweginiň üstlerine dag jynslarynyň güýjenmeli ýagdaýy, dag jynslarynyň bozulma ýada plastiki deformasiýalara durnuklylygyny kesgitleýji, esasy faktor bolup durýar.

20.3. Dag jynslarynyň berklik ölçegini saýlamak

Täze energetiki nasaryýetleriň aglabasy R.Mizesiň we F.Şleyheriň hödürlän şertleriniň çäklerinde ýygnalýar, ýagny oňa laýyklykda materialyň çäkli ýagdaýynda oktaedriki galtaşma güýjenmesi (13) oktaedriki kadaly (14) güýjenmäniň (12) kesgitli funksiýasy bolup durýar. Bu funksiýany takyklygyň ýeterlik derejesi bilen indiki görnüşde bermek mümkin

$$\tau_{\text{okt}} = ((B + \sigma_{\text{okt}})/A)^{1/2}, \quad (21)$$

bu ýerde A we B — dag jynslarynyň fiziki-mehaniki häsiýetnamasyny kesgitleýji koeffisiýentler. Üstesinde bir umumy çäkli gysyklyga koordinatlarda ähli taraplaýyn gysylmany pes ululygynda dag jynslarynyň owranyp bozulmasyna degişli nokatlar we ähli taraplaýyn gysylmaň has ýokary ähmiýetinde plastiki deformasiýalaryň başlanmagyna degişli nokatlar ýatýar. Emma dürli öýjüklikli we syzdyryjylykly gowşak sementlenen az berkligi bolan çägelikleri synamakda, ähli taraplaýyn gysylmanyň täsiriniň liniýaly kanun boýunça sanjyp berkeýän oktaedriki galtaşma güýjenmesiniň ulalmagyna getirýänligi ýüze çykaryldy

$$\tau_{\text{okt}} = (\sigma_{\text{okt}} + B)/A)^{1/2}. \quad (22)$$

Dag jynsynyň ýatýş çuňlugynyň ulalmagy bilen ähli taraplaýyn gysylma ösýär, şonuň üçinem dag jynsy haýsydyr bir L_y çuňluga çenli kesgitli şertlerde owranyp bozular, $L > L_y$ bolmagynda bolsa bozulmanyň ýerine maýyşgak deformasiýalar oblastyndan plastiki oblasta ýüklenme şertiniň geçmegi bolup geçer.

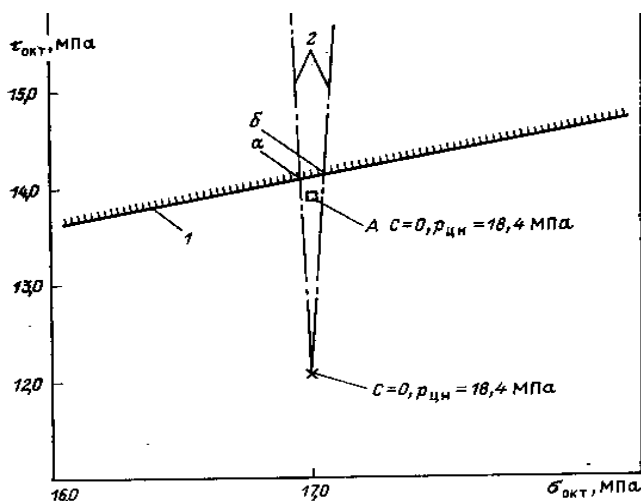
Düýbiň dürli gurluşy bilen guýularyň düýbiniň gapdal zonasynyň durnuklylygynyň derňewi

Ýüklenme şertini derňemek we guýynyň açyk düýbiniň hem-de deşilme köweginiň üstlerindäki çäkli deňagramlygy bahalandyrmak üçin τ_{okt} , σ_{okt} koordinatlarda dag jynsynyň güýjenmeli ýagdaýyna seretmek, ýagny $\tau_{\text{okt}} \neq f(p_{\text{sb}}, p_{\text{gat}}, p_g, \dots)$ we $\sigma_{\text{okt}} = f(p_{\text{sb}}, p_{\text{gat}}, p_g)$ baglylyklary tapmaklyk zerurdyr. Bu dag jynsynyň çäkli ýagdaýyny ýazgy etmek üçin galtaşma we kadaly oktaedriki güýjenmeleriň arasynda baglylygyň saýlananlygy bilen düşündirilýär. (22) aňlatma bilem ýazylyan şertlerde, ýagny berkligiň gyşyk ölçeginiň aşagynda, dag jynsy maýyşgak deformasiýalar zonasyna bolar, ýokarda – bozulma zonasyna ýa-da plastiki deformasiýalar zonasyna, ýagny aokt – uly bolmadyk ähmiýetde bolar.

