

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**S. Batyrow
R. Esedulaýew
B. Annamammedow
O. Garaýewa**

**GATLAKLARY WE GUÝULARY
DERŇEMEGIŇ GAZOGIDRODINAMIKI
USULLARY**



Hünär: "Nebit-gaz kánlerini özleşdirmek we ulanmak "

Aşgabat 2010

GIRIŞ.

DERS WE ONUŇ MAKSADY, BEÝLEKI DERSLER

BILEN ARABAGLANYŞYGY

Häzirki wagtda nebit we gaz halk hojalygyny çig mal we ýangyç bilen üpjün etmekde görnükli orny eýeleýär. Çylşyrymly nebit-gaz geçirijileriniň ulgamynyň işleýşi olardan akýan önümiň hiline baglydyr. Geçirijilerden akýan önüm ilki bilen tehniki şertlere laýyklykda guradylýar, gazdan arasyylanýar, ýokary gaýnagly uglewodorodlar düzüminden bölünip aýrylýar, şeýle hem kükürtli wodorodan we kömürturşy gazyndan arassylanýar.

Önüminiň ýeterlikçe arassalanmasyzlygy magistral geçirijileriň kuwwatlylygyny peseldýär, energiýanyň sarp edilşini artdyrýar we ş.m. Bir gaz geçiriji ulgamynyň hakyky görkezijileriň we hasap görkezijileriň analizi, taslanan gidrawliki garşylyga sarp edilýan energiýadan 30% köp energiýanyň sarp edilýändigini görkezdi. Energiýanyň köp sarp edilmegi gidrawliki garşylygyň gazyň ýeterlikçe arassalanmagy sebäpli ýokarylanmady bilen düşündirilýar. Bu bolsa öz gezeginde şol bir mukdardaky gaza ugratmak üçin gaz gysyjy beketlerine goşmaça kuwwatlylyklaryň goýulmagyny talap edýär.

Köp sanly magistral nebit-gaz geçirijileriniň iş kadalylygynyň derňewi olaryň mümkinçilikleriniň 5-15%-niň ulanylmaýanlygyny görkezdi. Şonuň üçin hem nebit-gaz-kondensat ojaklarynyň önümlerini taýýarlamagyň tehnologiýasy promysyllarda haryt önümini, ýagny nebiti, gazy, çig mal görnüşindäki kondensaty we ş.m. almaga niýetlenendir.

Gatlak önümini çykarmaklygy, taýýarlamaklygy, bir ýerden başga bir ýere daşamaklygy taslama işlerini ýokary hilli ýerine ýetirmek üçin nebitiň, gazyň, gaz kondensatynyň

häsiýetlerini kesgitlemekligiň we faza üýtgemelerini anyklamagyň häzirki zaman inžener usullaryny özleşdirmek zerurdur.

Bu dersiň önünde durýan mesele özleşdirilýän guýulary derňemek bilen bagly.

Derňemegiň tejribe usulyna gaz saklaýan obýektleriň we ondaky gazyň, suwuklygyň fiziki-himiki häsiýetini öwrenmeklik degişlidir. Meselem öýjüklilik, geçirijilik. Bu ululyklar tejribe şertinde uly bolmadyk nusgalarda derňelýar. Bu bolsa köplenç tebigy şertlerinde derňelen ululyklarynda tapawutlanýar we olary ähli ojak üçin aňlatmak kyn.

Geofiziki usulda derňelýän ululyklar hem guýynyň sütünine ýakyn meýdany häsiýetlendirýär. Oturdylmadyk guýuda geofiziki usul arkaly gaz doýgunly aralyklar, önümlü gatlagy üsti we dabany aýdyňlaşdyrylýar, öýjüklilik, gaz doýgunlylygy, netijeli galyňlygy, gaz-suw çägininiň ýagdaýy kesgitlenýär. Şol bir parametrler özleşdirmе dýwründe oturdylan guýuda ýader-geofizikikasy arkaly kesgitlenýär.

Häzirki wagtda guýyny derňemegiň senagat-geofiziki usullaryndan debitometr we termometr giňden ulanylýar. Bu usullar bilen işleýän interwallary ýüze çykarylýar, aýratyn gatlaýyklaryň debitleri, süzülme giň garşylyk koeffisiýentleri, geçirijilik we pýezogeçirijilik koeffisiýentleri kesgitlenýär.

Guýyny derňemegiň gazgidrodinamiki usulyna guýy saklanandan soňky basyşyň durnuklaşan görkezjisiniň alynmagy, guýyny kesgitli düzgüninde işe goýberlendäki (şaýbalaryň, ştuseriň, diafragmalaryň kesgitli diametri bilen) debiti we guýynyň dürli düzgünde işländigini debitiň we düýp basyşynyň arasyndaky baglanyşygyň indikator egrisiniň alynmasy degişlidir.

Guýulary derňemek olaryň önümlerijiligini kesgitleýär. Bu ders birnäçe dersleri öz içinde jemleýär “Ýerasty gidrogazodinamik”, “Gatlak fizikasy”, “Gaz we gazkondensat ojaklaryny özleşdirmek”, “Uglewodrodalaryň faza üýtgemegi” we ş.m.

I. NEBITIŇ WE GAZYŇ FIZIKI-HIMIKI WE YLLYK HÄSIÝETLERI. NEBITIŇ WE GAZYŇ TEBIGY KOLLEKTORLARYŇ ESASY HÄSIÝETLERI

Tebigy gazyň düzümi we onun klassifikasiýasy.

Arassa gazly, nebit we gazkondensatly kánlerinden alynýan tebigy gaz, umumy formulasy C_nH_{2n+2} bolan metanyn gemologogiki hatarly uglewodorodlardan we uglewodorod däl komponentlerden: azotdan (N_2), kömürturşy gazdan (CO_2), kükürtli wodorotdan (H_2S), inert gazlaryndan (geliý, argon, kripton, ksenol) hem-de simapdan durýar. Uglewodorodyň molekulasyndaky uglerod atomynyň sany n 17-den 40-a çenli ýetmegi mümkin.

Metan (CH_4), etan (C_2H_6) we etilen (C_2H_2) adaty şertlerde ($P = 0,1$ MPa;

$T=273$ K) real gazlar hasap edilýär.

Propan (C_3H_8), propilen (C_3H_6), izobutan (i- C_4H_{10}), adaty butan (n- C_4H_{10}), butilen (C_4H_8) atmosfera şertlerinde gazgörnüşli halda bolup basysyň ulalmagynda bolsa olar suwuk hala öwürilýär. Olar suwuk (gysylýan we gysylan) uglewodorod gazlaryň düzümine girýärler.

Izopentandan (i- C_5H_{12}) başlap beýleki uglewodorodlar atmosfera şertlerinde suwuk halda bolup, olar benzin fraksiýalarynyň düzümine girýärler. Molekulalarynda uglerodyň atomy 18 we ondan hem köp uglewodorodlar ($C_{18}H_{38}$) atmosfera şertlerinde gaty halda düş gelýärler.

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	Omositel dyklyzlygy
Şatlyk	95,5 8	1,99	0,35	0,10	0,05	0,78	1,1 5	0,58

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

1.1. Gazlaryň şepbeşikligi

Şepbeşiklik diýip gazlaryň we suwuklylaryň bir böleginiň beýleki bölegine baglylykda typmagynyň ýa-da süýşmeginiň döredýän garşylyk häsiýetine aýdylýar. Birlik meýdandan gazyň iki gatlaýyklarynyň arasyndaky sürtülme guýçleriň birlik uzynlykdaky tizlekleriň üýtgemegine göni proporsional. Proporsionallyk koeffisiýentine gazyň absolyut ýa-da dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti diýilýär. Şepbeşiklik temperatura, basyş we göwrüm ýaly gaz ýagdaýynyň funksiýasy hem-de onuň häsiýetnamasy hökmünde ulanmak bolar. Uglewodorod gazlaryň şepbeşiligi 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 çykyan, içiki

sürtülme güýji otnositel tizligiň we şol gatlagyň galtaşýan meýdanynyň gradiýentine göni proporsinol.

Nýutonyň kanuny matematiki şeýle ýazylýar.

$$F = \mu S(d\omega/d\alpha) \quad (1.1)$$

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

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

$$v = \mu/\rho, m^2/c. \quad (1.2)$$

1.3-nji tablisa

Şepbeşikligiň birlik ýlçegleri indiki tablisada görkezilen

Lbt*S/ft ²	0,20482	737,34
Puaz	98,0066	353040
H*S/m ²	9,80066	35304
Kg.sag/m ²	2,7778*10 ⁴	1
Kg.s/m ²	1	3600
Birlik ölçegleri	Kg.s/m ²	Kg.sag/m ²

0,020885	0,000208	1
10	1	478,80
1	0,1	47,880
$2,8325 \cdot 10^5$	$28325 \cdot 10^6$	$1,3562 \cdot 10^3$
0,10197	0,010197	4,8824
$H \cdot S / m^2$	P_{uaz}	$L_{bt} \cdot S / ft^2$

Çep sütünü kese setire köpeltmeli.

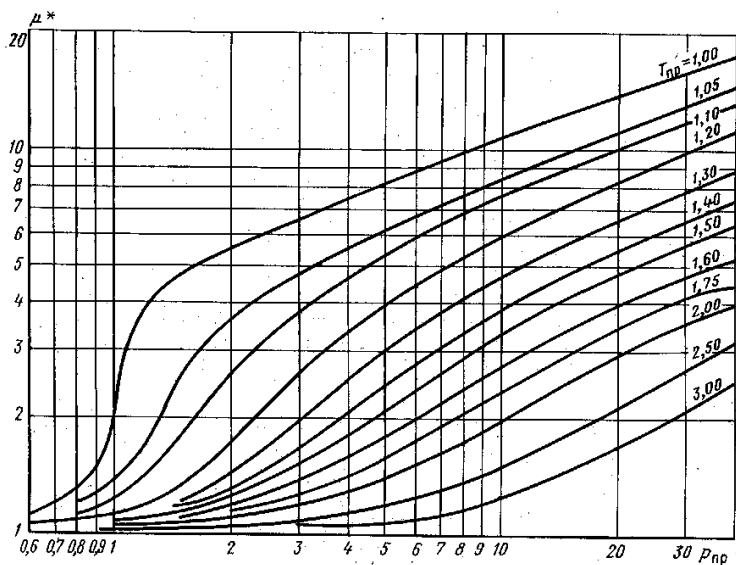
Getirme şepbeşikligiň μ^*_{get} ululygy 1.1-nji surat boýunça kesgitlenýär.

$$\mu^*_{get} = \mu(P, T) / \mu_{at}(P_{at}, T) \quad (1.3)$$

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

$$\mu_{at} = \sum_{i=1}^n \mu_i x_i M_i^{0,5} / \sum_{i=1}^n x_i M_i^{0,5} \quad (1.4)$$

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



Surat 1.1. Getirme şepbeşikligiň μ^* getirme basyşa we temperatura baglanşygy.

μ_{at} ululygy 1.1-njy suratda görkezilen grafikden ýa-da indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$\mu_{iaa} = 0,002669 \sqrt{M_i T} / \sigma_i^2 \Omega \mu_{iaa} \quad (1.5)$$

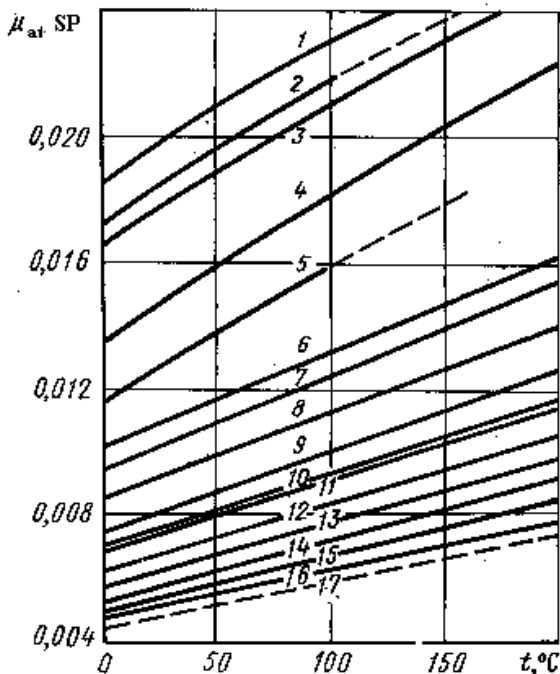
bu ýerde M_i –i komponentiň molekuýar massasy;

$\Omega \mu_{iat}$ – iteklemegiň integraly; T – gazyň temperaturasy; σ_i – potentsiallaryň ululygy.

σ_i we $\Omega \mu_{iat}$ hemişelik bahalaryny 1.1-nji we 5-nji tablisalar boýunça tapylýar. $\Omega \mu_{iat}$ tapmak üçin ilki aşakdaky ululygy hasaplanýar

$$T_i^* = T / (\epsilon/k)_i. \quad (1.6)$$

(ε/k) ululygy 1.1-nji tablisada berlen Polýar däl komponentler üçin $\sigma = 0$. Ω_{iat} bahasy T^* ululyga bagly 1.4-nji we 1.5-nji tablisalarda getirilen.



Surat 1.2. Gazlaryň şepbeşikliginiň atmosfera basyşynda temperatura bolan baglansygy: 1-geliý; 2-howa; 3-azot; 4-kömürturşy gazy; 5-kükürtli wodorod; 6-metan; 7-etilen; 8-etan; 9-propan; 10- i-butan; 11- n-butan; 12- n-pentan; 13- n-geksan; 14- n-heptan; 15- n-oktan; 16- n-nonan; 17- n-dekan.

**Polýar däl komponentler üçin itekleme integralynyň
bahasy**

T*	Δ						
	2,50	11,890	7,618	5,874	4,985	4,249	3,786
	2,00	10,340	6,637	5,126	4,282	3,723	3,329
	1,50	8,624	5,570	4,329	3,640	3,187	2,862
	1,00	6,739	4,439	3,511	3,004	2,665	2,417
	0,75	5,742	3,914	3,168	2,749	2,460	2,243
	0,50	4,833	3,516	2,936	2,586	2,329	2,130
	0,25	4,2660	3,3050	2,8360	2,5220	2,2770	2,0810
0	4,1005	3,2626	3,8399	2,5310	2,2837	2,0838	
0,1							
0,2							
0,3							
0,4							
0,5							
0,6							

3,435	3,260	2,933	2,746	2,451	2,228	2,053	1,912
3,028	2,788	2,596	2,435	2,181	1,989	1,838	1,718
2,614	2,417	2,258	2,124	1,913	1,754	1,630	1,532
2,225	2,070	1,944	1,838	1,670	1,544	1,447	1,370
2,072	1,934	1,820	1,725	1,574	1,461	1,374	1,306
1,970	1,840	1,733	1,644	1,504	1,400	1,321	1,259
1,9240	1,7950	1,6890	1,6010	1,4650	1,3650	1,2890	1,2310
1,9220	1,7902	1,6823	1,5929	1,4551	1,3551	1,2800	1,2219
0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,9	1,8

1,715	1,578	1,428	1,319	1,236	1,121	1,044	0,989
1,618	1,435	1,310	1,220	1,153	1,058	0,9955	0,9505
1,451	1,304	1,204	1,133	1,079	1,005	0,9545	0,9181
1,307	1,193	1,117	1,062	1,021	0,9628	0,9230	0,8935
1,251	1,150	1,083	1,035	0,9991	0,9473	0,9114	0,8845
1,209	1,119	1,059	10,016	0,9830	0,9360	0,9030	0,8780
1,1840	1,1000	1,0440	1,0040	0,9732	0,9291	0,8979	0,8741
1,1757	10,0933	1,0388	0,9986	0,9699	0,9268	0,8917	0,8727
2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0

0,948	0,916	0,890	0,850	0,821	0,798	0,780	0,764
0,9164	0,8895	0,8676	0,8337	0,8081	0,7878	0,7711	0,7569
0,8901	0,8678	0,8493	0,8201	0,7976	0,7730	0,7642	0,7512
0,8703	0,8515	0,8356	0,8101	0,7899	0,7790	0,7592	0,7470
0,8632	0,8456	0,8308	0,8065	0,7872	0,7712	0,7575	0,7455
0,8580	0,8414	0,8273	0,8039	0,7852	0,7696	0,7562	0,7445
0,8549	0,8338	0,8251	0,8024	0,7840	0,7687	0,7554	0,7435
0,8538	0,8379	0,8243	0,8018	0,7836	0,7683	0,7552	0,7346
8,0	9,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0

0,734	0,711	0,693	0,678	0,655	0,615	0,588
0,7289	0,7076	0,6905	0,6762	0,6534	0,6148	0,5895
0,7250	0,7047	0,6883	0,6745	0,6524	0,6148	0,5901
0,7221	0,7026	0,6867	0,6733	0,6516	0,6147	0,5903
0,7211	0,7019	0,6861	0,6728	0,6513	0,6145	0,5900
0,7204	0,7014	0,6858	0,6726	0,6512	0,6143	0,5894
0,7200	0,7011	0,6855	0,6724	0,6510	0,6241	0,5889
0,7198	0,7010	0,6854	0,6723	0,6510	0,6140	0,5887
25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	75,0	100,0

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

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

0,824	0,743	0,700	0,672	0,650	0,633	0,619	0,608
10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0
1,007	0,999	0,993	0,987	0,981	0,975	0,970	0,965
3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00	4,10
1,264	1,248	1,234	1,221	1,209	1,197	1,186	1,175
1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00
2,065	1,982	1,908	1,841	1,780	1,725	1,675	1,629
0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95

0,597	0,588	0,532	0,502	0,481	-	-
90,0	100,0	200,0	300,0	400,0	-	-
0,960	0,955	0,951	0,946	0,943	0,938	0,934
4,20	4,30	4,40	4,50	4,60	4,70	4,80
1,156	1,138	1,122	1,107	1,093	1,081	1,069
2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70
1,587	1,549	1,514	1,482	1,452	1,424	1,399
1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30

1.2. Guýyny derňemegiň esasy meseleleri

Gaz gatlaklaryny we guýysyny derňemek işleri teoretiki esasy, tilsimat-tehniki ýerine ýetirilişi bilen tapawutlanýan, özara baglanşykly usullaryň toplumyny öz içine alýar. Bu

derňewiň maglumatlary boýunça indiki parametrleri anyklanylýar.

1. Känleriň geometriki häsiýetnamasy: gazly rezerwuaryň umumy ölçegleri meýdany we kesigi boýunça gatlagyň umumy we netijeli galyňlygynyň üýtgemegi, ekranlaryň ýlçegi, gaz-suw çäginini ýagdaýy we onuň özleşdirmе prosesinde üýtgemegi.
2. Gatlagyň kollektorlyk we süzülme häsiýetleri (öýlülilik, geçirijilik, suwgeçirijilik, pýezogeçirijilik, gatlagyň gysylmagy, gazdoýgunlyk, gatlak düýp we üst basyşy we temperaturasy), gatlagyň meýdanlary we kesegi boýunça olaryň üýtgemegi, şeýle-de gaz guýularynyň sütün boýunça süzülme häsiýetleri.
3. Suwuklyklaryň we gazyň fiziki-himiki häsiýeti (şepbeşiklik, dyklyk, gysylmak koeffisiýenti, gazyň çyglylygy), gidratlaryň döremek şerti we olaryň känleri özleşdirmek prosesinde üýtgemegi.
4. Ulanmak prosesinde guýynyň sütünindäki gidrodinamiki we termodinamiki ýagdaýy.
5. Gatlakdaky, guýynyň sütünindäki we ýer üsti gaz, suwuklyk geçiriji turbadaky gazyň hereketinde fazaly ýagdaýyň üýtgemegi.
6. Guýynyň düýbüne suwuklyklaryň we gaty galyndylaryň düşmek we ýygnamak ýagdaýy, olary aýyrmagyň netijeliligi.
7. Poslama prosesiniň şerti, agressiw komponentler düzýän önümlerde guýy ulanylanda we derňelende onuň üýtgemeginiň derejesi we häsiýeti.
8. Guýularyň tilsimat iş düzgünine dürli ýagdaýlaryň bolmagynda seredilýär. Ýagny, gatlagyň düýbe ýakyn zonasynyň bozulmagy, daban suwlaryň bar bolmagy, önümlü gatлага we guýularyň sütünini gurşaýan sredalara temperaturanyň täsiri, känleriň köp gatlaklylygy we bir syhly bolmazlygy, alynýan

önümde agressiw komponentleriň bar bolmagy, guýuda ulanylýan enjamlaryň gurluşy we häsiýeti.

Ýokarda agzalan ululyklary öwrenmek üçin derňemegiň gazogidrodinamiki, geofiziki we tejribe usullary ulanylýar.

Derňemegiň tejribe usulyna gaz saklaýan obýektleriň we ondaky gazyň, suwuklygyň fiziki-himiki häsiýetini öwrenmeklik degişlidir. Meselem öýjüklilik, geçirijilik. Bu ululyklar tejribe şertinde uly bolmadyk nusgalarda derňelýar. Bu bolsa köplenç tebigy şertlerinde derňelen ululyklarynda tapawutlanýar we olary ähli ojak üçin aňlatmak kyn.

Geofiziki usulda derňelýän ululyklar hem guýynyň sütünine ýakyn meýdany häsiýetlendirýär. Oturdylmadyk guýuda geofiziki usul arkaly gaz doýgunly aralyklar, önümlü gatlagy üsti we dabany aýdyňlaşdyrylýar, öýjüklilik, gaz doýgunlylygy, netijeli galyňlygy, gaz-suw çägininiň ýagdaýy kesgitlenýär. Şol bir parametrler özleşdirme dýwründe oturdylan guýuda ýader-geofizikikasy arkaly kesgitlenýär.

Häzirki wagtda guýyny derňemegiň senagat-geofiziki usullaryndan debitometr we termometr giňden ulanylýar. Bu usullar bilen işleýän interwallary ýüze çykarylýar, aýratyn gatlaýyklaryň debitleri, süzülmegiň garşylyk koeffisiýentleri, geçirijilik we pýezogeçirijilik koeffisiýentleri kesgitlenýär.