Deşilme köweginiň we guýynyň açyk düýbiniň üstlerinde dag jynslarynyň güýjenmeli ýagdaýyna zerur bolan parametrleriň indiki ähmiýetinde serederis: oturtma turbasynyň içki radiusy $r_0 = 0,1$ m, daşky - $r_1 = 0,11$ m, sementli halkanyň daşky radiusy $r_2 = 0,14$ m, ýarym sferiki deşilme köweginiň radiusy $R_0 = 0,01$ m, düýbiň çuňlугy $H = 1220$ m, ýokarda ýatan dag jynslarynyň orta dykzyzlygy $\gamma_{\text{ort}} = 2,46$ t/m³, başlangyç gatlak basyşy $p_{\text{gat}} = 13,0$ MPa, Ýunganyň modullary we Puassonyň koeffisiýentleri: polat üçin $E_1 = 2,1 \cdot 10^5$ MPa, $\mu_1 = 0,3$; sementli daş üçin $E_2 = 1,94 \cdot 10^4$ MPa, $\mu_2 = 0,2$; dag jynsy üçin $E_3 = 0,05 \cdot 10^5$ MPa, $\mu_3 = 0,3$. 3-nji suratda τ_{okt} , σ_{okt} koordinatlarda gatlak flýuidini süzmezden gatlak basyşyndan we dag jynsyna sementli daşyň başlangyç täsirli basyşyndan

baglylykda $i = 1, 2, 3$ nokatlarda ýarym sfera görnüşinde deşilme köweginiň üstüne dag jynslarynyň üýklenme şertini häsiýetlendiriji, gyşyklyklar girizilendir. Munuň üçin (19) güýjenmäniň esasy komponentiniň ähmiýeti boýunça (13) we (14) formulalar bilen τ_{okt} we σ_{okt} hasaplanylady. Gyşyklyklar 1a, 16 we 1e dag jynsynyň $i = 2$ nokatda, gyşyklyklar 2a, 26 we 2e bolsa — $i = 1, 3$ nokatlarda 13, 8 we 3 MPa degişlilikde deň bolan, gatlak basyşy üçin üýklenme şertini häsiýetlendirýär.

3-nji suratdan görnüşi ýaly, dag jynsyna sementli daşyň başdaky basyşyndan baglylykda oktaedriki güýjenmäniň üýtgame diapazony has uýyplydyr. Durnuklylyk üçin has ýaramaz şert $i = 2$ nokatda basyşyň üýtgemeginiň uly diapazonynda bolar, $p_{sb} = 0-15,0$ MPa. p_{sb} üýtgemesine 0 dan haçanda $C = 0$ bolandaky ähmiýete çenli seredilýär. 13.3-nji suratda 13,8 we 3 MPa gatlak basyşy üçin $C = 0$ ähmiýete degişli ýüklenme şerti, $a, \bar{\sigma}, \sigma$ nokatlar bilen $i = 2$ üçin, a, z, δ nokatlar bilen $i = 1, 3$ üçin bellendendir we 18,4, 19,0 we 16,9 MPa deň, p_{sb} , eýedir. $C = 0$ bolmagynda guýynyň stwolynyň töwereginde güýjenme meýdany birmeňzeş, ýagny guýy güýjenmäniň geostatiki meýdanyna päsgelçilik girizmeýär. Bu ýagdaýda köwegiň üstünde dag jynsynyň ýüklenme şerti durnuklylyk üçin has gowy şert bolar. Ýarym sferiki deşilme köweginiň üstünde dag jynsynyň güýjenmeli ýagdaýy baradaky meseläniň çözgüdi guýynyň açyk düýbiniň üstünde we deşilen guýynyň düýbiniň gapdal zonasynada dag jynsynyň ýüklenme şertini we durnuklylygyny deňeşdirmäge mümkinçilik berýär.