Guýyny derňemegiň gazgidrodinamiki usulyna guýy saklanandan soňky basyşyň durnuklaşan görkezjisiniň alynmagy, guýyny kesgitli düzgüninde işe goýberlendäki (şaýbalaryň, ştuseriň, diafragmalaryň kesgitli diametri bilen) debiti we guýynyň dürli düzgünde işländäki debitiniň we düýp basyşynyň arasyndaky baglanşygyň indikator egrisiniň alynmasy degişlidir.

Gatlaklar we guýy baradaky maglumatlary almagyň bar bolan usullaryny iki topara şertli bölmek mümkin.

1. Göni usuly guýydan alynýan önümi we jynslaryň nusgasyny öwrenýär. Alynýan önümiň, öýjüklü sredanyň ululyklaryny kesgitleýän göni usulynyna

tejribe arkaly derňemegi degişlidir. Şeýle-de bu usula kawernometriýa, gaz karatažy we burawlama hadysasynda alynýan laýlary (palçyklary) öwrenmegi degişlidir.

2. Ýerli usullary geofiziki, termometriki, gazogidrodinamiki – dürli usullarynda ölçeyän ululyklar bilen alynýan önümleriň we gatlagyň fiziki häsiýetiniň baglanşygyny anyklaýar.

1.3. Gazogidrodinamiki derňewiň klassifikasiýasy

Gazogidrodinamiki derňewiň klassifikasiýasy bu derňewiň maksady bilen kesgitlenýär we goýlan meselä bagly bolýar.

Gaz ýatagyny öwrenmekligiň dürli tapgyrlarynda (özleşdirmek, senagat – synag ulanylyşy, kánleri özleşdirmek gazogidrodinamiki derňewe görkezilýän talaplar tapawutlydyr. Gaz guýysyny derňemek ilkinji, berlen wagtda geçirilýän we ýöriteleşdirilen görnüşlere bölünýär.

I. Ilkinji derňew ähli barlag we ulanylýan guýularda geçirilýär. Ilkinji derňew doly göwrümde geçirilýär we gatlagyň parametrlerini, onuň önümlilik häsiýetnamasyny kesgitlemäge, guýularyň çykaryjylyk mümkinçiligini şeýle-de debitiň düýp we üst basyşa hem-de temperatura baglanşygyny anyklamaga, akymda suwuk we gaty bölejigiň bar bolmagyny, zyňylmagyny hasaba almak bilen guýynyň iş düzgünini anyklamaga, başlangyç gatlak basyşyny, gatlagy açmagyň derejesini we hilini anyklamaga ygtyýar berýär.

Birnäçe ýagdaýlarda gaz guýysynyň ilkinji derňewi ähli gazly kesigi bir wagtda açmak mümkinçiligi anyklamak üçin kesik boýunça önümlilik häsiýetnamalary ýüze çykarmak maksady bilen bölekleýin aralyklarda geçirilýär. Düzgüne görä barlanýan meýdanda derňew gazy atmosfera goýbermek bilen geçirilýär.

Gaz guýysy ilkinji derňelende indiki parametrler kesgitlenýär.

1. Üstde statiki basyş anyklanylýar.
2. Üst ölçegi boýunça hasaplama arkaly ýa-da çuňluk manometrleri bilen gatlak basyşy kesgitlenýär.
3. Turbadaky ýa-da turba daşy giňeslikdäki ölçenen maglumatlary boýunça ýa-da çuňluk manometrleri arkaly guýynyň dürli iş düzgüninde düýp basyşyny kesgitlemek.
4. Kritiki akymyň şaýbaly ölçeyjiniň ýa-da diafragmaýy ölçeyjiniň maglumatlary boýunça guýularyň debitini kesgitlemek.
5. Basyşyň durnuklaşmagy we dikelmegi özü ýazýan manometr arkaly ýazga geçirilýär, bu gurluş ýok ýagdaýynda kesgitli wagt aralygynda nusgalyk manometri arkaly amala aşyrylýar.

Giljekde basyşyň durnuklaşmagyny we dikelmeginiň egrisini gaýtadan işlemek üçin basyş wagta baglanyşdyrylan bolmaly. Basyşy ýazga geçirmegiň ýygylgy şol guýuda basyşyň ösmek ýa-da düşmek depgininden ugur alyp kesgitlenýär. Gowy geçirijilikli kollektorlar üçin basyşyň ölçegleri 0, 5, 1 we 2 minutdan alynýar (başlangyç döwürde). Soňra basyşy ölçemegiň ýygylgy az-azdan 5, 10, 30 we 60 minuda çenli kiçeldilýär. Pes geçirijilikli gatlakda basyşyň doly durnuklaşmagy we dikelmegi üçin guýy bir gije-gündiz we oandan hem köp saklanýar. Häzirki wagtda bar bolan gazogidrodinamiki usullary alynýan maglumatyň hilini we görümini saklamak bilen guýulary barlamagyň möhletini düýpli gysgaltmaga ygtyýar berýär.

6. Dürli düzgünde, şeýle-de basyşyň durnuklaşmagynda we dikelmeginde düýpde we üstde gazyň temperaturasyny kesgitlemek.

7. Dürli düzgünde çykarylýan suwuň, kondensatyň we gaty galyndylaryň mukdaryny kesgitlemek.

8. Dürli düzgünlerde gazyň, suwuň we kondensatyň nusgalary alynýar we olaryň düzüminde agressiw komponentleriň bar bolmagynda basyşyň we temperaturanyň üýtgemegine baglylykda olaryň fiziki-himiki häsiýetini kesgitlemek.

II. Berlen wagtdaky derňew ýatagy özleşdirme prosesinde ulanylýan guýyda geçirilýär. Berlen wagtdaky derňewiň esasy maksady özleşdirilişi anyklamak (analiz) we barlamak (kontrol) üçin zerur maglumatlary almak.

III. Ýöriteleşdirilen derňewe indiki işler degişlidir.

1. Ýörite saýlanan guýyda gaz-suw çäginini ýagdaýyna barlagy (kontrol).
2. Dürli iş düzgüninde guýy enjamlarynyň poslama derejesini öwrenmek.
3. Özleşdirmek prosesinde aýratyn gatlaklary tapdan düşürmek derejelerini we bilelikde açylanda bir gatlakdan beýlekä gaz akymynyň akyp bilmegini kesgitlemek.
4. Çyglylygyň uly mukdarynyň täsirini we düýbe ýakyn zolagyň ýumrylmagyny öwrenmek.
5. Guýynyň önüm berijiligini ýokarlandyrmak boýunça işleri geçirmek.

1.4. Guýyny gaz gidrodinamiki derňewe taýýarlamak

Guýyny gaz gidrodinamiki derňewe taýýarlamak aşakdakylara şertlenýär.

1. Derňewiň ähmiýeti (ilkinji, häzirki, ýörite) we talap edilýän maglumatlaryň göwrümi.
2. Känleriň geologiki aýratynlyklary we alynýan önümleriň hem-de öýjükli sredalaryň häsiýetnamasy, ýagny, çyglylygyň köp mukdarynyň bolmagy (sowadylan suwlar, kondensat) we gazyň düzüminde agressiw komponentleriň bolmagy, düýbe ýakyn zolagyň bozulmagynyň mümkin

bolmagy, barlag prosesinde guýynyň sütüninde gidratlaryň döremegi, daban suwlarynyň böwsülmegine we beýlekilere baglydyr.

3. Guýynyň konstruksiýasy we ulanylýan çuňluk enjamlary.
4. Ojagy işe taýýarlama derejesi, ýagny gazlary ýygnamak we gutarmak boýunça ýer üsti kommunikasiýasynyň barlag prosesinde guýynyň debitini, basyşyny we temperaturasyny çäklendirýän faktorlaryň bolmagy.

Burawlamadan çykan guýulary barlamadan öň ony özleşdirmek zerurdyr, bu ýagdaýda düýpde çäge-toýun dykysynyň döremegine ýol bermeli däl. Gatlagyň bozulmagy we daban suwunyň boursülmeginiň mümkin bolan şertinde gatlakda uly depressiýanyň bolmagyna ygtyýar berilmeýär. Garaşylýan debite baglylykda zaboýda gaty we suwuk galyndylaryny gaz akymynyň zyňmagyny üpjün edýän çüwdürim turbasynyň konstruksiýasyny saýlamak zerurdyr.

Guýyda ilki bilen kiçi diametrli şaýba (ştuser) oturdylýar. Şaýbanyň diametri yzygider ulanylyp 4-5 nokat alynýar. Soňra şaýbanyň diametrini başlangyç ýagdaýyna çenli ters ugurda 4-5 nokat alynýar. Üfletmek işiniň düzgünine görä her düzgüne 30-40 minut sarp edip 2-3 döwür geçirilýär.

Üflemek işinde separasion gurlyşyň kömegi bilen gaz akymyndaky galyndylaryň zyňylmagyna gözegçiligi amala aşyrylýar. Guýyny özleşdirmegiň we üflemegiň köp döwürleýin usuly düýbe ýakyn zolagy has netijeli arassalamaga we alynan egri boýunça onuň arassalanyş derejesini kesgitlemäge ygtyýar berýär. Soňky döwür bilen öňkiniň gabat gelmegi eger-de önümlü guýa täsir edýän (täze önümlü gatlaklaryň bolmagy) başga sebäpleri ýok bolsa düýbi arassalamak işiniň ahyry hasap edilýär. Guýa täsir edip biljek beýleki ýagdaýlary çuňluk debitomerleri, şumomerleri, termometrleri bilen derňemegiň netijesinde barlanýar. Ojagy özleşdirmegiň döwürlerine, derňewiň maksadyna we

ähmiýetine, känleriň häsiýetnamasyna baglylykda gaz gidrodinamiki derňewi geçirmek üçin guýynyň ustýasyny enjamlaşdyrmak esasy iki shema boýunça geçirilýär.

Senagat gaz ýygnaýjy punkta birikdirilmedik guýularyň üsti gaz gidrodinamiki derňewden öň lubrikator, ölçeýji manometr, separator, harçlama ölçeýji, termometrler we fakel üçin zyňyjy liniýa bilen enjamlaşdyrylýar. Bellenen programma baglylykda görkezilen shemalaryň aýratyn düwünleriniň üýtgemegi mümkin. Eger-de çuňluk debitomerlerini geçirmek, ýa-da enjamlar bilen düýp basyşyny we temperaturasyny ölçemek çaklanýan bolsa, onda adaty lubrikatoryň ornuna tanapda (kabel) enjamlary goýbermek üçin lubrikatorlar oturdylýar. Eger-de çykarylýan gazda çyglylygyň uly mukdaryna garaşylmaýan we çuňluk enjamlaryny goýbermegiň zerurlygy ýok bolsa, onda düýp we gatlak basyşyny üst ölçegleri boýunça hasaplama ýoly bilen kesgitlemek mümkin we guýynyň üstüni lubrikator bilen enjamlaşdyrmagyň zerurlygy ýok. Tejribede şeýle ýagdaýlar çyn bolmadyk, kiçi galyňlykly gaz kâninde, daban suwlarynyň, suwuklyk ýa-da çäge dykylarynyň döremek şerti ýok bolanda, gazyň düzümindäki agyr (uglewodorodlaryň) komponentleri ujypsyz bolmagynda gabat gelýär.

Senagat gaz ýygnaýjy puktyna birikdirilen guýynyň üstüni utgaşdyrmagyň has giňden ýaýran shemasynda olaryň hersinde özbaşdak barlag geçirmek göz önünde tutulýar. Şeýle shema guýynyň üsütni lubrikator, barlag manometrler, termometrler we derňelýän guýyny barlag liniýasyna birikdirmek bilen enjamlaşdyrylmagyny talap edýär. Gazyň harçlanşyny barlag liniýasynda oturdylan mukdar ölçeýjiniň maglumatlary boýunça kesgitlenýär. Şeýle derňewi geçirmek üçin umumy kollektoryň girelçesi a zadwižka bilen ýapylýar, barlag liniýasy 2 bolsa zadwižka bilen açylýar. Känler özleşdirmäge girizilende guýa inhibitory bermegiň zerurlygy özleşdirmegiň taslamasynda önünden seredilýär. Gaz gidrodinamiki we toplumlaýyn (senagat geofiziki) derňew

köplenç senagat gaz ýygnaýjy punkta birikdirilen guýyda geçirilýär. Barlaga birikdirilen guýynyň esasy artykmaçlygy gazy atmosfera goýbermesiz derňew işini geçirmegiň mümkinçiligidir.

Emma gaz geçirijä gazy goýbermek bilen derňelende gatlagyň we üst (separatordan soňky) basyşlarynyň arasyndaky tapawudy gatlakdan düýbe çenli, guýynyň sütüni boýunça gazyň hereketindäki basyş ýitgisi bilen deňleşen bolmaly. Köplenç ýagdaýda pes basyşly gatlagy açýan guýularda, özleşdirmegiň ahyrky döwründäki ähli kánlerde gazy gaz geçiriji goýbermek bilen derňelende kesgitli kynçylyklara duş gelinýär. Bu gaz geçirijidäki basyşyň separatordan soňky üst basyşynyň arasyndaky uly bolmadyk tapawudy bilen baglanşykly, derňew düzgüniniň sanyny çäklendirýär. Gaz ýygnaýjy punkta birikdirilen guýyny derňelende kesgitli basyşdan galan düzgüninde gazy atmosfera goýbermek bilen derňew geçirmek üçin fakel liniýasy göz önünde tutulan.

1.5. Gazyň absolýut basyşyny we saklanan guýynyň düýp basyşynyhem-de işleýän guýynyň düýbündäki basyşy kesgitlemek

Gazyň absolýut basyşy artykmaç (manometriki) P_a we barometriki P_b basyşyň jemi görnüşinde kesgitleýär

$$P = P_a + P_b \quad (1.7)$$

Artykmaç basyş manometrler bilen, barometriki barometrler bilen ölçenýär.

Ölçenen (belli) barometriki basyşynda absolýut basyşy (kgg/sm^2) indiki formuladan kesgitlenýär

$$P = P_a + P_b/735,56 \quad (1.8)$$

$$\eta = \frac{rrt}{g}$$

Saklanan guýynyň düýp basyşyny kesgitlemek

Ýapyk guýynyň düýbündäki basyş çuňluk manometrleri bilen ölçemek ýa-da guýynyň agzyndaky sratiki basyşy boýunça hasaplamak arkaly kesgitlenýär.

Guýular ýapylandan soňra düýp basyşy doly durnuklaşanda alynýan ululygy gatlagyň basyşy hasaplanylýar.

Eger guýy ýapylandan soňra basyş uzak wagtyň dowamynda össe ýa-da tehnik sebäplere görä guýy saklanmasa, onda dürli düzgünde guýyny derňemegiň nerijeleri boýunça ýa-da basyşyň dikelme egrisi boýunça gatlak basyşyny hasaplamagyň ýakynlaşdyrma usullary ulanylýar.

Saklanan guýynyň düýbündäki basyşy indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$P_{\text{düýp}} = P_{\text{üst}} \exp(0,03415 \frac{\bar{\rho}L}{Z_{\text{ort}} \cdot T_{\text{ort}}}) \quad (1.9)$$

ýa-da

$$P_{\text{düýp}} = P_{\text{üst}} L^s \quad (1.10)$$

bu ýerde

$$S = 0,03415 \left(\frac{\bar{\rho}L}{Z_{\text{ort}} \cdot T_{\text{ort}}} \right) \quad (1.11)$$

$P_{\text{üst}}$, $P_{\text{düýp}}$ – laýyklykdaky üst we düýp basyşlary, kgg/sm^2 ; L – guýynyň çuňlugy, m ; $\bar{\rho}$ – gazyň otnositel dykzlygy; $Z_{\text{ort}} - P_{\text{ort}}$ we T_{ort} bolanda gazyň aşa gysyjylyk koeffisiýenti.

Guýynyň ortaça temperaturasy

$$T_{\text{ort}} = (T_{\text{düýp}} - T_{\text{üst}}) / \ln \frac{T_{\text{duyp}}}{T_{\text{ust}}} .$$

Bu ýerde $T_{üst}$, $T_{düýp}$ – laýyklykdaky üst we düýp temperaturasy, K.

(1.9)-(1.11) formulalar boýunça düýp basyşy kesgitlemegiň tertibi.

Üst basyşy $P_{üst}$ boýunça getirme üst basyşyny $P_{get.üst} = P_{üst}/P_{çak}$ tapmaly, şeýle-de ortaça getirme temperaturasyny

$$T_{get} = T_{ort}/T_{çak}$$

Alynan $P_{get.üst}$ we T_{get} üçin $Z_{üst}$ kesgitlenýär.

S hasaplap $L_{çak}^s$ takmynan bahasy soňra bolsa $P_{ort.tak} = P_{üst}(1+L_{tak}^s/2)$ kesgitlenýär.

$P_{ort.tak}$ bilip, takmynana getirme ortaça basyşy kesgitläris, soňra Z_{ort} taparys.

Z_{ort} boýunça S kesgitläris hem-de $P_{düýp} = P_{üst}L^s$ hasaplarys.

Işleýän guýynyň düýp basyşyny kesgitlemek

Işleýän guýynyň düýbündäki basyşy çuňlyk manometrler bilen ölçemek ýa-da üst basyşyň bahasy bilen hasaplamak arkaly kesgitlemek bolar.

$$P_{düýp} = \sqrt{P_{ust}^2 l^{2s} + 1,377\lambda \frac{Z_{ort}^2 T_{or}^2}{d_{ic}^5} (l^{2s} - 1)} Q^2 \quad (1.12)$$

bu ýerde λ - ölçegsiz gidrawliki garşylyk koeffisiýenti; d_{ic} – çüwdürim turbasynyň (ulanylýan kolonanyň) içki diametri, sm; Q - standart şertde gazyň debiti, mň.m³/sut.

Gidrawliki garşylyk koeffisiýenti gazyň hereketiniň düzgünine we turbanyň diwarynyň üstüne bagly. Guýyda gazyň tizliginiň λ koeffisiýentine bagly bolan esasy ululyklary Reýnoldsyň sany we turbanyň бүдүр-сүдүрлiligi bolup durýar.

$$R = k \frac{Q\bar{\rho}}{d_{ic}\mu}, \quad (1.13)$$

$$\varepsilon = 2 \ell_k / 10 d_{iç} \quad (1.14)$$

bu ýerde ℓ - absolýut bdr sdrliligi, mm; Q - gazy debiti, m.m³/sut; $d_{iç}$ – diametri, sm; μ - dinamiki epbeiklik, sP; k – legli korffisiýenti, kg²/m⁴.

20 °C we 760 mm.sim.st. bolanda $k = 1777$;

0 °C we 760 mm.sim.st. bolanda $k = 1910$.

Laminar akymda λ bdr sdrliligi dybnden bagly dl we indiki formula boýunça lenr

$$\lambda = 64 / Re \quad (1.15)$$

Trubulent akymda λ koeffisiýenti Re we ε funksiýasy bolup durar we indiki formula boýunça kesgitlenr

$$\lambda = \frac{1}{4 \left(\lg \left(\frac{5,65}{Re^{0,9}} + \frac{\varepsilon}{7,41} \right) \right)^2} \quad (1.16)$$

Uly harlanmada λ Re bagly bolanda trubulent awtomodelligi yze ykar

$$\lambda = \left(\frac{1}{2 \lg \frac{7,41}{\varepsilon}} \right)^2 \quad (1.17)$$

Eger turbalar aýratynam gazda afressiw komponentler we gaty galyndylar bolanda uzak wagty dowamynda ulanylsa bdr-sdrliligi balangy bahasyna gabat gelmez. Bu ýagdaýda (1.15)-(1.17) formulalarda ýa-da grafik boýunça kesgitlenen λ bahasy hakyka gabat gelmez.

Turbalar	Turbanyň ýagdaýy	Absolýut bütür-südürliligi
Aýnadan we reňkli metaldan bitewi polaty	Täze, tehniki ýylmanak	0,0015
Polat (NKT) Bitewi Swarkaly Swarkaly	Täze Täze Birnäçe ýyl ulanylandan soň	0,014 0,050,2

1.6. 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

$$T(R) = T_{gat} - D_i (P_{gat} - P_R) \frac{\ln[1 + GC_p \tau / \pi h C_{dj} R^2]}{\ln R_c / R}, \quad (1.18)$$

bu ýerde $T(R)$ – guýynyň düýbünden R aralykda gatlakdaky gazyň temperaturasy; D_i – gatlak şertlerinde Joule-Tomsonyň koeffisiýenti.

Basyşa P , temperatura we gazyň düzümine laýyklykda özüniň teoretiki D_i koeffisiýenti bolmaly. Emma amaly hasaplamalar R_c –den R_g çenli aralykda gatlagyň basyşynyň we temperaturasynyň hem-de gazyň düzüminiň ujypsyz üýtgemeginde D_i ululygy az üýtgeýär we ony P_{gat} , T_{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 massalaýyn harçlanşy, kg/s. Pudaklaýyn standart boýunça gazyň göwrümleýin harçlanşy $müň.m^3/sut$ belli bolanda massalaýyn harçlanşy G indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$G = 0,015 \bar{\rho} Q, \quad (1.19)$$

bu ýerde $\bar{\rho}$ – gazyň otnositel dykzlygy; Q – gazyň göwrümleýin harçlanşy, $müň.m^3/sut$; C_p – gatlak şertlerinde gazyň ýylylyk sygymy, $J/kg \cdot K$. Gatlakda basyşyň uly düşmeginde C_p ululygy R_g -dan R_c çenli aralykda interwallaýyn hasaplanan bolmagy; τ – guýularyň işlän wagty, s; h – gatlagyň galyňlygy, m; $C_{d,j}$ – dag jynsynyň göwrümleýin ýylylyk sygymy, $J/m^3 \cdot K$, dag jynsynyň düzümine we doýgunlylygyna baglylykda 1.2-nji tablisa boýunça kesgitlenýär.

Guýy işlände gatlakda temperaturanyň umumy düşmegi indiki formuladan kesgitlener

$$\Delta T = T_{get} - T_d = D_i (P_{gat} - P_d) \frac{\ln[1 + GC_p \tau / \pi h C_{d,j} R_g^2]}{\ln R_c / R_g} \quad (1.20)$$

Gatlakda temperaturanyň ýaýramagyny kesgitlemek üçin indiki formulany ulanyp, basyşyň radiusa bolan baglanşygyny gurmak zerurdyr

$$P(R) = \left[P_3^2 + \frac{Q \mu Z P_{at} T_{gat}}{\pi k h T_{st}} \ln \frac{R}{R_c} + \frac{Q^2 \rho_{at} P_{at} Z T_{gat}}{2 \pi^2 l h^2 T_{st}} \left(\frac{1}{R_g} + \frac{1}{R} \right) \right]^{1/2} \quad (1.21)$$

bu ýerde μ , Z – gazyň degişli şepbeşiklik we aş gysyjylyk koeffisiýentleri; k – geçirijilik koeffisiýenti; l – makro tekiz dällik koeffisiýenti; Q – gazyň göwrümleýin harçlanşy; T_{st} –

standart temperatura; ρ_{at} – standart şertde gazyň dykyzlygy; 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) formula boýunça $T(R)$ bahasyny kesgitleýis.

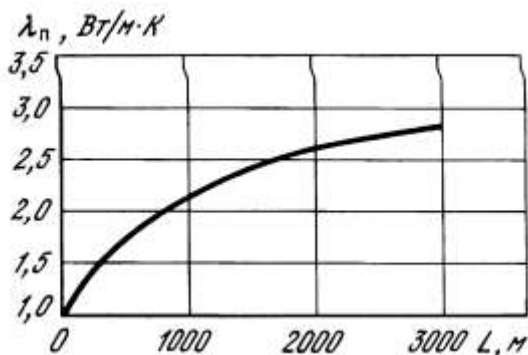
Işleýän gaz guýysynyň sütüninde gazyň temperaturasynyň ýaýramagyny kesgitlemek

Işleýän gaz guýusynyň sütüniniň x çuňlygyndaky gazyň temperaturasy indiki formulada kesgitlenýär

$$T_\kappa = T_{gat} - \Gamma x - \Delta T l^{-\alpha x} + \frac{1 - e^{-\alpha x}}{\alpha} \left[-D_i \frac{P_d - P_x}{x} - \frac{A}{C_p} \right] \quad (1.22)$$

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 - (1.20) 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 1.3 Dag jynsynyň ýylyk geçirijiliginiň $\lambda_{d,j}$ 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 kanagatlandyrýar. Düşp 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 koeffisiýent

$$\alpha = 2\pi\lambda_{dj}/GC_p f(\tau), \quad (1.23)$$

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 strukturasy, olaryň doýgunlaşmagyna bagly. λ_{dj} takyk kesgitlemek üçin guýynyň

kesigindäki özüniň ýylylyk fiziki hzsiýeti bilen tapawutlanýan her interwal üçin λ_{dji} ululykgyny bilmek zerurdyr.

Düzgüne görä kesik boýunça şeýle takyk maglumaty ýok. Şonuň üçin hasaplamalarda atadça λ_{dj} aralyk ululyklary ulanylýar.

λ_{dji} interwallaýyn bahasy belli bolanda ýylylyk geçirijiligiň ortaça ölçenen koeffisiýenti indiki formuladan kesgitlenýär

$$\lambda_{djort} = \sum_{i=1}^n \lambda_{dji} h_i / \sum_{i=1}^n h_i \quad (1.24)$$

Düzümi bilen tapawutlanýan dürli dag jynsy üçin λ_{dji} bahasy 1.1, 1.2-nji tablisada getirilen.

$f(\tau)$ – oturtma sütüni goýberilmedik guýy üçin indiki formuladan kesgitlenýän wagtyň ölçeg birleksiz funksiýasy

$$f(\tau) = \ln[1 + \sqrt{\pi \lambda_{dj} \tau / C_{dj} R_g^2}] \quad \text{ýa-da}$$

$$f(\tau) = \ln[1 + \sqrt{\pi a_{dj} \tau / R_g^2}] + \lambda_{dj} / \alpha_{dj} R_g. \quad (1.25)$$

Eger guýy $R_{süt}$ radiusly sütün oturdyan bolsa we sütüniň içki giňişligi boýunça flýuid hereket edýän bolsa, onda $f(\tau)$ bahasy indiki formuladan hasaplanýar

$$f(\tau) = \lambda_{dj} \left[\frac{1}{\lambda_{cl}} \ln \frac{R_g}{R_{sut}} + \frac{1}{\lambda_{dj}} \ln[1 + \sqrt{\pi a_{dj} \tau / R_g^2}] \right] + \lambda_{dj} / \alpha_{sut} R_g \quad (1.26)$$

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 (1.26) formulany indiki görnüşde kabul ediler.

$$f(\tau) = \lambda_{dj} \left[\frac{1}{\lambda_c} \ln \frac{R_{sut}}{R_t} + \frac{1}{\lambda_{cl}} \ln \frac{R_g}{R_{sut}} + \frac{1}{\lambda_{dj}} \ln \left(1 + \sqrt{\pi a_{dj} \tau / R_g^2} \right) \right] + \lambda_{dj} / \alpha_t R_g \quad (1.27)$$

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

$$\alpha = \frac{\lambda_f}{2R_p} Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43},$$

$$Re = 2G/\pi R_p \mu_f, \quad Pr = \mu_f C_f / \lambda_f, \quad (1.28)$$

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

$$R_p = R_1 - R_2. \quad (1.29)$$

Hasaplamalarda α_d , $\alpha_{süt}$, we α ululyklaryň ulanyş guýulary üçin harçlanma häsiýetiniň kiçiligi sebäpli olara üns berilmeýär.

Eger çüwdürin turbasynyň dabany önümlü gatlagyň örtüginden has ýokarda ýerleşýän bolsa, onda dabandan aşakdaky temperaturany kesgitlemek üçin (1.26) hasaba almak bilen (1.22) formula ulanylýar.

Mysal 1. Indiki başlangyç maglumatlarda guýynyň düýbündäki gazyň temperaturasyny kesgitlemek: $P_{gat} = 26,2$ MPa; $T_{gat} = 410$ K; $P_d = 22,2$ MPa; $h = 50$; $R_{ç} = 500$ 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 ulanylýar. 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. (1.20) formuladan T_d kesgitläris:

$$T_d = 410 - 0,972(26,2 - 22,2) \frac{\ln \left[1 + \frac{0,015 \cdot 1200 \cdot 0,6 \cdot 3132 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 50 \cdot 0,1^2} \right]}{\ln 500 / 0,1} = 404,3 K$$

Mysal 2. Işleýän gaz guýysynda gaz çüwdürim turbasy we turba ara halkaly giňeşligi boýunça hereket edende gatlagyň örtüginden $x = 1000$ m aralygynda gazyň temperaturasyny indiki başlangyç maglumatlarynda kesgitlemek: $G = 0,2$ kg/s; $\tau = 2,59 \cdot 10^6$ s; $T_{gat} = 333$ K; $T_d = 330$ K; $\Gamma = 0,02$ grad/m; $R_g = 0,12$ m; $R_{süt} = 0,084$ m; $R_t = 0,037$ m. Çüwdürim turbalaryň içinde we daşynda gaz sredasy bar. $\lambda_c = \lambda = 0,4$ Wt/m*K; $\lambda_{dj} = 0,4$ Wt/m · K; $\lambda_s = 0,37$ Wt/m*K; $a_s = 2,5 \cdot 10^{-7}$ m³/s; $C_{dj} = 3,1 \cdot 10^3$ J/kg · K. Hasaplamada $[D_i(P_d - P_x)/x - A/C_p] \ll \Gamma$ kabul edilen.

1. Gazıyň çüwdürim turbasy boýunça hereketindäki hasaplamalar. λ , α_{dj} we λ_s minimal bahasy üçin (1.27) 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 (1.23) 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

$$T_d = 333 - 0,02 \cdot 1000 - 3 \cdot e^{-10000 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3}} + 0,365 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 (1 - e^{-1000 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3}}) = 327,9 K.$$

$\lambda_{dj} = 7 \text{ Wt/m} \cdot \text{grad}$, $a_{dj} = 20 \cdot 10^7 \text{ m}^2/\text{s}$ we $\lambda_s = 0,5 \text{ Wt/m} \cdot K$ maksimal bahasy üçin

$$f(\tau) = 7 \left[\frac{1}{0,04} \ln \frac{0,084}{0,037} + \frac{1}{0,5} \ln \frac{0,12}{0,084} + \frac{1}{7,0} \ln \left(1 + \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 10^{-7} \cdot 2,59 \cdot 10^6}{0,12^2} \right) \right] = 15,18$$

$$\alpha = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7}{3,1 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 15,18} = 0,467 \cdot 10^{-3},$$

$$T_d = 333 - 0,2 \cdot 1000 - 3 \cdot e^{-10000 \cdot 0,467 \cdot 10^{-3}} + 0,02 \cdot 0,467 \cdot 10^{-3} (1 - e^{-1000 \cdot 0,467 \cdot 10^{-3}}) = 327,08 K.$$

2. Gazıyň turba ara giňişligi boýunça hereketindäki hasaplamalar. Bu ýagdaýda hem λ , a_{dj} we λ_s minimal we naksimal bahasy üçin temperatura hasaplanar. $\lambda = 0,4 \text{ Wt/m} \cdot K$, $a_{dj} = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ we $\lambda = 0,37 \text{ Wt/m} \cdot K$ minimal bahasynda

$$f(x) = 0,4 \left[\frac{1}{0,37} \ln \frac{0,12}{0,084} + \frac{1}{0,4} \ln \left[1 + \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 10^{-7} \cdot 2,59 \cdot 10^6}{0,12^2} \right] \right] = 2,95.$$

$$\alpha = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4}{3,1 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 2,95} = 0,374 \cdot 10^{-3},$$

$$T_d = 333 - 0,02 \cdot 1000 - 3 \cdot e^{-1000 \cdot 1,374 \cdot 10^{-3}} + \\ + 0,02 \cdot 1,374 \cdot 10^{-3} (1 - e^{-1000 \cdot 1,374 \cdot 10^{-3}}) = 323,12 K$$

λ_s , a_{dj} we λ_s maksimal bahasynda

$$f(x) = 7 \left[\frac{1}{0,5} \ln \frac{0,12}{0,084} + \frac{1}{7,0} \ln \left[1 + \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 10^{-7} \cdot 2,59 \cdot 10^6}{0,12^2} \right] \right] = 8,53.$$

$$\alpha = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7}{3,1 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 8,53} = 8,26 \cdot 10^{-3},$$

$$T_d = 333 - 0,02 \cdot 1000 - 3 \cdot e^{-1000 \cdot 8,26 \cdot 10^{-3}} + \\ + 0,02 \cdot 8,26 \cdot 10^{-3} (1 - e^{-1000 \cdot 8,26 \cdot 10^{-3}}) = 315,1412 K$$

Çüwdürim turbasy we halkaly giňeşligi boýunça hereketindäki gazyň temperaturasynda alynan tapawudy turba ara giňişlikdäki gazyň ýylylyk saklaýjylygy bilen baglansykly.

II. ÖNÜMLI GATLAKLARY ÖWRENMEGIŇ USULLARY WE MAKSADY

Haýsydyr bir ulanylyş nokadynyň özleşdirme ulgamyny döretmek üçin bu obýektiň nebiti we gazy çykarmagyň tilsimat işlerine täsirini görkezip bilýän ähli häsiýetini bilmegi talap edýär. Şeýle häsiýet örän köp we olary öwrenmek juda çylşyrymly we köp zähmeti talap edýän meseleli bolup durýar.

Gatlagyň birnäçe häsiýetini ondan alynýan dag jynsynyň nusgasyny, suwuklyklary we gazy göni tejribede derňemek arkaly öwrenmek mümkin.

Tejribe usulynyň uly praktika ähmiýeti bar, ýöne olaryň mümkinçilikleri çäklendirilen.

Nebit, gaz srnagat praktikasynda gatlak bilen baglansykly başga häsiýetini öwrenmegiň esasynda gatlagyň bizi gyzyklandyrýan häsiýetini san taýdan bahalandyrmaga ygtyýar berýän toplumlaýyn ýerli usullar giňden ulanylýar. Bulardan senagat-geofiziki we gidrodinamiki usullary has wajyp bolup durýar.

Känleri öwrenmekde geofiziki usullary esasyalaryň biri bolup durýar. Gatlagyň häsiýetleri öwrenilende onuň kesik we meýdan boýunça üýtgemegi takyklyk derejesini peseltýär.

Derňemegiň gidrodinamiki usulynyň düýp esasy gatlakda gazyň we suwuklygyň syzylmagynyň kadalaşan we kadalaşmadyk hadysasynda düýp basyşy we guýynyň debitleriniň ölçenen maglumaty boýunça gatlaklaryň we guýynyň birnäçe zerur gidrodinamiki häsiýetnamalaryny kesgitlemekden ybaratdyr.

2.1. Guýyny we gatlaklary gidrodinamiki derňemegiň esasy usullary

Senagat praktikasynda ulanylýan gidrodinamiki derňewiň ähli usullary iki esasy toparlara bölünýär: 1) gatlakda suwuklyklaryň ýa-da gazyň syzylmagynyň kadalaşan

hadysasynda debitiň we basyşyň senagat ölçenmegine esaslanan usuly; 2) kadalaşmadyk hadysada debitleriň we basyşyň wagta görä üýtgemegine gözegçilik edilmegine esaslanan usuly.

Durnukly çykaryş usuly täsirli ulanyş we basgylaýjy guýularyň ähli görnüşinde ulanylýar.

Ulanyşyň kadalaşan düzgüninde düýp basyşyň ulylygynyň we guýynyň debitiniň arasyndaky baglanyşygy ýüze çykarmak üçin derňewiň ýörüte döwürleri geçirilýär. Her şeýle döwürde guýy debitiň we düýp basyşyň ululygy bilen tapawutlanýan birnäçe kadalaşan düzgüninde ulanylýar.

Çüwdürim guýusynda düzgüni çalyşmak zyňyjy liniýada başga ýlçegli (kesigi) ştuseri oturtmak arkaly amala aşyrylýar; kompressorly guýyda – basyşy we berilýän işçi agentiniň (gaz ýa-da howa) harçlansyny üýtgetmek arkaly; ştanga nasosy bilen enjamlaşdyrylan guýyda – balansiriň gelip gitme sanyny, ýylmanan ştogyň hereketiniň uzynlygyny ýa-da nasosyň asylan çuňlygyny üýtgetmek bilen; merkezden daşlaşdyrylan elektrik nasosy bilen enjamlaşdyrylan guýyda – ştuserleri oturtmak ýa-da beýleki usullary arkaly geçirilýär.

2.2. Izobar kartasynyň kömegi bilen gatlagy derňemek

Izobar karta usuly gatlagy bitewiligine ýa-da onuň aýry iri meýdanlaryny derňemek üçin ulanylýar.

Bu usulda ähli ýa-da öwrenilýän gatlagyň aglaba guýularynda gatlak basyşynyň ýlçenmegine seredilýär. Bu maglumatyň esasynda gatlakda basyşyň ýaýramagynyň umumy şekili saratlandyrylar we izobar kartasy diýip atlandyrylar.

Gatlagyň birmeňzeş bahaly basyş nokatlaryny birikdirýän çyzygyň ulgamy haýsydyr bir kesgitli üste gabat getirilýär.

Kese tekizlige gabat getirilen izobar kartalary gatlagyň dürli nokatlarynda suwuklyklaryň we gazlaryň hereketiniň

tizligini kesgitlemek üçin, kânleriň dürli meýdanyndaky hem-de çäkten daşky meýdanlardaky suwuklyk geçirijiligini kesgitlemek üçin ulanylýar.

Izobar kartasy pýezometriki diýip atlandyrylýan birnäçe şertli üsti şekillendirilýär.

Derňew we tejribe adaty şertli pýezometriki üstüň kânleriň ähli meýdany boýunça geregiçe akgyňly bolýandygyny görkezýär. Guýynyň täsir edýän uly bolmadyk meýdanynda bu üst uly guýguç forma eýe bolýar we pýezometriki ýa-da depressiýa guýgyjy diýilýär. Nebit we gaz çykaryjy kärhanalarda izobar kartalary depressiýa guýgijyny almazdan pýezometriki üsti şekillendirilýär. Şeýle ýönekeýleşdirilmegine garamazdan zerur praktiki meseleleriň hataryny çözmäge mümkinçilik berýär.

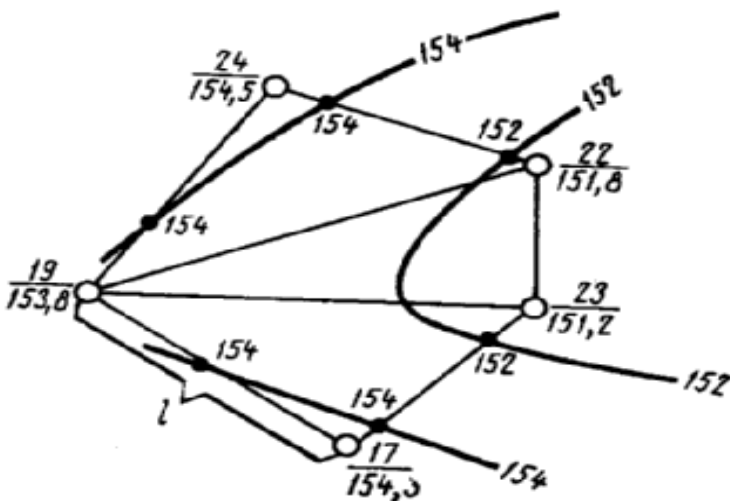
Pýezometriki üsti wagta görä üýtgeýär. Şonuň üçin obýektiň ähli guýysy boýunça gatlagyň basyşyny ölçemek pýezometriki üstüň umumy formasynyň köp üýtgäp ýetişmedik dowamlylygynda gysga wagt aralygynda geçirilmeli. Şeýle ölçegleri bir wagtda birnäçe guýularda bilelikde geçirmek bolmaýar, bu ýagdaýda her ölçenýän guýynyň ululygyna beýleki guýynyň saklanmagy täsir eder. Izobar kartasyny gurmak maksady bilen gatlak basyşyny ölçemegiň kalendar grafiği indikilerden ybarat: birinjiden ähli ölçegler mümkin bolan gysga möhletde geçirilmeli; ikinjiden her guýudaky ölçenýän gatlak basyşynyň ululygyna beýleki guýynyň saklanmagy täsir etmeli däl. Bu iki talap garşylykly we olary bir wagtda ýerine ýetirmek hemişe başa barmaýar.

Kartany gurmagyň tertibi indiki işlerden ybarat.

1. Her guýynyň ýanynda gatlak basyşynyň kesgitlenen bahasy ýazylýar.
2. Izobar geçirilýän kartadan basyşyň interwaly anyklanylýar.
3. Ýakyn guýularyň jübüti kömekçi göni çyzyklar bilen birleşdirilýär we ondan izobar geçýän nokatlar tapylýar.

4. Baryşyň birmeňzeş bahaly nokatlary kesişmeýän çyzyklar arkaly akgyňly birleşdirilýär/

Izobaryň arasyndaky interwaly saýlamak obýektiň guýulary boýunça basyşyň maksimal we minimal bahalarynyň arasyndaky tapawudy bilen kesgitlenýär. Izobar kartasyny gurmak üçin käniň 5 guýysy bolan meýdanyna seredeliň. Goý 17, 19, 22, 23, 24 guýulara degişli basyşlar 154,3; 153,8; 151,8; 151,2; 154,5 kg.g/sm² bolsun. Interwaly 2 kg.g/sm² bolan izobarlaryň çyzgysyny 150, 152, 154, 156 atm basyşly nokatlaryň üstünden geçirmek kabul edilen.



Surat 2.1. Izobar kartasynyň basyşa görä gurluşy.

Biziň çyzygymyzda bu nokatlary tapmak üçin guýularyň jübütine serederis. 17 we 19 guýulardan baslarys. Olary göni çyzyk arkaly birleşdirip we onuň uzynlygynda basyşyň göni çyzykly üýtgemegini çaklap (bu ýerde usulyň düýp esasy çyzykly interpolýasiýa) guýularyň arasyndaky basyşyň umumy üýtgemegini ΔP , guýularyň arasyndaky uzaklygy (l

kesim) we bu kesimiň birligindäki basyşyň düşmegini ($\Delta P/l$) kesgitlemeli. Biziň ýagdaýmyzda $\Delta P = 154,3 - 153,8 = 0,5$ kg.g/sm²; $l = 36$ mm (çyzgymynyň masştabynda), $\Delta P/l = 0,5/36 = 0,0139$ kg.g/sm². Saýlanan kesikde gözlenýän 154 kg.g/sm² basyşly nokat ýerleşen bolmaly 19-njy guýudan bu nokada çenli ugurda basyş $154 - 153,8 = 0,2$ kg.g/sm² ululykda üýtgeýär. Diýmek 19-njy guýudan bu nokada çenli aralyk $0,2/0,0139 = 14,5$ mm deň bolmaly.

$$\mu_{t.Pat} = \mu_o = 0,0101 * t^{118} - 1,07 * 10^{-3} * M_{gar}^{112}, \quad \text{mPa} * S \quad (2.1)$$

ýa-da

$$\mu_o = 0,0101 * t^{118} - 5,76 * 10^{-3} * 112, \quad \text{mPa} * S. \quad (2.2)$$

2.3. Atmosfera basyşynda we dürli temperaturada gazyň şepbeşiklik koeffisiýenti kesgitlemegiň analitiki usuly

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 düzedişiň bahalary μ_{at} ululygyndan aýrylýar

$$\mu_{N_2} = \left[\left(0,07132 x_{N_2}^{0,5} - 0,09011 \right) \rho^{-0,25} + \left(0,02379 - 0,01996 x_{N_2}^{0,5} \right) \right] \cdot 10^{-6} \quad (2.3)$$

$$\mu_{CO_2} = \left[\left(0,06759 x_{CO_2}^{0,5} - 0,07853 \right) \rho^{-0,25} + \left(0,02906 - 0,03213 x_{CO_2}^{0,5} \right) \right] \cdot 10^{-6} \quad (2.4)$$

$$\mu_{H_2S} = \left[\left(0,09007 x_{H_2S}^{0,5} - 0,12753 \right) \rho^{-0,25} + \left(0,09674 - 0,06753 x_{H_2S}^{0,5} \right) \right] \cdot 10^{-6} \quad (2.5)$$

2.1-nji suratdan kesgitlenen μ^*_{get} ýalňyşlygy 3-5 %.