Surat 4. Ýarym sferiki köwekler we guýynyň açyk düýbi üçin ýüklenme hasaplamalarynyň netijeleri $p_k = p_{kb} - 13,0 \text{ МПа}$, $a = 1$ bolmagynda

Suratda köwegiň üstünde takmyndan $14 \text{ МПа} < p_{sb} < 22 \text{ МПа}$ bolmagy (nokatlar a we δ) we guýynyň açyk düýbiniň üstünde (A nokatda) dag jynsynyň durnukly ýagdaýda duranlygy görkezilýär. Guýulary sementleşdirmek prosessinde sementli we toýunly erginleriň akymynyň basyşy gaz döremäniň önüni almaklyk üçin ýeterlikli bolmalydyr, ýagny gatlak basyşyndan bir az uly bolmalydyr. Bu sementli daşyň täsirli basyşynyň $p_u = \gamma_{ort}H + (\gamma_u - \gamma_p)(H - h)$ (H - h) - pgat nola golaý boljakdygyny aňladýar. $p_{sb}=0$ bolmagynda dag jynsynyň deşilme köweginiň üstüne ýüklenme şerti seredilýän dag jynslarynyň berklik şertlerinden has aňyry çykýar. Şeýlelik bilen, deşmeklik dag jynsynyň bozulma açyk düýp üçin görkezijiler bilen deňeşdirlende olaryň plastiki deformasiýalary bilen garşylygyny ýaramazlaşdyrýar. Bu netije silindriki deşmeli köwmek ýagdaýynada degişlidir, sebäbi dag jynslarynyň durnuklylygy silindriki işläp taýýarlamada

mydama ýaramazdyr. Şonuň üçinem düýpleriň gapdal zonalarynyň dag jynslarynyň bozulmasynyň önüni almaklyk üçin düýp ýa-da açyk bolmaly, eger onuň üstüne dag jynslarynyň ýüklenme şerti gatlak basyşynyň üýtgemeginiň ähli diapazonynda tokt, σokt koordinatlarda bu dag jynsynyň berkliginiň çäklerinden çykmasa, ýa-da ýüklenme şerti berklik çäklerinden çykýan bolsa, filtr bilen enjamlaşdyrylan bolmalydyr.

Düýbiň gapdal zonalarynyň bozulmasynyň tankydy depressiýasynyň hasaplama gollanmasy

Haçanda dag jynsynyň skeletiniň dykyzlanma ukyby öýjükleriň dykyzlanma ukybynda has az bolan ýagdaýynda, guýynyň açyk düýbiniň üstündäki esasy güýjenme (20) formula boýunça kesgitlenilýär. (20) oktaedriki güýjenme üçin (13) aňlatma tokt, σokt (22) deňlemä goýmak bilen, depressiýanyň üýtgemegini tapýarys, ýagny onda gatlak basyşyndan baglylykda guýynyň düýbiniň diwarynyň bozulmasy başlaýar:

$$\Delta p_{g,r} = \frac{1}{2t} \left[\sqrt{(np_{gat} + K)^2 - 4t(mp_{gat}^2 + ep_{gat} + 0) + K + (n + 2t)p_{gat}} \right]; \quad (23)$$

$$K = 2A^2 \left[\frac{2-\mu}{1-\mu} D - \frac{1-2\mu}{1-\mu} E \right] - 2 \frac{1+\mu}{1-\mu} (D + E - 3B);$$

$$m = 6 \left(\frac{2\mu-1}{1-\mu} \right) A^2,$$

$$e = 6 \frac{2\mu-1}{1-\mu} A^2 (D - E);$$

$$O = A^2 [D^2 + E^2 + (D - E)^2] - (D - E)^2 + 6B(D + E) - 9B^2;$$

$$t = \frac{1}{(1-\mu)^2} [2A^2(1-\mu+\mu^2) - (1-\mu)^2];$$

$$n = 6 \frac{2\mu-1}{1-\mu} A^2;$$

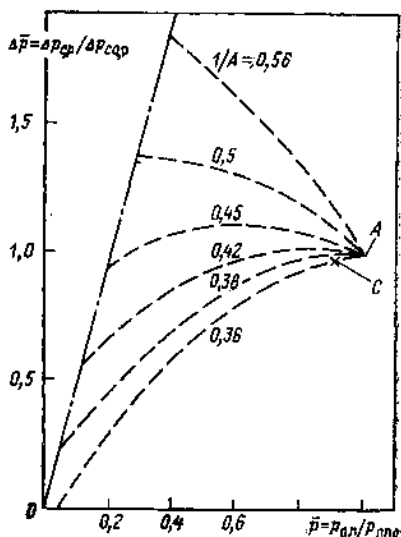
$$D = -2\alpha(\gamma_{\text{ort}}H - q_{\text{gat0}}) - \frac{2\mu}{1-\mu} p_{\text{gat0}};$$