Berlen basyşda we temperaturada dinamiki şepbeşiklik koeffisiýentini hasaplamagyň analitiki usuly.

$$\mu_{get}^{*}=\sum_{i=0}^4\sum_{j=0}^4a_{ij}P_{get}^iT_{get}^j\tag{2.6}$$

a_{ij} koeffisiýntiniň bahasy 1-nji tablisada görkezilen
2.1-nji tablisa
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	-

-	
$0,38265 * 10^{-6}$	
$0,39972 * 10^{-5}$	
-	
$0,40429 * 10^{-4}$	
$0,68869 * 10^{-4}$	
4	

2.2-nji tablisa
8-nji formuladaky a_{ij} koeffisiýentiniň bahalary

i	J			
	0	1	2	3
0	-2,462118	2,970547	-2,862640*10 ⁻¹	8,054205*10 ⁻³
1	2,808609	-3,498033	3,637302*10 ⁻¹	-1,443241*10 ⁻³
2	-7,933857*10 ⁻¹	1,396433	-1,491449*10 ⁻¹	4,410155*10 ⁻³

-6,095793*10 ⁻⁴	
2,033679*10 ⁻²	
-0,186409	
8,393818*10 ⁻²	
3	

2.3-nji tablisa
8-nji formuladaky b_{ij} formuladaky a_{ij} koeffisiýentiniň bahalary

i	J		
	0	1	2
0	1,112319*10 ⁻²	1,677266*10 ⁻⁵	2,113605*10 ⁻⁹
1	-1,094850*10 ⁻⁴	-6,403164*10 ⁻⁸	-8,993745*10 ⁻¹¹
2	4,577352*10 ⁻⁷	2,129034*10 ⁻¹⁰	3,977322*10 ⁻¹³

Psewdo çäk ululyklary

$$P_{pc} = \sum x_i P_{ci};$$

$$T_{pc} = \sum_{i=1}^n x_i T_{ci} \quad (2.7)$$

2.6-njy formulanyň deregine indiki aňlatmany ulanmak bolar:

$$\ln[(\mu/\mu_{at})^T] = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} T_{geti} P_{getj} \quad (2.8)$$

Bu ýagdaýda μ_{at}

$$\mu_{at} = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 b_{ij} M_i \quad (1.8T - 459.67). \quad (2.9)$$

a_{ij} we b_{ij} koeffisiýentleriniň bahasy 2.2 we 2.3-nji tablisalarda getirilen formula ulanylanda getirme basyşy we temperaturany kesgitlemek üçin indiki formula peýdalanylýar

$$P_{get} = 145,1 \text{ P} / [700,55 - 47,94(M/28,97)], \quad (2.10)$$

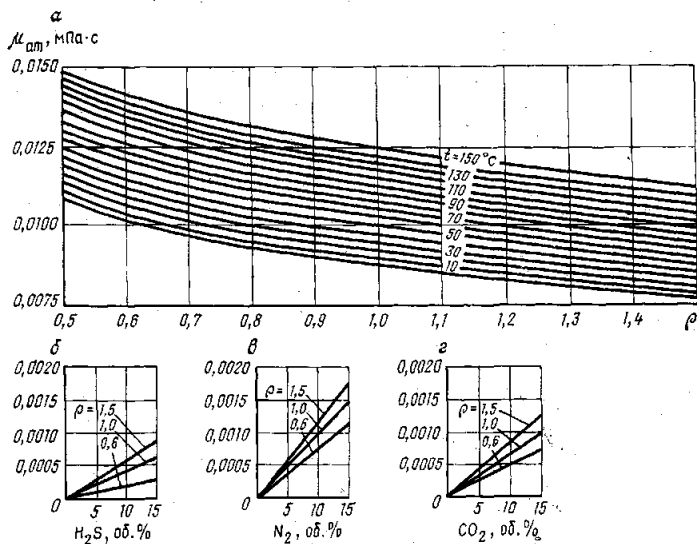
$$T_{get} = [1,8T - 459,67] / [175,59 + 307,97(M/28,97)], \quad (2.11)$$

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 $\bar{\rho} = 0,763$.

2.2-nji surat boýunça $\bar{\rho} = 0,763$ we T = 340 K.

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



Surat 2.2. Uglewodorod gazlarynyň şepbeşikliginiň μ howa görä otnositel dykzyzlygyna (a) we H_2S (b), N_2 (ç), CO_2 (d) düzyän gazlaryň şepbeşikliginiň ululyklarynyň süzedişine bolan baglanşygy.

2.4-nji tablisa

x_i $\sqrt{M_i}$	2,9678
$\mu_i x_i$ $\sqrt{M_i}$	0,0365
$\sqrt{M_i}$	4,005
$\mu_i x_i$	0,00911
μ_i , MPa·c	0,0123
Moleku-lýar massasy, M	16,042
Komponentleriň paýy	0,7410
	CH_4

0,4101	0,2238	0,0579	0,1281	0,0484	0,0272	0,0584	0,3223
0,0043	0,0020	0,0005	0,0010	0,0003	0,0001	0,0003	0,0063
5,483	6,640	7,623	7,623	8,494	8,494	9,366	5,293
0,00078	0,00031	0,00007	0,00014	0,00004	0,00002	0,00004	0,00120
0,0104	0,0081	0,0088	0,0085	0,0078	0,0078	0,0072	0,0197
30,068	44,094	58,120	58,120	72,151	72,151	85,178	28,016
0,0748	0,0337	0,0076	0,0168	0,0057	0,0032	0,0063	0,0609
C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i-C ₄ H ₁₀	n-C ₄ H ₁₀	i-C ₅ H ₁₂	n-C ₅ H ₁₂	C ₆ H ₁₄	N ₂

	0,1167	0,1990	4,5597
	0,0018	0,0033	0,0564
5,837	6,634	-	
0,00030	0,00050	-	
0,0148	0,0169	-	
34,082	44,011	-	
0,0200	0,0300	1,000	
H ₂ S	CO ₂	Σ	

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

340 K bolanda 2.2-nji surat boýunça her komponentiň μ_{at} kesgitlemeli.

Formula boýunça gazyň şepbeşikligini hasaplamaly.

Başlangyç maglumatlar we hasaplamanyň netijeleri 2.4-nji tablisada getirilen. Kesgitlemeli ululyk

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

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.

H₂S 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

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

Formula boýunça şepbeşikligi hasaplaýarys:

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

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

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

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

2.4. 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 ölçeýär.

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

$$W = W_{0,6} C_d C_p, \quad (2.12)$$

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.

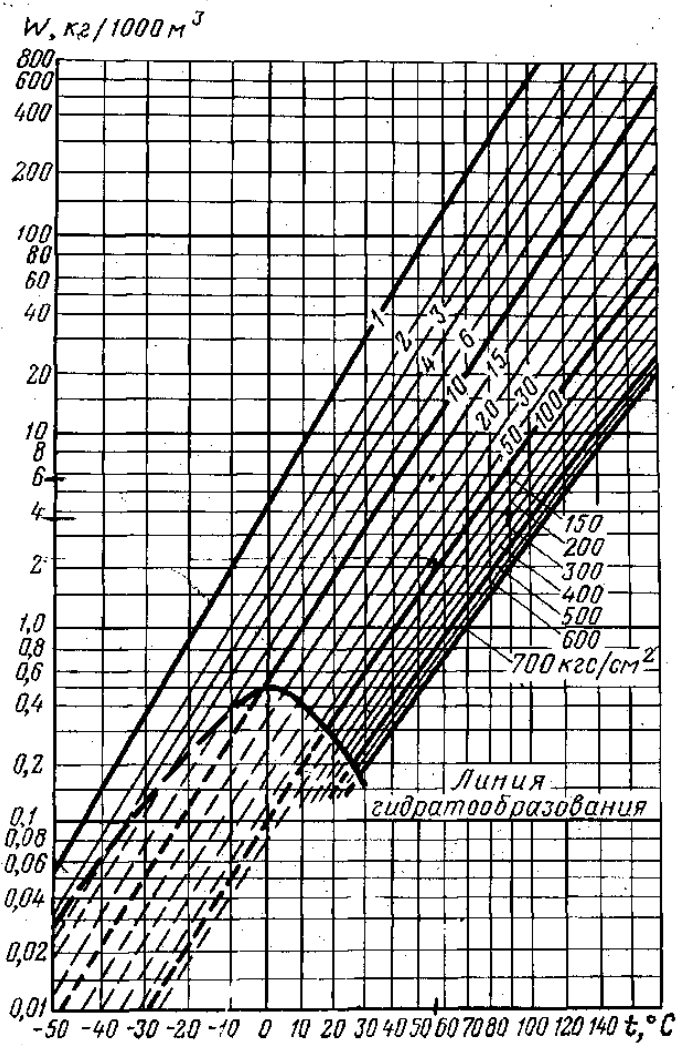
0,6 otnositel dykzlylykly gazyň çyglylygy 2.3-nji suratdaky grafikden kesgitlenýär. Promyselde gazy taýýarlamagyň we gazy gaýtadan işleýän zawodyň şertleri bilen baglanyşykly otnisatel temperaturada temperatura düzedişini C_t hasaba almak gerek. Dürli basyş üçin C_t temperatura T grafigi baglansygy düzediş koeffisiýenti kesgitlemekde ulanylýar. Bu 2.3-nji suratda görkezilýär.

$W_{0,6}$ ululygy 2.3-nji suratda görkezilen grafik baglansygy approksimirlemek arkaly alnan formula boýunça hasaplamak bolar:

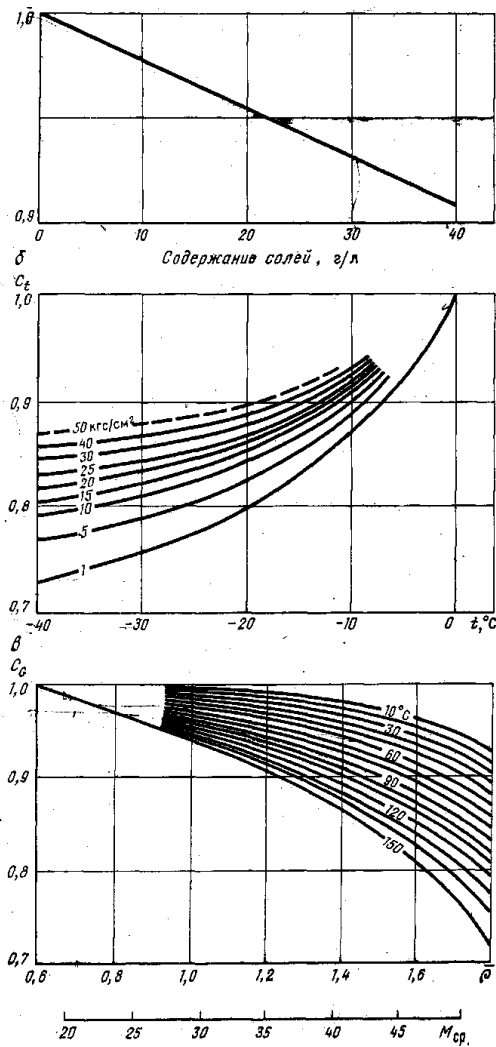
$$W_{0,6} = A/P + B, \quad (2.13)$$

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

A we B koeffisiýentleri analitiki ýoly bilen kesgitlemek bolar



Surat 2.3. Otnositel dykzyzlygy $\bar{\rho} = 0,6$ bolan tebigy gazyň çyglylygynyň basyşa we temperatura baglanyşygy.



Surat 2.4. Gazyn yglylygyna dzediř koeffisiyentlerini gazyn dzmini (a), temperatura (b) we odnositel dykyzlyga $\bar{\rho}$ (da molekulr massasyna M) () bolan baglanřygy.

2.5-nji tablisa

(2) formuladaky A we B koeffisiýentleriň bahasy)

B	0,487	0,521	0,562	0,599	0,645	0,691
A	120,0	138,0	152,0	166,5	183,3	200,5
T, K	329	331	333	335	337	339
B	0,0630	0,0696	0,0767	0,0855	0,0930	0,1020
A	8,20	9,39	10,72	12,39	13,94	15,75
T, K	281	283	285	287	289	291
B	0,00347	0,00402	0,00465	0,00538	0,00623	0,00710
A	0,1451	0,1780	0,2189	0,2670	0,3235	0,3930
T, K	233	235	237	239	241	243

0,741	0,793	0,841	0,902	0,965	1,023	1,083	1,148
219,0	238,5	260,0	283,0	306,0	335,0	363,0	394,0
341	343	345	347	349	351	353	355
0,1120	0,1227	0,1343	0,1453	0,1595	0,1740	0,1895	0,2070
17,87	20,15	22,80	25,50	28,70	32,30	36,10	40,50
293	295	297	299	301	303	305	307
0,00806	0,00921	0,01043	0,01168	0,01340	0,01510	0,01705	0,01927
0,4715	0,5660	0,6775	0,8090	0,9600	1,1440	1,3500	1,5900
245	247	249	251	253	255	257	259

1,205	1,250	1,290	1,327	1,367	1,405	1,445	1,487
427,0	462,0	501,0	537,5	582,5	624,0	672,0	725,0
357	359	361	363	365	367	369	371
0,2240	0,2420	0,2630	0,2850	0,3100	0,3350	0,3630	0,3910
45,20	50,80	56,25	62,70	69,25	76,70	85,29	94,99
309	311	313	315	317	319	321	323
0,02115	0,02290	0,02710	0,03035	0,03380	0,03770	0,04180	0,04640
1,8680	2,1880	2,5500	2,9900	3,4800	4,0300	4,6700	5,4000
261	263	265	267	269	271	273	275

1,530	2,620
776,0	1093,0
373	383
0,4220	0,4540
103,00	114,00
325	327
0,05150	0,05710
6,2250	7,1500
277	279

2.6-nji tablisa

Temperatura görä $P_{d,b}$ bahasy

$P_{d,b}$,MPa	T, K	$P_{d,b}$,MPa	T, K	$P_{d,b}$,MPa	T, K
0,02057	333	0,00126	283	0,02057	233
0,02582	338	0,00176	288	0,02582	238
0,03219	343	0,00241	293	0,03219	243
0,03982	348	0,00327	298	0,03982	248
0,04892	353	0,00441	303	0,04892	253

0,05971	0,07242	0,08731	0,10466	0,14799
358	363	368	373	383
0,00580	0,00762	0,00989	0,01274	0,01625
308	313	318	323	328
0,000170	0,000268	0,000496	0,000628	0,000902
258	263	268	273	278

A ululygy indiki formula boýunça kesgitlemek mümkin

$$A = \frac{P_{d.b}^M H_2 O^{P_{at}}}{RT_{st} Z_{at}} \quad (2.14)$$

bu ýerde $P_{d.b}$ – tablisa maglumatlary boýunça kesgitlenýän kondensirlenen fazalaryň üstündäki doýgun suw baglarynyň basyşy. Bu dürli temperatura üçin 2.6-njy tablisada görkezilen ýa-da $203 \leq T \leq 373$ K bolanda takmynan indiki formula boýunça hasaplanýar

$$P_{db} = \exp[-0,60212(0,017)^4 + 1,475(0,017)^3 - 2,97304(0,017)^2 + 7,19863(0,017) + 6,41465] \quad (2.15)$$

$373 \leq T \leq 623$ K bolanda

$$P_{db} = \exp[-0,0366(0,017)^4 + 0,4375(0,017)^3 - 2,2148(0,017)^2 + 6,8574(0,017) + 6,4856]. \quad (2.16)$$

B koeffisiýentiň bahasyny indiki formula boýunça takmynan kesgitlemek mümkin

$$B = 10^{-3} \exp[0,0685(0,017)^4 - 0,3798(0,017)^3 + 1,06606(0,017)^2 - 2,00075(0,017) + 4,2216], \quad (2.17)$$

bu ýerde T – temperatura, °C.

$W_{0,6}$ bahasyny 1-nji tablisada getirilen A we B boýunça maglumatlary gaýtadan işlemek arkaly alynan formula boýunça hasaplamak bolar:

$$W_{0,6} = 0,4736 \exp(0,0735T - 0,00027T^2) + 0,0418 \exp(0,054T - 0,0002T^2). \quad (2.18)$$

Uly göwrümlü hasaplamalar EHM-de geçirilende 2.4-nji suratda görkezilen (a we b) düzedişleriň egrisini approksirlenýär

$$C_d = 1 - 0,225 \cdot 10^{-5} K, \quad (2.19)$$

$$C_p = 10^{-7}T^2 - 1,1 \cdot 10^{-3}T - 0,079 \bar{\rho}^2 + 0,73 \cdot 10^{-3}T + 0,156 \bar{\rho} + 0,927, \quad (2.20)$$

bu ýerde K – suwlaryň duzlylygy, kg/m^3 ; T – temperatura, °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

$$K = \frac{P_{db}}{P} \frac{(f_s)_{H_2O} / P_{db}}{(f_s^*)_{H_2O} / P} \left[\frac{P}{P_{db}} \right]^{0.0049} \quad (2.21)$$

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

Bu ululyklar 2.5-2.6-njy suratlarda görkezilen grafiklerden kesgitleýär. Otnositel dykzylygy $\bar{\rho} = 0,6$ bolan gazyň çyglylygy

$$W_{0,6} = K [f_s / f]^z, \quad (2.22)$$

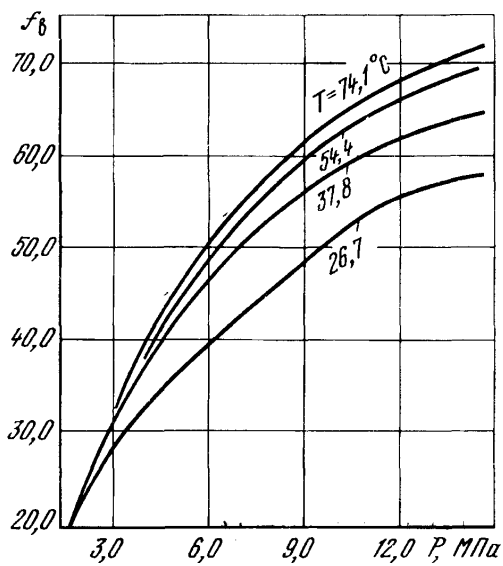
bu ýerde f - getirme basyşa we temperatura bagly 4-nji suratda görkezilen grafikden kesgitlenýän, suw buglary bolmadyk tebigy gazlaryň uçaganlygy; Z – gazdaky turşy komponentleri hasaba almak bilen kesgitlenen aş gysyjylyk koeffisiýenti.

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

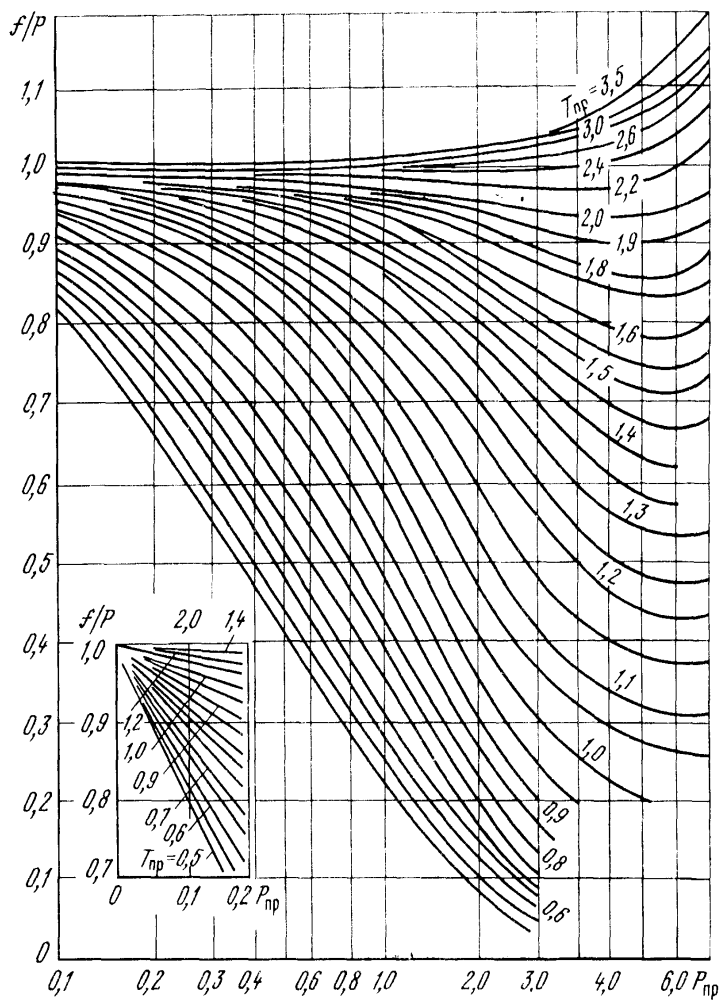
$$W_{0,6} = xW + x_{CO_2} W_{CO_2} + x_{H_2S} W_{H_2S}, \quad (2.23)$$

bu ýerde x, x_{CO_2} , x_{H_2S} - gazdaky uglewodorod komponentleriniň, kömürturşy gazlaryň we kükürtli wodorodyň mol paýy; W , W_{CO_2} , W_{H_2S} - gazyň uglewodorodly çyglylygynyň düzümi.

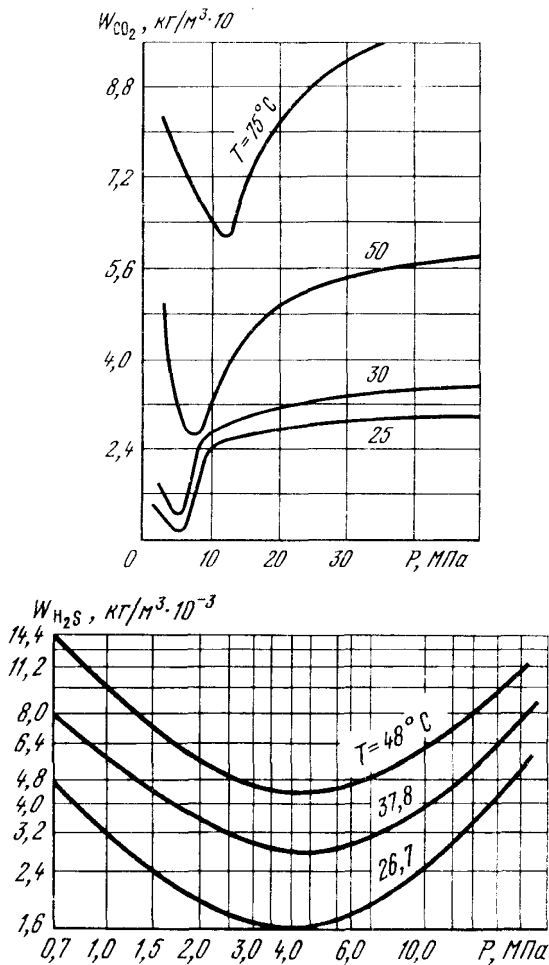
W , W_{CO_2} , W_{H_2S} bahalary 2.3, 2.7 we 2.8 suratdaky grafiklerden kesgitlenýär.



Surat 2.5. Suw baglarynyň uçaganlyk koeffisiýentiniň f_s basyşa bolan baglanşygy.



Surat 2.6. Tebigy gazyň uçaganlygynyň getirme basyşa we temperatura bolan baglanşygy.



Surat 2.7. Kömürturşy gazynyň çyglylygynyň W_{CO_2} basyşa we temperatura bolan baglanşygy. Kükürtli wodorodyň çyglylygynyň W_{H_2S} basyşa we temperatura bola baglanşygy.

Glikol erginleri bilen indiki formula boýunça kesgitlemek bolar

$$W = 7,752 P_{db}^{gl} \left[\frac{100}{P_{cak}} + 0,00913 \exp(0,00007 T_{cak}^2 - 0,0195 T_{cak}) \right] \quad (2.24)$$

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

$$P_{db}^{gl} = 0,129 P_{db} \gamma_{H_2O}^x \quad (2.25)$$

bu ýerde P_{db} – 2.6-njy tablisada getirilen maglumat boýunça ýa-da hasaplama arkaly kesgitlenýän berlen temperaturadaky suw bugunyň maýyşgaklygy.

P_{db} ululygy indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$P_{db} = 4,579 \exp(0,735 T_{cak} (T_{cak} - 273) - 0,00027 T_{cak}^2 (T_{cak} - 273)^2). \quad (2.26)$$

Suwuň işjeňlik koeffisiýenti γ_{H_2O}

$$\gamma_{H_2O} = \exp \left\{ -2,303 / \left[\left(m \frac{x}{1-x} + n \right)^2 (T_{cak} - 273) \right] \right\} \quad (2.27)$$

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

$$x_{H_2O} = (g/M_{H_2O}) / (g/M_{H_2O} + g/M_{gl}), \quad (2.28)$$

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 2.5-nji surat boýunça $W_{0,6}$ kesgitläris:

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

$T = 333$ 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.

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

2.5. Gazyň ýylylyk sygymy

Gazyň ýylylyk sygymy düýp ony kesgitli termodinamiki prosese getirilen ýylylygyň gazyň laýyklykdaky üýtgän temperaturasyna bolan gatnaşygyna aýdylýar. Ýagny berlen jüşiniň temperaturasyny 1 °C ýokarlandyrmak üçin gerek bolan ýylylyk mukdaryna ýylylyk sygymy diýilýär.

Ýylylyk sygymyň gazyň birlik mukdaryna bolan gatnaşygyna udel (massa ýa-da molýar) ýylylyk sygymy diýilýär.

Udel ýylylyk sygymynyň ölçeg birlikleri: J/kg*°C; kkal/kg*°C; kal/r*°C; (1 kal/r*°C = 4,1868 J/kg*°C) ýa-da gazyň bir moluna bolan gatnaşygy boýunça J/mol*°C; kkal/mol*°C.

Hasaplamalar üçin hemişelik basyşda massa ýa-da molýar ýylylyk sygymy ulanylýar. C_p (izobar ýylylyk sygymy).

T we P bolanda gazyň izobar ýylylyk sygymy indiki formuladan kesgitlenýär

$$C_p = C_p^o + \Delta C_p \quad (2.29)$$

bu ýerde C_p^o – atmosfera basyşynda we berlen temperaturada izobar ýylylyk sygymy, kkal/kg*°C; ΔC_p – basyşa düşediş, kkal/kg*°C.

C_p^o ululygy düzümi belli tebigy gaz üçin indiki ýaly kesgitleýär

$$C_{p.gar}^o = \sum_{i=1}^n g_i C_{p,i}^o \quad (2.30)$$

bu ýerde $C_{p,i}^o$ – T we atmosfera basyşynda i-komponentiň izobar ýylylyk sygymy, kkal/kmol*°C ýa-da kkal/kg*°C; g_i – i-komponentiň massa paýy

$$C_{p,i}^o = E_i + nF_i + n^2G_i + n^3H_i + \frac{N_i}{n}, \quad (2.31)$$

bu ýerde E_i , F_i , G_i , H_i , N_i –her komponent üçin kesgitlenýän koeffisiýentleri, $n = T/100$; T – temperatura, K.

Gazy drosselirlmek. Joule-Tomsonyň koeffisiýenti

Gazyň adiabatiki giňelmegi netijesinde onuň temperaturasynyň üýtgemeginiň basyşyň üýtgemegine bolan gatnaşygyna drossel effekti ýa-da Joule-Tomsonyň effekti diýilýär.

Material jisiniň energetiki izolirlenen sistemasynda bolup geçýän, şeýle-de gurşaýan sredanyň we arasyndaky işi ýa-da ýylylyk çalyşmazdan ýüze çykýan prosese adiabatiki diýilýär.

Basyş 1 kg*g/m² üýtgemeginde temperaturanyň üýtgemegine Joule-Tomsonyň koeffisiýenti diýilýär.

Joul-Tomsonyň koeffisiýenti tebigy gazlar üçin indiki aňlatmadan kesgitlenýär.

$$D_i = \frac{T_{cak} f(D_i)}{P_{cak} C_p},$$

bu ýerde $f(D_i)$ - grafik boýunça kesgitlenýän funksiýa, kkal/kg* $^{\circ}$ C.

Drosselirmek – drosselden geçende gazyň giňelmesi – ýerli gidrawliki garşylyk (wentil, kran, turbagecirişleriň daralmagy we ş.m.), temperaturanyň üýtgemegi bilen bir wagtda ýüze çykýar.

Real tebigy gaz drosselirmek hadysasynda onuň ştuserden, zadwižkadan, basyş sazlaýjydan, kesiji-klapandan geçen hereketinde gazyň temperaturasy kiçelýär.

Izoentalpiýa giňelmesinde gazlaryň we temperaturanyň üýtgemegine Joul-Tomsonyň effekti diýilýär, i bolsa, köplenç Joul-Tomsonyň koeffisiýenti diýilýär

$$\varepsilon_i = (\partial T / \partial P)_i = [T(\partial V / \partial T)_p - V] / C_p$$

Gazyň galan göwrümi V_o ideal (RT/P) we real $g(V)$ gazlaryň göwrümleriniň atasynda tapawut bar

$$V_o = RT/P - V$$

bu ýerde $V_o = f(P, T)$.

Ýokarky deňlemäni $P = \text{const}$ bolanda T boýunça differensirläp indiki baglanyşygy alarys

$$\varepsilon_i = [V_o - T(\partial V_o / \partial T)_p] / C_p$$

ýa-da

$$\varepsilon_i = \frac{T_{cak} f(P_{get}, T_{get})}{P_{cak} C_p}$$

bu ýerde

$$f(P_{get}, T_{get}) = 1,14[V_{oget} - T_{get}(\partial V_{oget} / \partial T_{get})_{P_{get}}],$$

$$V_{oget} = V_o / V_{oçäk}$$

$f(P_{\text{get}}, T_{\text{get}})$ funksiýanyň bahasyny surat boýunça kesgitlemek mümkin ýa-da 7 %0den az ýalňyşlygy bilen I.M.Guhmanyň we T.B.Nagarewiň korrelyasion baglanyşygy boýunça hasaplanýar.

$$1,6 \leq T_{\text{get}} \leq 2,1 \text{ we } 0,8 \leq P_{\text{get}} \leq 3,5 \text{ bolanda}$$

$$f(P_{\text{get}}, T_{\text{get}}) = 2,343T_{\text{get}}^{-2,04} - 0,071 (P_{\text{get}} - 0,8)$$

Real tebigy gazlar üçin Joule-Tomsonyň koeffisiýentini formuladan hem başgaça gazyň aş gysylyk koeffisiýentiniň üsti bilen aňladyp bolýar:

$$\varepsilon_i = \frac{AmRT^2}{C_p P} \left(\frac{\partial Z}{\partial T} \right)_p,$$

$(\partial Z / \partial T)$, real tebigy gazlaryň ýagdaý deňlrmrsinden kesgitlemek mümkin, meselem Penga-Robinsonyň ýagdaý deňlemesinden

$$\left(\frac{\partial Z}{\partial T} \right)_p = \frac{BZ^2 - \left[6B^2 + 2B - 2A - \frac{Am}{\alpha} \left(\frac{T}{T_{\text{cak}}} \right)^{1/2} \cdot Z + 3B^3 + 2B^2 - 3AB - \frac{ABm}{\alpha} \left(\frac{T}{T_{\text{cak}}} \right)^{1/2} \right]}{T[3Z^2 + 2(B-1)Z - 3B^2 - 2B + A]}$$

Eger $(Z/T)_p \rightarrow 0$, onda gaz drosselirleme hadysasynda sowaýar.

Bolsa, gaz giňelme hadysasynda gyzýar. Bolanda inwersiýa nokadyny alarys. Köplenç ýagdaýda gaz drosselirme hadysasynda sowaýar, suwuklyk bolsa, gyzýar.

Drosselirlemek hadysasynda gazyň ahyrky temperaturasyny indiki formula boýunça kesgitlemek mümkin

$$\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} = \frac{3,57P_{\text{get}}^{1/4}}{C_p T_{\text{get}1}} \left[0,05 \cdot 10^{-3} \ln \frac{P_1}{P_2} + 0,29 \cdot 10^{-7} (P_1^2 - P_2^2) - 209 \cdot 10^{-7} (P_1 - P_2) \right]$$

$$\text{bu ýerde } \tilde{P}_{\text{get}} = (P_1 + P_2) / 2 \cdot P_{\text{cak}}; \quad T_{\text{get}1} = T_1 / T_{\text{cak}}$$

$$\bar{C}_p = \bar{C}_p(\tilde{P}_{\text{get}}, T_{\text{get}1})$$

Tebigy gazlar üçin Joule-Tomsonyň koeffisiýentiniň ortaça bahasy gazyň düzümine, basyşyň düşmegine we gazyň

başlangyç temperaturasyna baglylykda 2-den 4 K/MPa çenli üýtgeýär. Nebit üçin 0,4-den 0,6 K/MPa çenli üýtgeýär, suw üçin 0,235 K/MPa deňdir.

2.6. Gazyň akymynda suwuklyk bolanda düýp basyşyny kesgitlemek

Gaz guýularyň önüminde suwuklyk bolan ýagdaýynda düýp basyşyň hasaplama usuly gaz suwuklyk akymynyň gurluşyna 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-suwukly guýunyň düýp basyşynyň hasaplamasynyň usuly tapylanok. Bu meseläniň takyk çözüşiniň ähtimallygny ýok, sebäbi energiýa balansynyň deňlemesiniň kyn meselesini çörmekden başga-da gurluşyň näbelliligi, 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:

$$p_g^2 = p_a^2 e^{2s_0} + 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_g Z_{or}^2 T_{or}^2 Q_{gar}^2 (e^{2s_0} - 1) / \rho D^5, \quad (2.6.1)$$

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

$$\rho = \varphi + (1 - \varphi) \rho_s / \rho_{gr}, \quad (2.6.2)$$

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 üýtgemegini hem-de uly gyzygynlykda uglewodorodlaryň köp mukdary bolanda bolup geçýär. Ýeterlik takyklyk bilen tejribe hasaplamalar üçin hakyky gazlylyk φ harçlaýyş β bilen çalşyrylýar, sebäbi derňelýän guýularda turbalaryň kesimi boýunça akymyň hakyky gazlylygy belli däl. Takmynan φ indiki deňleme bilen kesgitlenýär

$$\varphi \approx \beta = Q_{gi}/(Q_s + Q_{gi}), \quad (2.6.3)$$

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

$$Q_{gr} = Q_g P_{at} T_{or} Z_{or} / P_{or} T_{st} \quad (2.6.4)$$

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 (2.6.1) 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. Işçi ýagdaýda gazyň dykzlygynyň bahasy ρ_{gr} şu formula boýunça kesgitlenýär

$$\rho_{gr} = \rho_g P_{or} T_{st} / P_{at} T_{or} Z_{or} \quad (2.6.5)$$

bu ýerde ρ_g – standart şertde gazyň dykzlygy; T_{st} – standart temperaturasy ($T_{st} = 293 \text{ K}$); P_{at} – atmosferaň basyş; $P_{at} = 0,1013 \text{ MPa}$; ρ_s – suwuklygynyň dykzlygy, kg/m^3 ; Q_s – suwuk fazaň göwrümleýin harçlanşy, m^3/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 harçlanşynyň ululygyny kesgitlemeli. Düýp basyşa Q_{gar} täsirini takyk kesgitlemegiň derejesi ilki bilen könüň aşagyndaky ululygyny ikinji paýyna bagly.

$$\theta = 0,01413 \cdot 10^{-10} \lambda_g Z_{or}^2 T_{or}^2 Q_{gar}^2 (e^{2s_o} - 1) / \rho D^5 \quad (2.6.6)$$

Eger-de ululygynyň paýy uly bolmasa, onda kesgitlenen Q_{gar} nätakyklygy 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 harçlanyş jemi ýaly edip kesgitlenen gaz halyndaky kondensat we kondensatyň degazirlenme gazy Q_{gar} hakyky ululygyna maksimal ýakyn bolýar:

$$Q_{gar} = Q_g + Q_{gd} + Q_{kg}, \quad (2.6.7)$$

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

$$Q_{kg} = Q_k 24,05 T_{gar}/M_k T_n, \quad (2.6.8)$$

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

$$Q_{gar} = [G_g + G_s] / \rho_{gar}, \quad (2.6.9)$$

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

$$G_g = Q_g \rho_g \text{ и } G_s = Q_s \rho_s, \quad (2.6.10)$$

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

$$\rho_{gar} = \sum_{i=1}^n x_i \rho_i$$

ýa-da

$$\rho_{gar} = \frac{Q_g \rho_g + Q_s \rho_s}{Q_g + Q_s} \quad (2.6.11)$$

bu ýerde ρ_i - i komponentiň dykyzlygy; x_i - i komponentiň göwrümleýin paýy.

P_g takyk kesgitlemegine täsir edýän esasy parametrlaryň 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..

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

$$\lambda_{gar} = \frac{0,13Ku+1}{1,13Ku+1} \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho_{gar}} \cdot \frac{2\beta}{Fr_{gar}} + 0,11 \left[\frac{68}{Re_{gar}} + \frac{2l_k}{D} \right]^{0,25} \quad (2.6.12)$$

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

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

$$(2.6.13)$$

$$\lambda_{gar} = \lambda_0 \cdot \varphi = 0,067 \left[\frac{0,0831\mu_g D}{Q_g \bar{p} \cdot 10^{-2}} + 10^{-4} \right]^{0,2} \left[1 + \frac{0,358 Z_{or} T_{or} Q_g \sqrt{1-\beta} (\rho_s - \rho_{zg})^{1/3} \cdot 10^{-5} e^{15[\beta - \rho_g / \rho_s - 1]}}{P_{or} D} \right]$$

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 aşa gysyjylyk koeffisiýenti.

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

$$P_{gr} = \rho_{st} P_{or} T_{st} / P_{at} T_{or} Z_{or}, \quad (2.6.14)$$

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

$$\beta = Q_{gr} / (Q_s + Q_{gr}), \quad (2.6.15)$$

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

$$Q_{gr} = Q_g P_{at} Z_{or} T_{or} / P_{or} T_{st}, \quad (2.6.16)$$

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 ýakynlaşdyrma ýerine ýetirmek zerur.

III. GUÝYNY WE GATLAKLARY GIDRODINAMIKI BARLAMAK

Häzirki döwürde guýynlary barlamagyň kän görnüşleri mälim, ýöne diňe gidrodinamiki barlaglary nebit öndürýän kärhanalaryň güýçleri bilen ýerine ýetirilýär we uglewodorodlaryň goryny işläp geçip sazlamak ýagdaýlarynyň aýyrmaz bölegi bolup durýar.

Guýylary we gatlaklary gidrodinamiki barlaglary diýip düşüňip bileris, geçirilýänişleriň dürli birleşmeleri, anyklanan parametrleri ölçegmäge gönükdirileni (basýş, temperature , öndürjilik, wagt we ş.m.) şeýleýän ýa-da saklanan guýylarda we olary hasaba almak. Kä wagt bu işler geçirilende önümiň nusgasy alynýar we ýörite barlaghanalar ugrodylýar.

Barlaglar geçirilýär ýörite brigadalar arkaly, degişli tehnikalary we ölçeg gurallary ulanyp.

Gidrodinamiki barlaglara geçireli guýylarda termodinamiki we önüm ölçýji barlaglary.

3.1. Barlaglaryň maksady

Guýylaryň we gatlaklaryň gidrodinamiki, termodinamiki we önümölçýji barlaglary örän kän, ýöne olaryň esaslaryna degişlisi:

1. Önüm beriji gatlaklaryň we olary hil we san taýdan häsiýetlerini aýyryp görkezmek.

2. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň we gatlagyň flýuid bilen dolgun parametrlerini anyklamak:

- düzümiň geçirijiligini;
- gat we zona birmeňzeşdäligi;
- toýunlygy, çägelikligi we başgalar;
- doýgunlygy.

3. Alynan nusgalar bilen nebitgazkänlerini doldyrylan flýuidleriniň häsiýetlerini anyklamak:

- fiziki häsiýetleri (dykyzlyk, şepbeşiklik, gysylyş koefisiýenti we başgalar);

- flýuidiň himiki düzümi (nebitiň, gazyň we suwyň);

- basyşy we temperaturasy;

- dolgunlyk basyşy;

- gazdonlygy we başgalar.

4. “Kollektor-flýuid” düzümi häsiýetlendirilýän birleşdirilen parametrlerini anyklamak:

- gecirijilik koefisiýenti (gidrogeçirijiligi) k_{hl} ;

- süýşmek koefisiýenti k_{μ} ;

- maýşgak göwrüm koefisiýenti β^*

$$\beta^* = (m\beta_s + \beta_{gat}); \quad (3.1)$$

- pýezogeçirijilik koefisiýenti α

$$\alpha = \frac{k}{\mu \beta^*}. \quad (3.2)$$

5. Drenirlenme düzgündüzbarada maglumat almak:

- birfazaly ýa-da kánfazaly filtrasiýa;

- gazly şapkasynyň barlygy;

- suw-nebit çäginin we gaz-nebit çäginin ýerleşen ýeri.

6. Gatlak basyşynyň azolleagynyň çaltlygy barada maglumat almak (ýa-da onyň üýtgemegini).

7. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyndaky termodinamiki ýagdaýlary barada maglumat almak we gatlakdan guýa önümiň akymy gelendäki Jou-Tomsonyň netijesiniň döremegini.

8. Uglewodorodlaryň goryny alynyşyny barlamak we wagtyň geçmegine ol ýagdaýy maglumatlaşdyrmak.

9. Önümlü gatlagyň galyňlygy boýunça guýa gelýän akym barada (dolgunlyk) maglumat almak (önüm gelijilik barlaglary).

10. Guýynyň düýbine ýakyn zolaga ýa-da tutuş nebitgaz kánlerine emeli täsirini ulanmagyň gerekligini bahalamak.

11. Guýynyň esasy häsiýetlerini anyklamak:

- öndürjilik koefisiýenti (dolgunlyk);

- guýynyň getirilen radiusyny;

- maksimal mümkin we guýynyň rasional öndüriligi;
- akymyň umymylaşdyrylan deňlemesiniň koeffisiýenti.

12. Guýylary ulanmagyň rasional usulyny saýlamak üçin gerekli maglumaty slmak.

13. Işlenilýän düzümiň energetiki ýagdaýy barada we wagtyň geçmegi bilen onyň üýtgemegi barada gerekli maglumaty almak.

Barlaglaryň maksadyny ede-de sanalyp geçmek bolardy, ýöne eýýäm bellenilerden, guýylary ulanmakda we nebit kânlerini özleşdirmek ýagdaýynda gidrodinamiki barlaglarynyň ähmiýeti has duşnukli bolýar.

Guýylaryň giderodinamiki barlaglarynyň iki usulyny tapawutlandyrylýar:

1. Durnukly iş düzgünde barlamak.
2. Durnukly däl režimde barlamak.

Bu usullar durli guýylary barlamak üçin ýarawly, olaryň niýetlenişine we ulanmak usulyna bagly bellman, diňe tehnika we barlag geçirilýän tehnologiýa üýtgeýär.

Gatlaklary barlamagyň esasy usuly gidrodeňlemek usuly bolup durýar, onyň dýuýp esasy bolýar guýylaryň biriniň iş režiminiň üýtgemeginiň täsirini yzarlamak (asudalygy bozýan) we beýleki guýylarda basyşyň häsiýetiniň üýtgemegine (täsir alýanlar). Asudalygy bozýan guýynyň iş režiminiň üýtgemegini indiki usullaryň biri bilen ýerine ýetirmek mümkin: ony saklamak ýa-da hemişelik öndürililik bilen işe goýbermek (eger-de guýy öň duran bolanda); guýynyň düýp basyşynyň (öndürililiginiň) üýtgemegi.