$$E = -\gamma_{\text{ort}}H.$$

5-nji suratda $\Delta \bar{p} = \Delta p_{g,r} / \Delta p_{g0,p}$ gatlak basyşynyň degişli ululygyndan $\Delta \bar{p} = p_{\text{gat}} / p_{\text{gat0}}$ guýynyň açyk düýbiniň üstünde dag jynsynyň bozulma depressiýasynyň degişli ululygynyň baglylygy berilendir. Suratda dag jynsynyň fiziki-mehaniki häsiýetnamasyndan, ýagny bir okly gysylma we süýsmä berklik çäkleriniň üstünden aňlatmak mümkin bolan A we B häsiýetnamalardan baglylykda, bozulma başlaýan depressiýanyň indiki şertleriň ýerine ýetirilmeginde gatlak basyşynyň pese düşmek çägi boýunça ulalyp we kiçelip bilinjekdigini görmek bolýar: $\mu = 0,2$; $\gamma_{\text{ort}} = 2500 \text{ kg/m}^3$; $\Delta p = 0,8$; $\alpha = 1$; $p_{\text{gat0}} = 0,01 \text{ H MPa}$, bu ýerde H — önümlü gorizontyň çuňlugy, m. Meselem, eger agzalyp geçilen şertler ýerine ýetirilýän guýuda $\bar{p} = 0,9$ bolmagynda $\Delta \bar{p} = 0,97$ (nokat C) ähmiýet alynan bolsa, onda $\Delta \bar{p}$ -iň p-den soňky üýtgemegi $1/A = 0,36$ ähmiýetli gyşyklyk bilen kesgitlener.

Hatda açylmadyk gatlaklar üçin fiziki-mehaniki häsiýetnamanyň beýiklik we meýdan boýunça uýyply üýtgäp biljekdigini belläp geçmeklik gerekdir, sebäbi guýulary burawlamak prosesinde buraw ergininiň filtraty düýbiň gapdal zonasyny dürli hili doýgunlaşdyrýar, onda elbetde bozulma depressiýasy we olaryň wagt boýunça üýtgame häsiýeti şol bir gatlagy açýan guýularyň ählisi üçin dürli hili bolar. Toýun

saklaýan sementirleýji materialda öýjükli sredanyň çyga doýgunlylygyndan, sredanyň berklik häsiýetnamasynyň baglylygy mälimdir.



Surat 5. Kollektoryň bozulma depressiýasynyň gatlak basyşyndan we berklik häsiýetnamalaryndan baglylygy

(23) formuladan görnüşi ýaly $\Delta p_{\text{ort}} = f(p_{\text{gat}})$ baglylyk indiki parametrleri kesgitleýär:

gapdal söýegiň diregi α , dik dag basyşyň kese dag basyşynyň gatnaşygyna deň bolan;

$$\text{dag basyşy } \gamma_{\text{ort}} H \text{ çuňlukda } H, \quad \gamma_{\text{ort}} H = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i ;$$

Puassonyň dag jynsy – kollektor koeffisiýenti μ ;

dag jynslarynyň – kollektorlaryň fiziki-mehaniki häsiýetnamasy.

Önümlü gorizontlary toýun sementli ýa-da alewrolitli çägelikler bilen goşulan känlerde gapdal söýegiň koeffisiýentini birlige deň kabul etmek mümkin. Bu ýataklary görnüşe getirmek döwründe dik we kese dag basyşynyň “ýumşak” dag jynslary üçin deňleşip ýetişýänligi bilen düşündirilýär. Ylaýatada ýumşak kollektorly känleri işläp düzmekde çäkli depressiýalaryň wagt boýunça kemelmesini görmek bolýar. Puassonyň koeffisiýentini kesgitlemek üçin bir okly gysylma dag jynslarynyň – kollektorlaryň kernasynyň synaglarynyň berilenleri ulanylýar. Gatlak basyşyndan bozulma depressiýasynyň baglylygy ornaşdyrylan režimlerde guýulary derňemegiň netijeleri boýunça kesgitlenilýär. Düýbiň gapdal zonasynyň bozulma ukyply bolmagyndaky, guýularyň ornaşdyrylan režimlerinde ilkinji derňewleriň köp döwürleýin bolmagy hökmanydyr. Bu düýbiň gapdal zonasynyň çyga doýgunlylygynyň buraw ergininiň filtraty bilen guýudan aýrylmak arkaly kemelýänligi bilen düşündirilýär, bu bolsa öz nobatynda, dag jynsynyň berkligini kesgitleýär, sebäbi çyga doýgunlylyk näçe az bolsa, berklik şonça-da köp bolýar. Yz ýanyndan guýularyň köp döwürleýin derňewlerini geçirmekde düýbiň gapdal zonasy berkligi az çyga doýgun dag jynslaryndan arassalanýar we depressiýa ulalýar. Guýulary synag etmegiň netijeleri boýunça bozulma depressiýasyny kesgitlemekde alynan ähmiýetiň hat düýbiň gapdal zonasynyň bozulýş prosesini häsiýetlendirýändigine göz ýetirmek zerurdyr. Synagyň haýsydyr bir režiminde dag jynsynyň bölekleriniň çykmagyny görüp bolýan fakt, bozulýş şertiniň alynanlygyny aňlatmaýar. Bu režimde dag jynslarynyň böleklerini düýpden tutmak we olara üste çykarmak üçin gerek bolan debitiň alynmagy mümkindir. Yz ýanyndan, eger synagyň käbir režiminde dag jynslarynyň bölekleriniň çykmagyny görmek bolsa, alynan debit bolsa bu bölekleri