Gidrodinlemek usuly esaslanýar, asudalygy bozýan guýydan täsir alýanlara çenli gatlakdaky asudalygy bozulmagyň dargadylmagynyň aýratynlygyny öwrenmekde, diňe asudalygy bozýana bolmak, gatlagyň parametrlerinden hem. Gatlagyň parametrlerini anyklamagyň takyklygy bagly bolýar, guýylaryň iş režiminiň nähili-de bolsa üýtgemeleri bolup geçýärmí, barlag döwründe goňsy guýylar bilen täsiriligi, hem-de ulanylýan ölçejji apparatlardan.

3.2. Guýylaryny durnukly iş düzgünde barlamak

3.2.1. Umumy ýagdaýlary

Bul barlagyň görnüşi atlandyrylýar, akymyn gelmegine barlamak (kabul edililik) we kadalaşyp köşeşenden soň nusgasyny almak usuly geçirilýär. Kadalaşyp köşeşlenden soňky alynýan nusga guýynyň iş düzgündurnukly häsiýetlendirilýär, ýagny wagtyň geçmeginde hemişelik dýuýp basyşynyň $P_{düyп}$ we guýynyň ýokarsyndaky basyşyň P_y we guýynyň öndürjiligi Q bilen.

Usulyň dýuýp esasy bolýar, guýynyň iş režiminiň kadalaşyp köşeşenden soň we onyň durnuklyya garaşmagy. Wagtyň geçmeginde guýynyň iş düzgündeňleşenden soňra gural-esbaplar bilen ölçeyärler $P_{düyп}$, P_y , nebitiň öndürjiligini Q_n , suwyň öndürjiligini Q_s , gazyň öndürjiligini Q_g , mehaniki garyndylaryň mukdaryny we ş.m. ähli ölçenen ulylyklar hasaba alynýar. Soňra guýynyň iş düzgünüýtgeýär we düzümiň täze iş durnukly režimine garaşylýar.

Iş režiminiň üýtgemegi ulanmak usulyna bagly: fontanly guýnda tuirbageçiriji monifoltde ştuseriň diametrini üýtgedýärler; gazlift guýysynda işçi agentiniň guýa basmak režimini üýtgeýärler – basyşy ýa-da harçlanyşy; guýylarda, ştangaly nasos bilen enjamlaşdyrylanda, ýolynyň uzynlygyny ýa-da yrgyldamanyň sanyny we ş.m. ulanmagyň her dürli usulyna režimiň üýtgemeginiň özboluşyly mümkinçililigi bolýar.

Guýynyň iş durnukly düzgünden belekä geçýän wagtyna geçelge wagtyň ýagdaýy atlandyrylýar $t_{geç}$, ony bahalamak mümkinçiligini geçirmek indiki görnüşde:

$$t_{geç} \sim R^2 / \alpha \quad (3.3)$$

bu ýerde R – filtrasiýa oblastynyň ölçegi (iýmitlendirýän konturyň radiusy, guýylaryň araslygyndaky araçäkleriniň ýarysy), m;

α – pýezogeçirijiliginiň koefisiýenti, m^2/s .

Bu ýerden, ýagdaýlary, guýynyň iş režiminiň üýtgemegi, basyşyň gidrodinamiki bölünmegine bagly, tizlik bilen geçýän, geçilýän ýagdaýynyň wagtynda anyklanylýan $t_{\text{geç}}$. Bir düzgünden beýläke geçilýän ýagdaý guýynyň düýbine ýakyn zolakda erkin gazyň aýrylmagyna baglylygyna mümkin ($P_{\text{düyý}} < P_{\text{doý}}$ bolanda), hem-de nebitiň reologiýa häsiýetleri bilen.

Görkezilen emele gelmeler üçin geçelge ýagadaýynyň wagty düýpli – birnäçe sagatdan bir näçe aýlara çenli. Şeýlelik bilen, gidrodinamiki sebäplere görä basyşyň paýlanyşynyň wagty tejribelikde görnüşi ýaly, bir näçe sagatdan bir näçe sutkalara we gatlagyň ölçegine bagly, iýmitlendiriji kontura çenli araçäk, pýezogeçirijilik koefisiýenti, basyşyň üýtgemeginiň derejesine we başgalara. Düzüme bolup geçýän ýagdaýlaryň analiziniň görkezişi ýaly, basyşyň paýlanyşynyň wagty şonça uly, nebitgaz kânleriniň ölçegi näçe uly bolanda, iýmitlendiriji oblast näçe daş boldygyça, şeýle hem şert bolanda, ýagny kânlerde erkin gaz bolanda ýa-da önüm maýşgak şepbeşikligi ýa-da şepbeşik çäe gaty häsiýete eýe bolanda.

Hemişelik ýaly hakyky şertlerde guýynyň durnukly iş düzgündiňe teoriýada ýaşap biler. Hakykytda barlanýan guýynyň işine uly täsiri golsaýdaky guýylar geçiriyär, şonyň üçin golaýdaky goňşy guýylaryň iş režimini üýtgemek rugsat edilmeýär, bir näçe sagat ýa-da bir näçe sutkalaryň önünden saýlanan guýyda barlag işlerini geçirmek üçin (ol üýtgemeleri mümkin derňäp bolmazlygy). Berk aýdylyşyna görä hakyky tejribelikde olsa durnuklaşan şerti gaöz önüne getirmek kyn, nebitgaz kânleri ulanylýar örän kân interferirlenýän guýylar bilen, olaryň režimleri hem durli sebäplere görä çalyşýarlar. Şonyň üçin guýylar barlananda, durnukly režimlerde hakykatda kwazistasionar iş düzgüngipotezasy kabul edilýär.

Belli, önümiň guýa hereketinde energiýanyň esasy iýtgileri guýynyň düýbine ýakyn zolakda bolup geçýär. Şonyň üçin barlananda, görülýän usul bilen, bizler maglumat alýarys,

esasan hem guýynyň düýbine ýakyn zolaga degişlişini (näme diýende uzaklaşdyrylan oblastlarda basyşyň bolunmek ýagdaýy uzak möhletli bolmagy mümkin). Şeýlelik bilen bu barlaglar geçirilende diňe guýynyň düýbine ýakyn zolagyň häsiýetleri anyklanmagy mümkin we ondaky geçýän ýagdaýlar.

3.2.2. Barlagyň tehnologiýasy we tehnikasy

Barlamak tehnologiýasynyň netijesi guýyda düýp basyşy $P_{\text{düýp}}$ ölçemekde we şol basyşa baglylykdaky öndürililigi Q , şeýle hem guýynyň ýokarsynyň P_y we halka meýdanynyň $P_{\text{tr.d}}$ basyşyny. Barlag döwründe guýynyň her iş režimini barlananda önümiň nusgasy alynýar, ol hem suwlanyşyny anyklamak maksady bilen, mehaniki garyndylarynyň barlygyny we beýleki häsiýetlerini.

Düzgün boýunça, barlaglar 3-5 režimde geçirilýär; şol sanda taklygyny ýokarlandyrmak üçin režimleriň haýstlyda bolsa biri minimal mümkinçilikli ýa-da nol öndürililikli.

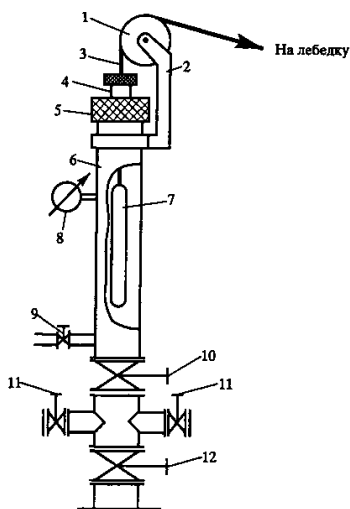
Barlagyň takyklygy, diňe basyşy ölçemegiň takyklygyna bagly bolman, we ondan **boluza**, guýynyň iş düzgünnäçe stabilizirlenende.

Barlagy geçirilişiniň tehnologiýasy belli bir guýynyň ulanyş usuly anyklanda, basyşyölçenilişi monometrlar arkaly geçirilýär; şonyň bilen düýp basyşy ölçemek üçin ýörite çuň manometrlar ulanylýar, ol hem guýynyň düýbine sime berkidilip ýa-da NKT sütünlerinde (lift monometri) goýberilýär. Guýa çuň enjam-abzallaryny göýbermek üçin, fontan usulynda ulanylanda, gazlift usulynda ýa-da nasosly (haçanda nasos enjamlary NKT-de goýberilende) usulynda, guýynyň ýokarsynda ýörite gurulyş ulanylýar, lubrikator atlandyrylýan, (şeýle ýagdaýda enjam abzallary goýbermek guýynyň işi duruzylman ýerine ýetirilýäre.

Lubrikator (surat 3.1) gerekli uzynlygynda NKT turbasynyň 6 bir bölegi bolup durýar, ol hem aralyk zadwižkanyň 10 flýanisinde otyrdylýar we oz içine roligi 1

alýar, rolík hem kronšteýnde 2 berkidilen. Kronšteýn bolsa turba 6 berkidilen. Ýokarky böleginde salniki dýuwun 4 bar we salnik dýuwüniniň gapagy 5, ol hem turba 6 tovlanan. Lubrikatoryň içine çuň simde 3. goýberilýär. Lubrikatoryň aşaky böleginde aýrylýan turbada akýryjy krany 9 bar. Lubrikatoryň içindäki basyşy (guýynyň ýokarsyndaky basyş P_y) manometr 8 bellýär. Lubrikatory oturtmadan öňürti aralyk zadwižkasy 10. ýapylýar, guýynyň önümi bolsa zadwižkalar 11 bilen çykaryjy manifolda goýberilýär. Merkezi zadwižka 12 açyk. Aralyk zadwižkanyň flýanesinde lubrikator oturdylandan soňra we onyň içine çuň gural girizilenden salniki duwun 4 bilen salniki düwünik gapagy 5 towlanylýar. Sim 3 düwün 4 gysylýar. Kran 9 ýapylýar we zadwižka 10 açylýar. Manometr 8 guýynyň ýokarsyndaky basyşy bellýär. Bulardan soňra guraly NKT sütüniniň içine goýberilýärler. Nasos usulynda ulanylýan guýylarda guraly nasosyň çykarýan ýerine çenli goýberilýär, fontan we gazlift usulynda ulanylýanlarda – guýynyň düýbine çenli goýberilýär.

Basyşyň ölçenilişi çuň monometrler bilen ýerine ýetirilýär, olaryň arasynda giňden ulanylýany gelikisli we porşenli, ölçenýän basyşy awtonom belleýän maometrler.



Surat 3.1. Lubrikatoryň çyzgysy:

1 – rolik; 2 – kronşteýn; 3 – sim; 4 – salnikli; 5 – salnikli dübüniň ganagy;
6 – turba (lubrikatoryň özi); 7 – çuň gural; 8 – manometr; 9 – akdyryjy
kran; 10 – aralyk zadwižkasy; 11 – çykaryjy manifoldleriň zadwižkalary;
12 – merkezäki zadwižka.

Surat 3.1. Ol manometrleriniň esasy çyzgysy görkezilen.

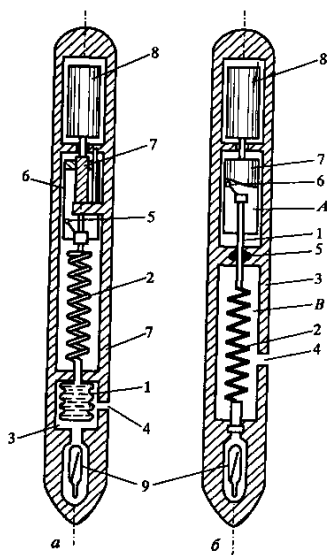
Geliksli manometr (surat 3.2 a). onyň ölçeýän bölegi silfon 1 görkezilen we geliksli boş göwreli kân aýlawly tekiz pružinli 2 suwuk ýag bilen doldyrylan. Silfon manometriň 3 aşakdaky çetleşdirilen böleginde oturdylyan. Bul bölek deşik 4 bilen guýy bilen birleşýär. Ölçenýän basyş silfona täsir edýär we gelikli pružine geçirilýär, onyň berkidilen aýlawly (silfondan sanalanda) anyklanan burça aýlanýar, basyşa bolan proporsionala. Geliksli pružiniň ýokarky aýlawynda ýörite dyrnaýan pero 5 berkidilen, ol hem şol burça aýlanýar, oňa hem aýlanýar geliksli pružiniň soňky aýlawy.

Manometriň bellik edýän bölegi karetkä 6 durýar, ol hem hodowoý wintde 7 oturdylan, ol bolsa sagat mehanizmi 8 bilen birleşdirilen. Sagat mehanizmli hodowoý winti aýlaýar, ol bolsa karetkä 6 ýöreyän herekedi geçirýän. Manometri guýa goýbermezden öňürti sagat mehanizmine tow berilýär; şol wagtda karetkä ýokarky böleginde ýerleşýär. Şol pursatdan başlap, karetkä aşak sagat mehanizminiň işläp başlanyndan proporsional aralyga süýşýär. Manometriň aşaky böleginde ýörite kisede maksimal termometr 9 oturdylýar. Manometriň korpusynyň içindäki basyş atmosfera basyşyna deň.

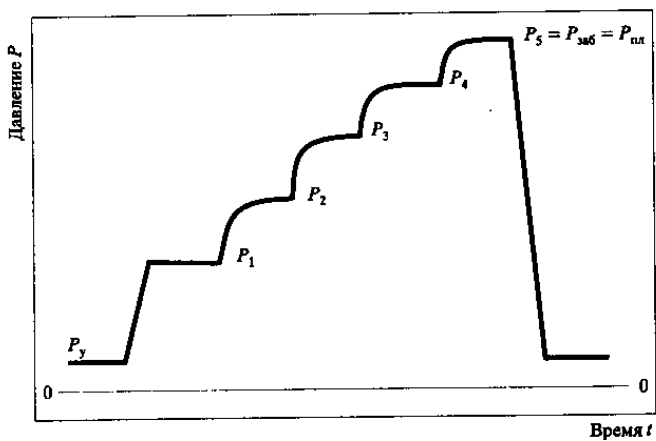
Basyşyn bellenilişi koordinataly ýörite blankda “basyş $P - \text{wagt } t$ ” ýerine ýetirilýär, ol hem karetkanyň içerki ýüzinde berkidilýär.

Sordurmak usuly bilen guýy barlananda düýp basyşyny ölçeýän blank surat – 3.3 görkezilen.

Çyzyk 0-0 manometri guýa goýbermezden öňürti ölçenen atmosfera basyşyna deň.



Surat 3.2. Geliksli (a) we porşenli manometrleriniň (b) hakyky çyzgysy



Surat 3.3. Düşp basyşyny ölçýän blank

Sordyrmak usuly bilen guýy barlananda düýp basyşyny gelikisi manometr bilen barlamak üçin belenilýän blanky.

Onuň ölçeýän bölegi porşen 1 görkezilen, onyň bir tarapy çekýän pružin 2 bilen birleşdirilen, ol hem monometriň 3 B korpusynyň aşaky kamerasynda berkidilen. B kamera deşik 4 bar, ol hem kamerany guý bilen aragatnaşykda birleşdirilýän. Porşen manometriň korpusynda salnik 5 bilen dykyzlanan, ol hem korpusy iki kamera bölýär: aşaky B we ýokarky A. ýokary kamerada basyş atmosfera basyşyna deň. Porşeniň 1 ýokary ýerinde ýörite pero 6 berkidilen.

Belleýän bölegi karetk 7 durýar, ol hem sagat mehanizmi 8 bilen berkdirilen. Sagat mehanizmi işlände karetk aýlanýar. Karetkanyň içerki ýüzünde ýörite blank berkidilýär. Aşakdaky B kameradaky basyş porşeniň aşaky ýerine täsir edýär, onyň täsirinde porşen ýokary hereket edýär, şol wagt pero berkidilen blankda wertikal çyzygy çyzýar, ol hem ştogyň herekedine deň we aşakdaky kameradaky basyşa proporsional.

Manometrleriň hersiniň artykmaçlyklarynda we kemçiliklerinde durup geçmän belläli, ýagny olar uly bolmadyk diametrli bolmaly. Ýörite barlaglar üçin, meselem, halka meýdanynda kiçi ölçegli manometrler ulanylýar, olaryň diametrleri 22 mm uly bolmadyk.

Çuň manometrlerden başgada, guýylar barlananda çuň termograflar ulanylýar, çuň harçlaýjylar, şeýle hem çuň birleşdirilen gurallar “Порок” apparaty ýaly. Nebiti öndürmek üçin häzirki döwürdäki mehanizmleşdirilen desgalar guýa goýberilen agregatda ýerleşdirilen hemişe işläp täsir edýän ölçeýji düzümi saklaýar, maglumatlary ýokary geçirýän.

Şol sanda ölçäp belenilýän parametrleri guýa goýberilýän agregatda goýberilýän döwründe ölçenilýär, guýynyň düýbinde däl. Bellemelisi, ýagny düýp basyşlary ölçäp bolmadyk ýagdaýynda hem, guýyda barlag işlerini geçirmek mümkin, halka meýdanyndaky basyşy ölçäp we dinamiki deňligi.

Dinamiki deňligi ölçemeklik guýynyň halka meýdanynda maýşgak çeye impulsy döretmek usulynda geçirilýär. Eger-de gerek bolanda bu ölçenen ulylyklary düýp basyşyna hasaplanmagy mümkin.

3.2.3. Barlagyň netijelerinin düşündirip many çykarmak

Çuň manometriň bankyny aýdynlaşdyrylandan soňra barlagyň ähli netijelerini aşakdaky jedwele ýygnaýar.

Tablisa 3.1

Durugyşmak usulynda saýlanyp guýy barlanandaky netijeleri

Gazdoýgunlyg y, $G_0, m^3/m^3$	G_{01}	G_{02}	G_{03}	G_{04}
Suwlanyşy, $B, \%$	B_1	B_2	B_3	B_4
$Q_n, m^3/cyT$	Q_{n1}	Q_{n2}	Q_{n3}	Q_{n4}
$Q_s, m^3/cyT$	$Q_{\kappa 1}$	$Q_{\kappa 2}$	$Q_{\kappa 3}$	$Q_{\kappa 4}$
$P_{düyP}, MIIa$	P_{3a61}	P_{3a62}	P_{3a63}	P_{3a64}
$P_{tr-d}, MIIa$	P_{3arp1}	P_{3arp2}	P_{3arp3}	P_{3arp4}
$P_u, MIIa$	P_{y1}	P_{y2}	P_{y3}	P_{y4}
Režimi	I	II	III	IV

V	P _{у5}	P _{затр5}	P _{зат5}	Q _{к5}	Q _{н5}	B ₅	G ₀₅
---	-----------------	--------------------	-------------------	-----------------	-----------------	----------------	-----------------

Gerek bolanda berilen jedwel başga parametrler bilen goşmaça doldyrylagy mümkin. Barlagyň esasy maksady durugyşmak usulynda saýlamak guýynyň indikator diagrammasyny (indicator çyzygy) gurmakda durýar.

Guýynyň indikator diagrammasy diýip atlandyrylýar grafiki baglanyşyk durgunlaşan öndürijiliginiň depressiýasyndan (düýp basyşyndan), ýagny $Q=f(\Delta P)$, $Q=f(P_{\text{дүүп}})$.

Surat 3.4-de indikator diagrammalary görkezilen. 3.4-nji suratdan görnüşi ýaly, indicator diagrammlary göniçyzykly hem bolup biler (1 – surat 3.4 a), güberçekli (2) we içine egreleni (3) debitleriň okuna.

Indicator çyzygynyň formasy gatlagyň drenirlenýän düzgünde bagly, filtrasiýanyň düzgünden, fitrlenýän flýuidleriň tebigi ýagdaýyndan, gatlakdaky durgunlaşmadyk ýagdaýlaryň geçişinden, filtrasiýa garşylyklaryndan, drenirlenýän oblastyň gurluşyndan (gatlak bir düzümlü, bir-näçe düzümlü, düzümsiz, gatlakly-düzümsiz) we başgalar.

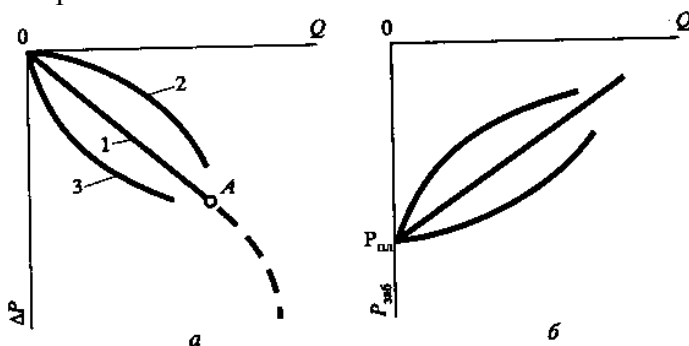
A nokatda çenli göniçyzykly indikator diagrammasy (surat 3.4 a) mümkin alynmagy egerde, haçanda drenirlenmegiň düzgünDarsiniň kanuny esasynda birfazaly suwuklygyň sürüp çykarýan düzgünbolanda, ýagny, beýle ýagdaýda Dүpүniň deňlemesi adalatly.

$$Q = \frac{2\pi kh}{\mu \ln \frac{R_k}{r_c}} \cdot \Delta P, \quad (3.4)$$

$$\Delta P = P_{\text{gat}} - P_{\text{дүүп}} \quad (3.5)$$

Depressiýanyň ulanmagynda göni çyzyk gyşaryp başlamagy mümkin (nokat A soň), ol hem Darsiniň kanununyň bozulmagy bilen bagly, filtrasiýanyň tizliginiň beýgelmegi bilen we inersiýa güýjiniň ýagdaýynyň täsirine. Gyşarmakly filtrasiýa ýagdaýynyň durnuksyzlygy bilen bagly bolmagy mümkin (geçelge ýagdaýda) erkin gazyn ýüze çykmagynda.

Indicator diagrammalary, öndürjiligiň okynyň gatnaşygyna güberçekli (2, surat, 3.4 a), häsiýati, olar hem önümiň azalýan režimlerinde, sebäpleri, diňe şeýle formanyň, dürli bolup biler.



Surat 3.4. Guýylaryň indikator diagrammalary:

a – koordinatalarda $Q=f(\Delta P)$; b - koordinatalarda $Q=f(P_{\text{dűp}})$

Indikator diagrammalary, öndürjiligiň okynyň gatnaşygyna içine gyşardylany (3, surat 3.4 a), indiki ýagdaýlarda alynmagy mümkin:

- AP ulalandaky akymyň ulalmagy, oň işlemedik kiçiräk gatnaklaryň, jaýryklaryň we ş.m. işe goşulmagynda;

- depressiýa ulalandaky guýynyň düýbine ýakyn zolagyň öz-özinden arassalanmagy we filtrasiýa garşylyklarynyň peselmeginde, ýa-da täze jaýryklaryň emele gelmeginde;

- barlaglaryň netijesiniň hiliniň peselmegi (hakykatda durnuksyz filtrasiýa düzgünde akymy almagyň durnukly usulynda). Beýle ýagdaýlarda barlagy täzedan gaýtalamaly.

Ähli indikator çyzyklar, surat 3.4 a getirileni, deňlemäniň indiki görnüşinde ýazylmagy mümkin:

$$Q = \kappa(P_{\text{пл}} - P_{\text{заб}})^n = \kappa \Delta P^n, \quad (3.6)$$

bu ýerde κ – proporsionallygy koeffisiýenti, $\text{m}^3/(\text{sut MPa})$, ölçegli, egerde öndürijilik m^3/sut ölçenende, basyş bolsa MPa-da; n – derejäniň görkezijisi, filtrasiýanyň düzgünde görnüşiň häsiýeti.

Deňleme (3.6) guýa gelýän flýuid akymyň umumylaşdyrylan deňlemesi atlandyrylýar. Indikator diagrammalar üçin (surat 3.4 a) göni çyzykly 1 – dereje görkezijisi $n=1$; öndürijiligiň okyna güberçeklisi 2 – dereje görkezijisi $n<1$; ömdürijiliginiň okyna içine egrelmeni 3 – dereje görkezijisi $n>1$.

$n=1$ bolanda, aňlatma (3.6)-ny şeýle ýazýarys:

$$Q = K_{\text{ön}}(P_{\text{gat}} - P_{\text{dýüp}}), \quad (3.7)$$

bu ýerde K_{get} – guýynyň önüm koeffisiýenti, $\text{m}^3/(\text{sutka/MPa})$, $\text{m}^3/(\text{c Pa})$, $\text{t}/(\text{sutka/MPa})$.

Göniçyzykly indikator çyzyghy üçin önüm koeffisiýenti guýynyň wajyp tehnologiýa parametric bolup durýar. Önümlü koeffisiýenti anyklanan wagt aralygynda hemişilik, Darsiniň kanuny ýerine ýetirilýänçä. Dýüpiň deňlemesinde (3.8) $K_{t,\text{ön}}$ bilen bilýäris:

$$K_{t,n} = \frac{2\pi k h}{\mu \ln \frac{R_{\kappa}}{r_c}} \quad (3.8)$$

we bul parametri guýynyn öndürijiliginiň teoretik koeffisiýenti diýip, ol hem $\text{m}^3/(\text{sPa})$ ölçeglili bolýar. Onda Dýupyň deňlemesi şeýle ýazylýar:

$$Q = K_{t,\text{get}}(P_{\text{gat}} - P_{\text{dýüp}}). \quad (3.9)$$

Şeýlelik bilen deňşdirmelerden (3.7) we (3.9)-dan çykýar, ýagny berilen guýynyň öndürijilik koeffisiýenti $K_{\text{ön}}$ wagtyň geçmeginde üýtgemegi mümkin, k , h , μ we R_k üýgemeginde.

Egerde barlag halka meýdanynda suwuklygyň deňligini üýtgedip geçirilende, onda (3.7) aňlatmany şeýle ýazyp bolar:

$$Q=K'_{\text{ön}}(H_{\text{din}}-H_{\text{st}}), \quad (3.10)$$

bu ýerde $K'_{\text{ön}}$ – guýynyň öndürjilik koeffisiýenti, deňligi 1 m aşaklanyň ölçeginde, $\text{m}^3/(\text{sut m})$, $\text{t}/(\text{sut m})$, $\text{m}^3/(\text{s m})$;
 H_{din} – dinamiki deňlik, m;
 H_{st} – statiki deňlik, m.

Dürli guýularyň, guýynyň düýbine ýakyn zolagynyň filtrasiýa häsiýetlerini deňeşdirmegi geçirilýär, şeýle aýdylyan, öndürjiliginiň koeffisiýentini $K_{\text{ön}}$ ulanyp, ony hem gatlagyň galyňlygyna h geçirilip öndürjiliginiň koeffisiýent ýaly $K_{\text{ön}}$ ($K_{\text{t.ön}}$) hasaplanan.

$$K = \frac{K}{h} = \frac{Q}{(P - P) \cdot h}, \quad (3.11)$$

şol sanda $K_{\text{öl}}$ ölçegi indiki: $\text{m}^3/(\text{sut MPa m})$, $\text{m}^3/(\text{s Pa m})$, $\text{t}/(\text{sut MPa m})$.

Şeýlelik bilen öndürjilik koeffisiýenti integral häsiýsiýeti bolýar, diňe flýuidleriň häsiýetini hasaba almak we öýjüklilik gurşagy, ýöne we guýynyň özüni we ýymitlendirýän oblasty hem.

Guýynyň potensial öndürjiligi düşünjäni girizeli $Q_{\text{от}}$, şonyň bilen düşünlmelisi maksimal mümkin bolýan öndürjilik, düýp basyşynyň minimal mümkinçiliginde $P_{\text{düýp min}}$ (maksimal mümkin depressiýada).

Şonlukda maksimal mümkin depressiýa $\Delta P'_{\text{max}}$ maksimal depressiýadan az ΔP_{max} :

$$\Delta P'_{\text{max}} < \Delta P_{\text{max}}, \quad (3.12)$$

$$\Delta P'_{\text{max}} = P_{\text{gat}} - P_{\text{düýp.minç}} \quad (3.13)$$

$$\Delta P_{\text{max}} = P_{\text{gat}} - P_0, \quad (3.14)$$

bu ýerde P_0 – атмосферное давление.

Çyzykly bolmadyk indikator çyzyklary interpretirlenmä mümkin bolup biler, filtrasiýanyň iki çenli deňlemesini ulanyp, we indiki görnüşazylyp (inersiýa güýçlerini hasaba alyp):

$$\frac{\Delta P}{\Delta l} = \frac{\mu}{k} v + \epsilon v^2, \quad (3.15)$$

bu ýerde $\Delta P/\Delta v$ – uzynlygyň birligine düşýän basyş (basyşyň gradiýenti), Pa/m;

v – filtrasiýanyň tizligi, m/s;

ϵ – kompleks koefisiýneti, flýuidi we öýjükli gurşagy häsiýetlendirýän.

Egerde filtrasiýanyň tizligini göwrüm Q harçlanyşynda görkezsek we filtrasiýanyň meýdanyny F

$$v = \frac{Q}{F} \quad (3.16)$$

we (3.16)-ny (3.15)-e goýsak, akýarys:

$$\Delta P = \frac{\mu \Delta l}{kF} Q + \frac{\epsilon \Delta l}{F^2} Q^2. \quad (3.17)$$

Bllýäris:

$$A = \frac{\mu}{k} \frac{\Delta l}{F}, \quad (3.18)$$

$$B = \frac{\epsilon \Delta l}{F^2}. \quad (3.19)$$

Onda (3.17) aňlatmany şeýle ýazýarys:

$$\Delta P = AQ + BQ^2, \quad (3.20)$$

bu ýerde A, B – her guýy üçin anyklanan aralyk wagtynda hemişelik koefisiýneti.

Çyzykly bolmadyk deňleme (3.20) ony Q bolup lineazirmek mümkin bolar:

$$\frac{\Delta P}{Q} = A + BQ. \quad (3.21)$$

Şeýlelik bilen « $\frac{\Delta P}{Q} - Q$ » koordinatalarynda (3.21)

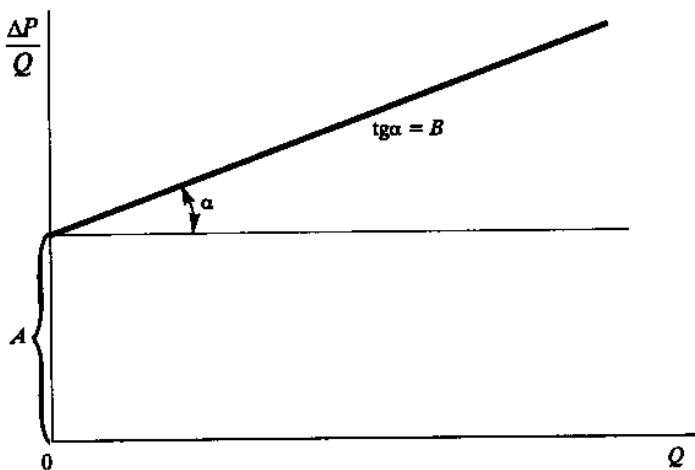
deňleme gönülik deňlemesi bolýar, bu hem surat 3.5-de

görüýär: $\frac{\Delta P}{Q}$ okdan kesilen aralyk, B – bolsa burç koeffisiýenti.

3.2.4. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň

Filtrasiýa häsiýetleri, kern esasynda anyklanany, meýdany we galyňlygy barada bölünişigine doly düşünje bermeýär. Filtrasiýa häsiýetleri, durnukly režimlerinde guýylar barlanandaky maglumatlary hasaplap, guýynyň düýbine ýakyn zolagy üçin integral ulylyklary d berýär, ýagny anyklanan üçin, käwagt gatlagyň önümlü oblastynyň esmiräk ýerine

Rugsat edeli, barlaglaryň netijesinde indikator diagrammasy alyndy, surat 3.6 görkezileni. Bu suratdan görnüşi ýaly, indikator diagrammasy göni çyzykly.



Surat 3.5. (3.21) deňlemäniň grafiki görnüşi

(3.7) deňlemä laýyklykda ýazýarys:

$$K_{get} = \frac{Q}{(P_{gat} - P_{düýp})} = \frac{Q}{\Delta P}. \quad (3.22)$$

Surat – 3.6-dan bolýar:

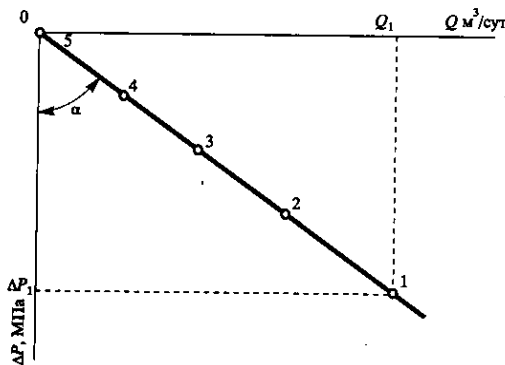
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Q_1}{\Delta P_1}. \quad (3.23)$$

Barlanan kämilleşmedik guýynyň öndürilijiligi baglanyşyk esasynda hasaplamamk mümkin

$$Q = \frac{2\pi kh}{\sigma_H \mu \left(\ln \frac{R_k}{r_c} + C \right)} \cdot \Delta P, \quad (3.24)$$

bu ýerde σ_H – nebitiň göwrüm koeffisiýenti. Deňeşdirmelerden (3.22) we (3.23)-den bolýar:

$$K_{get} = \operatorname{tg} \alpha \quad (3.25)$$



Surat 3.6. Guýynyň çyzykly indikator diagrammasyny

(3.24)-den öndürijilik koeffisiýentini tapyp we ony (3.25)-e deňeşdirip alýarys:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2\pi kh}{\epsilon_n \mu \left(\ln \frac{R_k}{r_c} + C \right)}. \quad (3.26)$$

(3.26) görkezmeden hasaplaýarys:

- gidrogeçirijilik koeffisiýentini $\frac{kh}{\mu}$;
- herekedijilik koeffisiýentini k/μ ;
- düzümiň geçirijilik koeffisiýenti k .

Düzümiň maýşgak göwrümliliginiň koeffisiýentini hasaplan

$$\beta^* = m\beta_s + \beta_p,$$

hasaplaýarys:

- pýezogeçirijilik koeffisiýentini α

$$\alpha = \frac{k}{\mu \beta^*}.$$

Eger-de indikator diagrammasy çyzykly däl, ýöne çyzyga meňzeş (3.21) deňleme boýunça, onda surat 3.5 esasynda $Q=0$ bolanda

$$\frac{\Delta P}{Q} = \frac{P_{gat} - P_{düýp}}{Q} = A. \quad (3.27)$$

(3.27)-i (3.22) bilen deňeşdirip alýarys

$$K_{get} = \frac{1}{A} \quad (3.28)$$

ýä-da (3.25) we (3.26) hasaba alyp bizde bolar:

$$A = \frac{\epsilon_H \mu \left(\ln \frac{R_k}{r_c} + C \right)}{2\pi kh}. \quad (3.29)$$

Şeýlelikde a-nyň san ähmiýeti barlagyň netijesinde belli, (3.29) bilen hasaplaýarlar, bizi ähli çyzyklandyryňan häsiýetleri ýokarda görkezilişi ýaly. Getirilen hasaplar anyklyk çäklendirmelerde adalatly, görkezilişi ýaly düýp basyşynda $P_{düyş}$ dolgunlyk basyşda $P_{doý}$ ýokary (ýa-da deň) bolanda.

Guýynyň indikator çyzygynyň gyşarmagy mümkin we şeýle bolanda: iki fazaly filtrasiýada (nebit+gaz). Şeýle garyndynyň durugyşan herekediniň hasabynyň ýagdaýy S.A. Hristianowiçiň funksiýasyny ulanyp geçirilýär we ýerasty gidromehanika kursynda görkezilýär. Iki fazaly filtrasiýanyň esasy şerti bolýar, düýp basyşyň peselmegi doýgunlyk basyşyndan pes bolanda.

Şeýle ýagdaýda iki fazaly filtrasiýanyň $R_{дф}$ zolagyň radiusyny gatlakdaky basyşyň paýlanyşyny logarifmik alynýar, mümkin şertden hasaplamagy, ýagny bu serhetdäki basyş P doýgunlyk basyşyna $P_{doý}$ deň:

$$P = P_{doý} = P_{düyş} + \frac{(P_{gat} - P_{düyş})}{\ln \frac{R_k}{r_g}} \cdot \ln \frac{R_{df}}{r_s},$$

bu ýerden iki fazaly filtrasiýanyň $R_{дф}$ zolagynyň radiusyny tapýarys:

$$R_{df} = r_s \left(\frac{R_k}{r_s} \right)^{\frac{P_{doý} - P_{düyş}}{P_{gat} - P_{düyş}}}. \quad (3.30)$$

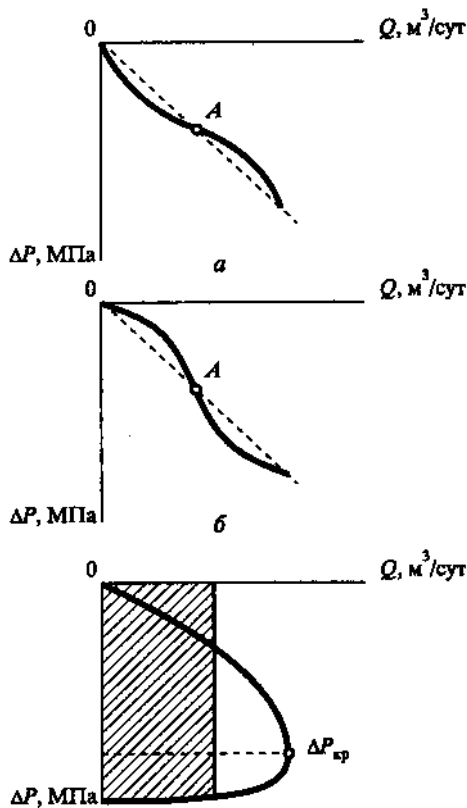
3.3. Çylşyrymly indikator diagrammalary

Indikator diagrammalarynyň görnüşine örän kän faktorlar täsir we diňe olar däl, olar barada aýdylanlary. Indikator diagrammasy barlanýan zolagyň geologiki gurluşy

bolman ýa-da flýuidiň akýan ýagdaýy bolman, düzümdе geçýän dürli tebigi ýagdaýlarynyň örän kän sanawy (belli bolan analitiki baglanyşyklaryny hazier çenli biz hasaba alyp bilmeýäris), ýokarda görülen indikator diagrammlarynyň formalary tipiki ýagdaýyndan aýratynlygy mümkin.

Çylşyrymly indikator çyzyklaryna degişli S-görnüşli, S-görnüşli agdarylan we orak görnüşli, suratda 3.7 a, b we ç getirileni. S-görnüşli we S-görnüşli agdarylan indikator diagrammlarynyň egredýän A nokady bolýar.

Önümçilikde soňky wagtlara çenli şeýle indikator diagrammlaryny göni çyzyk bilen approximirleýärdiler we önümlü koeffisiýentini hasaplaýarlar, guýynyň işiniň režimini taslanlarynda we olary ulananlarynda diňe nokat A-da anyk maglumaty berýärdi. Käwagt düýpli, ähli beýleki režimlerde taslama we hakyky režimlerde gabat gelmeýärdiler.



Surat 3.7. Guýylaryň çylşyrymly indikator diagrammalary:

a – S-görnüşli; b – S-görnüşli agdarylan; ç – orak görnüşli.

Görülýän indikator diagrammalary düzümiň özüni alyp baryş ýagdaýlarynyň çylşyrylymygyny görkezýär, diňe flýuidiň filtrasiýasynyň aýratynlygyny anyklaman, ýöne has derejeli we kollektoryň özüniň häsiýeti bilen öwrülýän we öwrülmeýän ýütgemeleri bilen.

Çyzgyda göreli terrigen kollektora depressiýanyň täsirini (surat 3.8 a), dag jynsynyň dänejiklerinden durýanyň

1, öz aralygynda sementleýji haryt 2 bilen berkidileni, elmydama boluşy ýaly toýun düzüminden. Görkezilen elemende (surat 3.8. b) güýjiň (dartgyňlylygyň) täsir edýänini, (wertikal) dag basyşyndan P_{dag} jemleneni we içerki basyşdan (gatlak) P_{gat} . Görkezilen güýjenmeleriň dürlüligi netijeli güýjenme P_{ef} atlandyrylýar.

$$P_{\text{ef}} = P_{\text{dag}} - P_{\text{gat}}. \quad (3.31)$$

Dag basyşyny $P_{\text{горн}}$ gidrostatikanyň deňlemesi bilen hasaplanýar.

$$P_{\text{dag}} = \rho_d g H, \quad (3.32)$$

bu ýerde ρ_d – ýokarda ýatan dag jynslarynyň dykzlygy, kg/m^3 (çökündili dag jynslary üçin alynýar $\rho_d = 2600 \text{ kg/m}^3$);

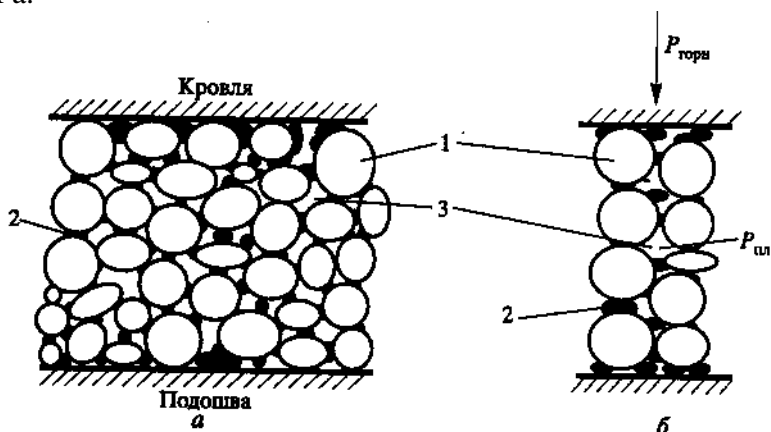
H – kollektoryň çuňlugy (wertikal boýunça), m.

Gatlak basyşyny P_{gat} şol deňleme bilen hasaplaýarlar, dykzlygy alýarlar, süýji suwyň dykzlygyna deňligini ($\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$). Şeýlelikde, kollektor üçin, $H = 2000 \text{ m}$ çuňlukda ýerleşini, dag basyşy deňdir $P_{\text{dag}} \approx 52 \text{ MPa}$, gatlak basyşy bolsa $P_{\text{gat}} \approx 20 \text{ MPa}$; netijeli güýjenme deňdir $P_{\text{ef}} = 52 - 20 = 32 \text{ MPa}$.

Nebitgaz kánlerini özleşdirmekden önürti gerekli bolan anyklanan depressiýany döretmeli

$$\Delta P = P_{\text{gat}} - P_{\text{дүýп}}, \quad (3.33)$$

bu ýerde $P_{\text{дүýп}}$ – öndürilýän guýydaky guýynyň düýbindäki basyş, MPa.



Surat 3.8. Terrigen kollektoryň göz önüne getirilýän
çyzgysy:

- 1 – dag jynsynyň dänleri; 2 – sementleýji haryt;
3 – flýuid bilen doldurylan içerki meýdany

Görýän mahalamyzda guýynyň düýp basyşyny $P_{\text{düýp}}=10$ MPa alýarys. Onda netijeli güýjenme öndürilýän guýynyň diwarlarynda deň bolar:

$$P_{\text{ef}} = P_{\text{dag}} - P_{\text{gat}} = 52 - 10 = 42 \text{ MPa.}$$

Dag jynslarynyň dänelerine täsir edýän netijeli güýjenmäni ulaldylanda olaryň göewrümüne ulalmagyna getirýär (Gukyň kanuny adalaty galýar) soňky netijeleri bilen.. Bu ýerde bir diňe bir soňky netijäni göreli, däneleriň aralygyndaky kontakt güýjenmäni (sementleýji harytdaky güýjemäniň ösýänini), ýagny onyň anyklyan ulalmasy sementleýji harydyň ýumrulmagyna getirer (bir azylak ýa-da doly). Sementleýji haryt ýumrulanda ol öýjükli meýdana düşer we filtrasiýa ýagdaýyna goşulýar.