düýpden çykarmaklyk üçin gerek bolan we formula bilen kesgitlenilýän kiçi debitden göze görnükli uly bolsa

$$Q_{mln} = 1130 D^2 \left[100 \frac{p^2 (2,927 z T \gamma_2 - 10^5 p \bar{\gamma}_1)}{z^3 T^3 \bar{\gamma}_1^3} \right]^{1/4}, \quad (24)$$

onda bu režime gabat gelýän depressiýa bozulma depressiýasy dyilip atlandyrylar. Bu ýerde D – NKT-niň diametri; p – NKT başmagyndaky basyş; γ_2 – dag jynslarynyň bölejikleriniň udel agramy; $\bar{\gamma}_1$ – gazyň degişli udel agramy

Alynan depressiýanyň bozulma depressiýadygyna göz üçin bu režimde guýulary synag etmekde dag jynslarynyň çykýan bölejikleriniň mukdarynyň G wagt boýunça üýtgemegini kesgitlemek gerekdir. G wagt boýunça kemelmesi düýbiň gapdal zonasynyň önünden bozulan dag jynslaryndan arassalanmagy barada şaýatlyk eder. Soňky ýagdaýda synag edilmede alynan depressiýa bozulma depressiýasy bolar. Diýeliň, meselem, guýulary ilkinji gerek köp döwürleýin derňemekde ornaşdyrylan režimlerde başlangyç gatlak basyşynda $p_{gat/0} = 20,0$ MPa we hasaplamalar üçin gerek bolan indiki parametrlerde: $\gamma_{orth} = 48,0$ MPa, $\mu = 0,2$, $\alpha = 1$ - port = $4,0$ MPa deň bolan bozulma depressiýasynyň ähmiýeti alyndy. Basyşyň pese düşmek çägi boýunça bozulma depressiýasy kemelýär we $p_{gat} = 18,0$ MPa pursata port = $3,88$ MPa deň bolýar. (1.20) formulany (p_{gat} - p_g) bozulma depressiýasynyň goýup, $20,0$ MPa we $19,0$ MPa iki gatlak basyşy üçin guýynyň diwarynda $\sigma_1 = \sigma_3 = 0$, $\sigma_2 = \sigma_1$, $\sigma_3 = \sigma_2$ esasy güýjenmäni alýarys. Soňra (13) we (14) formulalar boýunça $\tau_{okt} = \sigma_{okt}$ oktaedriki güýjenmäniň ähmiýetiniň iki jübütligini tapýarys. Bu τ_{okt} we σ_{okt} koordinatlarda göni birleşdirmekli iki nokat bolar, bu göniliğiň σ_{okt} oka ýapgyt burçy boýunça $1/A$ ähmiýeti we τ_{okt} okda kesişýän kesim boýunça B/A ähmiýeti tapýarys. Şeýle ýagdaýda tapylan A we B ähmiýeti ulanyp, (23) formula boýunça bozulma depressiýasyny we gatlak basyşyndan baglylygy hasaplaýarys.

5-nji suratda A nokat $p_{\text{gat}0} = 20,0 \text{ MPa}$, $\Delta p_{c0p} = 4,0 \text{ MPa}$ ähmiýete, C nokatda bolsa — $p_{\text{gat}} = 18,0 \text{ MPa}$ we $\Delta p_{c,p} = 3,88 \text{ MPa}$, ähmiýete gabat gelýär, göni liniýa bolsa bozulma depressiýasynyň gatlak basyşyndan üýtgemegini kesgitleýär. Bu baglylyk düýbiň gapdal zonasynyň durnuklylygyny üpjün ediji guýulary ulanmaklygyň režimini ornaşdyrmaklygyň esasynda ýutmalydyr /2/.

EDEBIÝATLAR

1. Türkmenistanyň Konstitusiýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşaýyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. M.Gafurowa, O.Garaýewa. Gaz we gazkondensat ojaklaryny özleşdirmek dersinden umumy, tejribe sapaklaryň ýazgylary. Aşgabat, TPI, 2006.
11. Широковский А. И. Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. Учебник . М., Недра, 1979.
12. Алиев З.С. и др. Технологические режимы работы газовых скважин. М., Недра, 1978.

13. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин. (Под ред. Г.А. Зотова, З.С. Алиева). М., Недра, 1980.
14. Ю.П. Коратаев, С.Н. Закиров. Теория и проектирование газовых и газоконденсатных месторождений. Учебник. М., Недра, 1981.

MAZMUNY

I.	TEBIGY GAZLARYŇ DÜZÜMI WE TOPARLARY	9
1.1.	Uglewodorod gazlarynyň fiziki we himiki häsiýetleri	11
1.2.	Tebigy gazyň we gazkondensatynyň häsiýetlerini hasaplamagyň analitik usullary	14
1.3.	Gazlaryň çäk we getirme ululyklary	19
1.4.	Gazyň dykzlygy	38
1.5.	Gazlaryň aşa gysyjylyk koeffisiýenti	44
1.6.	Gazyň çyglylygy	52
1.7.	Gazyň ýylylyk geçirijiligi	59
1.8.	Gaz drosirlenende Joul-Tomsonyň koeffisiýenti	66
1.9.	Faza arasyndaky üst çekişmesi	72
1.10.	Gidratlaryň gurluşy we häsiýetleri	77
1.11.	Gidrat emele gelmäniň deňagramly basyşynyň we temperaturanyň kesgitlenişiniň usullary	85
1.12.	Gazlaryň şepbeşikligi	94
1.13.	Gazyň akymynda suwuklyk bolanda düýp basyşy kesgitlemek	105
1.14.	Barometriki formula boýunça düýp basyşy kesgitlemek	111
1.15.	Gaz we gazkondensat guýularda gaz suwuklyk akymyň strukturasy barada	126
1.16.	Gatlakda temperaturanyň ýaýramagyny kesgitlemek	134
II.	GAZYŇ GORYNY HASAPLAMAGYŇ USULLARY	143
2.1.	Gatlagyň basyşynyň peselmegine we känleriň özleşdirme taryhyny dikeltmegine esaslandyrylan gazlaryň gollaryny hasaplamagynyň	

	usullarynyň derňewi	144
2.2.	Gatlak basyşynyň pese düşme usuly boýunça gazyň goryny kesgitlemek	147
2.3.	Drenirlemäniň udel göwrüminiň esasynda gazlaryň gorlaryny hasaplamak	148
III.	FILTRASÍÝANYŇ STASIONAR REŽIMLERINDÄKI GAZ WE GAZKONDENSATLY GUÝULARYŇ GAZGIDRODINAMIKI USULLARYŇ DERŇEWLERI	158
3.1.	Guýyny gazogidrodinamiki derňewlere taýýarlamak	158
3.2.	Derňewiň geçirilmegi	162
3.3.	a we b filtrasion garşylyklaryň koeffisiýentlerini kesgitlemek	165
3.4.	Indikator egri çyzygyň formasyna täsir edýän faktorlar. Gatlak we zaboý basyşlarynyň nädogry kesgitlenmeginiň indicator egri çyzygynyň formasyny täsir edişi	170
3.5.	Gatlagy gidrawliki ýarçyklamak	178
IV.	GAZYŇ ÝYLYLYK SYGYMLYLYGY	182
4.1.	Gaz käni tutuşlygyna diýen ýaly bir düzümlidir. Suwlandyrmagyň udel göwrümi barada düşünje.	197
4.2.	Tebigy gaz ojağynyň düzgünler	200
4.3.	Käniň düzgünini gurma	204
4.4.	Material balansyň deňlemesi. Azalan gaz känleriniň differensial deňlemesi.	209
4.5.	Suwly batlandyryjy düzgüni	212
4.6.	Gatlagyň ortaça basyşyny anyklamak barada	214
4.7.	Gaz gidratly känleri özlesdirmegin aýratynlyklary	216
4.8.	Gatlakda gazyň we suwuň belli bir wagt boýunça süzülmeginiň differensial	

	deňlemesi	220
4.9.	Gazyň, suwuň we nebitiň guýynyň düýbüne akyp ýygnaňmagynyň aýratynlyklary	224
4.10.	Gaz we gaz kondensat ojagyny özleşdirmegiň mahsus döwürleri	232
4.11.	Tebigy gaz ojagyny özleşdirilmeginde gaz we kondensat alnylyşy	237
V.	GAZ OJAGYNY ÖZLEŞDIRMEKDE GUÝYLARY ULANMAGYŇ TEHNOLOGIKI DÜZGÜNLERI	247
5.1.	Guýyny ulanmagyň tehnologiýa düzgünleriniň esaslarynda tebigy ýagdaýlaryň hasaby	247
5.2.	Gaz ojagynda guýyny ýerleşdirme ulgamy	253
VI.	GAZ DÜZGÜNINDE GAZ OJAGYNY ÖZLEŞDIRMEGIŇ GÖRKEZJISINI KESGITLEMEK	255
6.1.	Guýyny deňölçegli ýerleşdirmekde özleşdirmegiň görkezjisiniň hasaplamasy	256
6.2.	Gaz çykaryşyň ösýän we üýtgemeyän döwürleri üçin özleşdirmek görkezjisini kesgitlemek	257
6.3.	Gaz çykarylyşynyň düşme döwri	263
6.4.	Guýyny ulanmagyň beýleki tehnologiýa düzgünleri üçin hasaplamalaryň aýratynlyklary	265
6.5.	Gatlagyň ortaça basyşynyň üýtgemegi we alynan gazyň mukdary boýunça gurlaryny kesgitlemek	266
VII.	GAZ OJAGYNY ÖZLEŞDIRMEGI SAZLAMAK WE AMATLAŞDYRMAK	271
7.1.	Promysly taýýarlamagyň we ojagy özleşdirmegiň görkez-jilerini amatlaşdyрма	271
7.2.	Gaz- suw böleginiň çäkleriniň hereketini sazlamak	274

7.3.	Gatlaga gury gazy ydyna gapgarma prosessinde özleşdirmegi sazlamak	279
VIII.	GAZ GUÝUSYNDAKY KÖP FAZALY AKYM	287
8.1.	Näme üçin guýuda suw üýşýär (ýygnalýar)	290
8.2.	Suwuklygyň üýşmegi (ýygnalmagy) zerarly döreyän problemalar	291
8.3.	Suwuklygy aýyrmagyň (ýok etmegiň) usullary	292
8.4.	Gazy alýan guýulardaky suwuklyk çeşmeleri	294
8.5.	Gaz guýularynda suwuklygyň ýygnalmagynyň alamatlaryny ýüze çykarmak	299
8.6.	Guýynyň boýy boýunça basyşy ölçemek – bu lift kolonnasyndaky suwuklygyň derejesini kesgitlemegiň usulydyr	305
8.7.	Gaz guýýylaryndan suwuklugy çykarmak üçin köpürjük ulanmak	312
8.8.	Plunžer liftiň (PL) amatlygyny bahalandyrmak üçin nomogrammalar	338
8.8.1.	Plunžer lift ulananda maksimal suwuklyk debiti	341
8.8.2.	Paker oturdylan guýuda plunžer lifti	342
8.8.3.	Plunžer lift üçin bahalaýyn analiz usulyny ulanmak	344
8.8.4.	Plunžer lifti gurnamak we işe goýbermek	345
8.9.	Ulanyşdaky bökdençileriň analizi	351
8.10.	Kiçi debitli guýulary ulanmak	368
IX.	GARAŞSYZLYGYŇ 10 ÝYLLYGY KÄNINIŇ GUÝULARYNYŇ DÜÝP BASYŞYNY KESGITLEMEK. KRITIKI TIZLIGI KESGITLEMEK ÜÇIN DEŇLEMELERIŇ NETIJELERI	372
9.1.	Fiziki modeli	372
9.2.	Deňlemäni ýönekeýleşdirmek	375

X.	TEBIGY GAZYŇ HÄSIÝETI WE GAZYLYP ALYNYŞY BARADA ESASY MAGLUMATLAR	377
10.1.	Faza diagrammasy	377
XI.	GAZYŇ AKYMYNDA SUWUKLYK BOLANDA DÜÝP BASYŞY KESGITLEMEK	386
XII.	DÖWLETABAT KÄNIŇ GUÝUDAKY PDÜÝP KESGITLEMEK, GUÝY SÜTÜNI BOÝUNÇA BASYŞYŇ PAÝLANYŞ EGRISINI GURMAK WE GAZ SUWUKLYK GÖTERIJINIŇ PARAMETRLERINI HASAPLAMAK	393
XIII.	GAZ GUÝULARYNY ULANMAGYŇ TILSIMAT DÜZGÜNI	407
13.1.	SKT sütüniň içki diametrini kesgitlemek	412
XIV.	AGKM GALDYRYJLY GUÝULARDA GIDRAWLIKI GARŞYLYK KOEFISIÝENTI	417
14.1.	Hemişelik diametrli bir hatarly lift	421
14.2.	Üýtgeýän diametrli bir hatar lift	422
14.3.	Ikihatarly, ikibasgançakly lift	425
14.4.	Gaz we gazkondensat guýularda gaz suwuklyk akymyň strukturasy barada	430
XV.	DÖWLETABAT KÄNINIŇ MYSALYNDA GPTD-9 BÖLEGINIŇ GUÝULARYNDA ÖNUMLI GATLAGY DUZ KISLOTASY BILEN IŞLEMEK ARKALY GUÝYNYŇ ÖNDÜRIJILIGINI ARTDYRMAK	434
15.1.	Düýbe ýakyn zolagy gaýtadan işlemek üçin guýyny saýlamak. Skin-effekt.	434
15.2.	Kislota erginleri bilen bilen guýynyň düýbe ýakyn zolagyny gaýtadan işlemek	436
15.3.	Kislotalaryň poslamak täsirini peseltmek	

	üçin erginde indiki ingibitorlar ulanylýar	438
15.4.	Duz kislotaly işlemegin taslamasy	447
15.5.	Kislotaly ergini taýýarlamagyň yzygiderligi	451
XVI.	DÖWLETABAT KÄNINIŇ MYSALYNDA GPTD-7 BÖLEGINIŇ DERŇEW BARLAG IŞLERINIŇ NETIJELERINI DEREJELI WE IKIÖLÇEGLI TOPLUMLAÝYN FORMULALARDA KESGITLEMEK	458
16.1.	Guýudaky gaz akymyň dereje we iki ölçegli formulalarynyň arasyndaky korrelýasiýanyň derňewi	458
16.2.	Guýulary derejelik formulasy boýunça derňemegin netijelerini gaýtadan işlemegin mysallary	465
16.3.	Derejelik approksimirleýän formulanyň koeffisiýentleriniň statistiki gatnaşyklaryny derňemek	468
16.4.	Akymyň derejelilik formulasy boýunça gaýtadan işlemekde gatlagyň prizaboý zonasynyň parametrlerini kesgitlemek	472
16.5.	Guýy barlaglarynyň netijelerini ölçeg kriterial formalarda getirilmeginiň derňewi	476
XVII.	GAZY ÖŇÜNDEN TAÝÝARLAMAGYŇ TILSIMATY	487
17.1.	Gazy kükürtli wodoroddan arassalamagyň usullary	491
17.2.	Kükürtli kânindäki işläp duran bug üpjünçilik ulgamynyň derňewi we aminly kükürt arassalaýjy desgasyndaky aminyň regenerirlenmesi	495
17.3.	Kükürtli kâniniň AKAD-da gazy kükürtli wodoroddan arassalamak üçin sirkulirlenýän absorbentiň optimal mukdaryny hasaplamak	502
XVIII.	SENAGAT DERŇEWLERI	

	GEÇIRLENDE POSLAMA PROSESINE GÖZEGÇİLİK ETMEĞİN USULLARY	506
18.1.	Poslamadan ingibitor arkaly goramak	507
18.2.	Kükürtli kâninde (XV) ingibitor gorawynyň ýagdaýy	508
18.3.	Poslama ingibitorynyň goraw täsiriniň effektiwliginiderňeýän laboratoriya işleri	513
XIX.	SUWLANÝAN GAZ GUÝULARYŇ TEHNOLOGIKI IŞ DÜZGÜNI	515
19.1.	“BAPC” gaty köpürjik emele getirijiniň kömegi blen gazkondensat guýulardan suwuklygy aýyrmak	530
XX.	GATLAGYŇ DÜÝBÜNIŇ GAPDAL ZONASYNYŇ BOZULMASYNDA GUÝULARY ULANMAKLYGYŇ NAZARY ESASLARY	534
20.1.	Düýbiň gapdal zonalarynyň bozulmagynda guýularyň iş režimleriniň nazary esaslary	534
20.2.	Guýularyň düýbiniň gapdal zonasynyň durnuklylygynyň takmyny matematiki modeli	537
20.3.	Dag jynslarynyň berklik ölçegini saýlamak	543
	EDEBIÝATLAR	554