Netije-de obliterasiýa ýagdaýy döreýär, ol hem öýjükleriň akabalaryna ýumurylan sementleýji harytlar bilen dykýar we düzümiň geçirijiligini peseldýär. Has aýdyn, ýagny anyklyan depressiýada sementleýji haryt ýumrulmaýar, näme diýende onyň berkligi ýeterlik, dag jynsynyň däneleriniň ulalan göwrümüne garşy durmaga. Sementleýji harydyň ýumrulmagy anyklyan depressiýada başlanýar; şeýlelikde sementleýji harydyň ýurulyan sanlary depressiýanyň ulalmagy bilen artýar, öndürijilik bolsa depressiýanyň howply ýagdaýynda bir bada azalýar ΔP_{kr} (surat 3.7, b seret). Howply depressiýa dörende, obliterasiýa ýagdaýy anyklaýjy bolup durýar, düzümiň filtrasiýa ukybyny birden azalýar, şeýlelikde öndürijilik hem azalýar, ýagny indikator diagrammada nokat ΔP_{kr} soňra görünýär (surat 3.7, b).

Sementleýji haryt doly ýumrulanda konsolidirlenen terrigen kollektory ýumşak öýjükli bolýar we soňky öýjükli

meýdanynyň düzüminiň mümkin düzülişi bolup we onyň galyňlygynyň üýtgemegi.

Şeýlelik bilen, guýynyň indikator diagrammasynyň orak görnüşli bolmagynyň sebäbi obliterasiýa bolýar, meselem, sementleýji harydyň ýumrulmagynda ýa-da terrigen dag jynsynyň örän maýda bölekleri bilen. Dykgatlaýarys, ýagny bu ýagdaýy bolup bilýäýjek sebäpleriniň biri. Başgada sebäpleri bolýar, meselem, akymyň ikifazalylygy bilen we fazaly geçirijiliginiň gatnaşygynda. Şeýle indikator diagrammalaryny alyp bolar haçanda gazlanan suwuklyklar bilen, “nebit-suw” garyndynyň filtrasiýasynda we başgalar.

IV. FILTRASİYANYŇ DURNUKLY REŽIMLERINDÄKI GAZ WE GAZKONDENSATLY GUÝULARYŇ GAZGIDRODINAMIKI USULLARYŇ DERŇEWLERI

4.1. 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 öýjüklü 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.

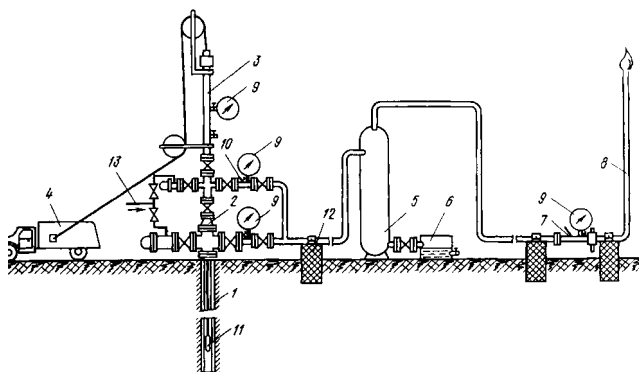
3. Guýynyň we ulanylýan çuňluk enjamlarynyň konstruksiýasy (gurluşy).

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 guýy 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;

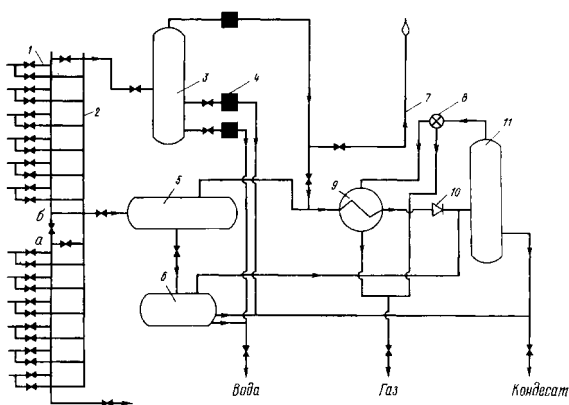
şaybanyň diametrini ýuwaş-ýuwaş ulaltmak bilen 4-5 nokat alýarlar; soňra şaybanyň diametrini başdakysyna çenli kiçeldip, ýene-de ters tertipde 4-5 nokat alýarlar. Düzgün boýunça, arassalama prosesinde hersine 30-40 min sarp edip, 2-3 gezek howa üfleýärler.

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 ykarmak üçin çuňluk debitölçeýji, sesölçeýji, termometr we ş.m. ulanylýar. Känleriň häsiýetine, maksatlaryna, ulanylmagyna, özleşdiriliş derejesine garaşlylykda gazogidrodinamiki barlaglary geçirmek üçin guýynyň agzy esasan iki shema boýunça abzallaşdyrylýar (4.1-4.2-nji suratlar).



Surat 4.1. Gazy taýýarlama boýunça gurnaga birikdirilmedik guýynyň agzyny abzallaşdyрма.

- 1-guýy; 2-fontan armaturasy; 3-lubrikator; 4-ýük galdyryňan 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.



Surat 4.2. Gazy taýýarlamak boýunça gurnaga birikdirilen guýynyň agzyny abzallaşdyрма.

1-girelge liniýalaryň blogy; 2-gözegçilik ölçmeleriň liniýasy;
3-gözegçilik separatory; 4-ölçmeleriň merkezi; 5- Ibasgançaýyň separatory; 6-bölüji gap; 7-çyra liniýasy; 8-ýylylyk režimini sazlaýjy;
9-ýylylykçaşyjy; 10-sazlanýan ştuser; 11-II basgançaýyň 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 galdyryan maşyn AKC-64, АПЛ-64, АКЦИ-7 geofiziki karotаж 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 birleşdirmegiň 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 ölçejjiniň maglumatlary boýunça kesgitleňýär. 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 inhibitoryň 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 (separatorдан 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 separatorдан soňky agyz basyşynyň arasyndaky kiçiräk tapawudyň derňew tapgyzlarynyň sanyny çäklendirýänligine baglydyr. Gazyýygnaýjy punkta birikdirilen

guýyny abzallaşdyrmagyň umumy shemasynda agyz basyşynyň üýtgemeginiň ýeterlikli diapazonyny üpjün etme maksady bilen gazy atmosfera çykarmak bilen käbir derňewleri geçirmek üçin çyra liniýalary göz önünde tutulypdyr.

4.2. Gaz guýularda barlag geçirmegiň usuly

Süzülmegiň durnuklaşan düzgüninde guýynyň derňemek durnukly düýp basyşynyň we dürli düzgünde gazyň çykymlarynyň arasyndaky baglansyga esaslanýar we aşakdakylary kesgitlemäge ygtyýar berýär.

Gazyň çykymynyň gatlagyň depressiýasyna we üst basyşyna baglansygy.

Düýp we üst basyşynyň we temperaturasynyň guýynyň çykymyna görä üýtgemegi. Süzülme garşylyk koeffisiýentleri.

Dürli düzgünde daşýan suwuklyklaryň we gaty galyndylaryň mukdary.

Düýbe ýakyn zolagyň bozulmagynyň, guýynyň düýbünden gaty we suwuk bölekleriň zyňylmagynyň we ýygnanmagynyň şerti.

Dürli ýagdaýlary hasaba almak bilen guýynyň iş düzgüni.

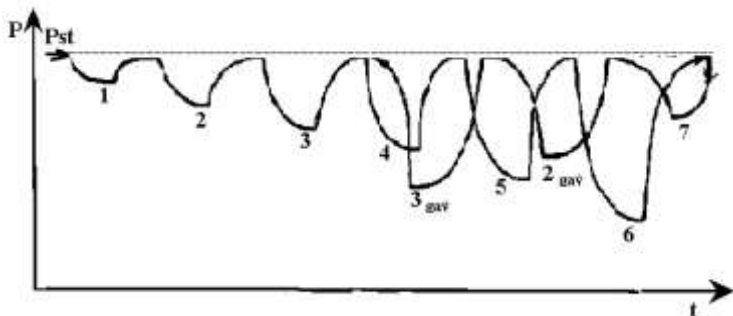
Turbanyň gidrawliki garşylyk koeffisiýenti.

Düýbe ýakyn zolagy berkitmek, gmaça perforasiýa, mostlary gurmak, çüwdürim turbasyny çalyşmak, önüm berijiligini düýçlendirmek we beýleki işleýän netijeliligini kesgitlemek.

Çykarylyşyň durnuklaşan düzgüninde derňewe başlanmazýndan ön guýynyň agzyndaky basyşy statiki bolmaly P_{st} . Derňew kiçi çykymyndan başlap ula geçirilýär (göni ugur). Alynýan nokatlar her düzgünden soňra üstde düýpde basyşyň durnuklaşmagyndan soňra ýazga geçirilýär.



Surat 4.3. Bir düzgünde guýy derňelende basyşyň üýtgemegi.



Surat 4.4. Süzülmeňň kadalaşan düzgüninde gaz guýysynyň derňewini häsiýetlendirýän grafiki. Ugry: 1-6-göni; 1 ters-3 ters.

Üst basyşyndan hasaplanyp tapylan düýp basyşy düýpdäki suwuklygyň barbolmagynda uly ýalňyşlyga getirýär.

Eger guýy barlanmazyndan öň işleýän bolsa, onda basyşyň P_{st} çenli dikelmegi üçin ony ýapylýar. Soňra gatlagyň basyşyny kesgitlemek üçin basyşy we temperaturasy ölçýär.

4.3. Derňewiň netijelerini gaýtadan işlemegiň usullary

Durnuklaşan düzgünde guýyny barlamak prosesinde gazyň çykymy, temperatura we çüňdürini turbasynyň basyşdaky (golowkadaky) we turba ara giňişligindäki basyşy ölçeýär. Olaryň ululyklary indikator çyzygyny durmak maksady bilen barlagyň netijelerini işlemek üçin ulanylýar.

Gatlagyň energiýasynyň ýitgisiniň ($P_{\text{gat}}^2 - P_{\text{d}}^2$) gazyň çykymyna bolan baglanşygyny häsiýetlendirýän kämil guýynyň düýbüne gazyň akymynyň deňlemesi indiki görnüşe eýedir.

$$P_{\text{gat}}^2 - P_{\text{d}}^2 = aQ + bQ^2 \quad (4.1)$$

bu ýerde

$$a = \frac{116\mu z T_{\text{gat}}}{\pi K h P_{\text{at}} T_{\text{st}}} \ln \frac{R_{\text{c}}}{R_{\text{g}}}$$

$$b = \frac{\rho_{\text{st}} z P_{\text{at}} T_{\text{gat}}}{2\pi^2 l h^2 T_{\text{st}}} \left(\frac{1}{R_{\text{g}}} - \frac{1}{R_{\text{c}}} \right) \quad (4.2)$$

a, b – guýynyň düýp konstruksiýalaryň we gatlagyň düýbe ýakyn zolagyň ululyklaryna bagly süzülmegiň garşylyk koeffisiýentleri; P_{gat} , P_{d} – laýyklykdaky düýp we gatlak basyşlary, $\text{kg} \cdot \text{güýç} / \text{sm}^3$; Q – P_{at} we T_{st} – bolanda gazyň çykymy, $\text{müň.m}^3 / \text{sutka}$; M – P_{gat} we T_{gat} – bolanda gazyň dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti; SP, k – gatlagyň berijiligi; h – netijeli galyňlyk, m; ρ – gazyň atmosfera şertindäki dykzlygy, kg / m^3 ; l – makro südürililik koeffisiýenti; R_{c} , R_{g} – iýmitlenme çägäniň we guýynyň radiusy, m.

Açmagyň derejesi we häsiýeti boýunça kämil däl guýa izotrop gatlakdan gazyň hereketindäki süzülmegiň garşylyk koeffisiýentleri indiki aňlatmadan kesgitlenýär.

$$\alpha_{k.d} = a^* / \left(\ln \frac{R_k}{R_c} - C_1 + C_2 \right);$$

$$b_{k.d} = b^* \left(\frac{1}{R_c} - \frac{1}{R_k} + C_3 + C_4 \right);$$

$$a^* = \frac{116 \mu z P_{at} T_{gat}}{\pi K h T_{st}}$$

$$b^* = \frac{\rho_{at} z P_{at} T_{gat}}{2 \pi^2 l h^2 T_{st}}$$

C_1, C_2, C_3, C_4 - açmagyň derejesi we häsiýeti boýunça kämil däl koeffisiýentler.

Açmagyň derejesi boýunça kämil däl koeffisiýenti C_1 we C_3 indiki formuladan kesgitlenýär

$$C_1 = \frac{1}{\bar{h}} \ln \bar{h} + \frac{1 - \bar{h}}{\bar{h}} \ln \frac{\sigma}{\bar{R}_g}; \quad C_3 = \frac{1}{\bar{h}}$$

bu ýerde $\bar{h} = h_{a.g}/h$ – otnositel galyňlyk; $\sigma = 1,6(1 - \bar{h}^2)$; $\bar{R}_g = R_g/h$ – guýynyň otnositel radiusy.

C_2, C_4 ululyklary deşigiň sanyna, perforasiýanyň görnüşine, kanallaryň çuňlugyna we diametrine, öýlükli sredanyň berkli we süzülmek häsiýetnamasyna bagly.

$$C_2 = h/nR_o; \quad C_4 = h^2/3n^2R_o^3$$

bu ýerde R_0 – ýarym sferanyň radiusy; n – deşikleriň sany.

4.4. Syzyjylygyň a we b garşylyk koeffisiýentlerini kesgitlemek

Syzyjylygyň garşylyk koeffisiýentleri gazyň fiziki häsiýetini, öýjükli sredalaryň syzyjylyk häsiýetini we syzyjylygyň geometriki parametrlerini häsiýetlendirýär. Syzyjylygyň garşylyk koeffisiýentleriniň bahasy gaz we gazkondensatly ýataklaryny özleşdirmegiň taslamasynda we analizinde ulanylýar. Syzyjylygyň garşylyk koeffisiýentleri aşakdakylarda:

- guýy ulanylanda we barlananda faza üýtgemegine, gaz we gazkondensat garyndysynyň häsiýetine bagly;
- syzyjylygyň kanunlary;
- öýjükli sredalaryň mehaniki, sygym we syzyjylyk häsiýetine, gatlagyň anizotropiýasyna bagly;
- aýratyn düzgünde barlagyň dowamlylygy;
- öýjükli sredalaryň we gazyň termobariki parametrleri;
- guýularyň gurlyşy we gatlagy açmagyň kämillik derejesi;
- önümlü gatlagy açmagyň hili, ýuwujy ergine we guýuda bejergi we goraýyş (profilaktika) işlerine bagly;
- gatlagyň gaz doýgunlylygynyň (nebitli gatlagynyň bolmagyna gazdoýgunlylygy) ululygyna we beýleki parametrlerine bagly.

a we b koeffisiýentleri (olara degişlidir: şepbeşiklik , aşa gysyjylyk, geçirijilik, makro бүдүр-сүдүрлilik koeffisiýentleri, gazyň dykzlygy, temperaturasy, iýmitlerine çäginini we guýynyň radiuslary, kämil dälilik we birmeňzeş dälilik koeffisiýentleri) basyşa, barlagyň dowamlylygyna, öýjükli sredanyň gaz we suw bilen doýgunlylygyna, gatlagyň

depressiýasynyň ululygyna, kondensatyň düşmek, ýygnamak we zyňylmak şertlerine, öýjükli sredanyň ýylylyk häsiýetine we beýlekilere bagly.

a we b koeffisiýentleriniň ululygyny bilmezden özleşdirmek işinde guýynyň debitini çaklamak mümkin däl. Şonuň üçin a we b koeffisiýentleri kesgitlemek käni özleşdirmäge taýýarlamakda esasy meselelerden biri bolup durýar. Her guýynyň özüniň syzyjylyk garşylyk koeffisiýenti bar. Şonuň üçin käni özleşdirmegiň taslamasynda a we b koeffisiýentleriniň aralyk bahasy kesgitlenýär.

Gazyň guýa akymynyň formulasyndan bir deňlemede iki näbelli garşylyk koeffisiýentiniň barlygyny görmek bolar. Guýulary 5-8 düzgünden az bolmadyk derňewi talap edýän a we b koeffisiýentleri kesgitlemegiň grafiki usuly giňden ulanylýar. Bu ýagdaýda 8-den 2-3 düzgün ter ugurda geçirilýär.

Barlagyň maglumat boýunça P_{gat} , $P_{\text{düýp}}$ we Q kesgitlenýär. Dürli düzgünde $P_{\text{gat}}^2 - P_{\text{düýp}}^2$ bahasy hasaplanýar. Soňra ΔP^2 we Q arasyndaky baglanşyk gurulýar, indikator egrisi koordinatalar başlangyjyndan geçmeýän ýagdaýynda akymyň iki agzaly formulasyna üçinji agza goşulýar we C bilen belgilenýär. C ululygy özüniň alamaty boýunça formula girizilýär. $\Delta P^2/Q$ we Q ýa-da $(\Delta P^2 - C)/Q$ we Q baglanşygyň koordinatasýnda gaýtadan işlenen indikator diagrammasy $\Delta P^2/Q$ ýa-da $(\Delta P^2 - C)/Q$ okuny kesýän kesime deň bolan a koeffisiýenti we Q okunyň we ýapgyt çyzygyň emele getirýän tangens alfa ($\text{tg}\alpha$) burçuna deň bolan b koeffisiýenti grafikden kesgitlemäge ygtyýar berýär (surat 4.5).

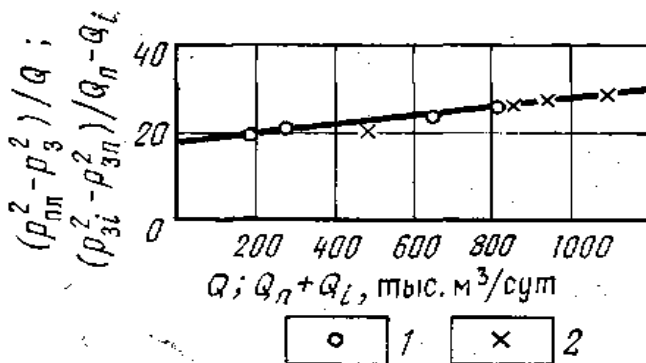
Nokadyň sany (guýynyň derňewiniň düzgünleri) köp bolanda syzyjylygyň garşylyk koeffisiýentlerini sanama usuly bilen kesgitlemek bolar. Sanama usulyňy düzgünleriň sany 10-dan ýokarlananda ulanmak maksada laýyk hasaplanýar.

Eger-de nokatlaryň arasynda ΔP^2 we Q arasyndaky umumy kanunylygyndan düýpli tapawutlanýan nokady bar bolsa, onda a we b koeffisiýentleri sanama arkaly kesgitlenende şol nokadyň bahasy aýrylýar (zyňylýar). a we b

koeffisiýentleri kesgitlemegiň sanama usuly iň kiçi kwadratlar usuly bilen alnan. Syzyjylygyň garşylyk koeffisiýentleri kesgitlemek üçin formulalar indiki görnüşe eýedir

$$a = \frac{\Sigma \Delta P^2 / Q \Sigma Q^2 - \Sigma Q \Sigma P^2}{N \Sigma Q^2 - (\Sigma Q)^2} \quad (4.3)$$

$$b = \frac{N \Sigma \Delta P^2 - \Sigma Q - \Sigma \Delta P^2 / Q}{N \Sigma Q^2 - (\Sigma Q)^2} \quad (4.4)$$



Surat 4.5.. $P^2(1)$ we P^2/Q ýa-da $(P^2 - C/Q)$ (2) gatnaşygyň -a baglanşygy.

Haçanda gatlagyň basyşy näbelli bolanda a we b koeffisiýentleri barlagyň netijelerini $(P_{di}^2 - P_{dn}^2)/(Q_n - Q_i)$ gatnaşygyň $Q_n + Q_i$ bolan baglanşygynyň koordinatasyndan kesgitlemek bolar. Formulalar indiki görnüşe eýedir.

$$a = \frac{\Sigma (P_{di}^2 - P_{dn}^2)/(Q_n - Q_i) \Sigma (Q_n + Q_i)^2 - \Sigma (Q_n + Q_i) \Sigma (P_{di}^2 - P_{dn}^2)(Q_n + Q_i)/(Q_n - Q_i)}{N \Sigma (Q_n - Q_i)^2 - [\Sigma (Q_n - Q_i)]^2} \quad (4.5)$$

$$b = \frac{N \Sigma (P_{di}^2 - P_{dn}^2) / (Q_n - Q_i) / (Q_n + Q_i) - \Sigma (Q_n + Q_i) \Sigma (P_{di}^2 - P_{dn}^2) / (Q_n - Q_i)}{N \Sigma (Q_n - Q_i)^2 - [\Sigma (Q_n - Q_i)]^2} \quad (4.6)$$

bu ýerde $N - N = \sum_{i=1}^n (m-1)$ formula boýunça kesgitlenýän aýyrmagyň sany; m – düzgünleriň umumy sany; n – düzgünleriň tertip nomeri.

4.5. Indikator çyzyklaryň formasyna dürli ýagdaýlaryň täsiri. Düýp we gatlak basyşynyň nätakyk kesgitlenmesiniň indikator egrisiniň formasyna täsiri

Guýa gazyň akymynyň formulasy $\Delta P^2 = aQ + bQ^2$ parabolanyň formulasyna meňzeş. Şonuň üçin indikator egrisi koordinatalar okunyň başlangyjyndan geçýär. Eger indikator egrisi koordinatalar okunyň başlangyjyndan geçmese, onda akymyň deňlemesine guýynyň debiti bilen ΔP^2 baglanyşdyrýan bir ýa-da birnäçe ululyklaryň täsirini aňladýar. Şonuň üçin bu ululyklaryň bir bölegi ölçenen, beýleki bölegi bolsa kesgitlenen bolmaly.

Ölçenýän ululyklara dürli düzgündäki gatlak we düýp basyşy hem-de guýularyň debitleri degişlidir. Guýyny debiti geçýän kesegi belli diafragma (ştuser) üçin gazyň basyşy we temperaturasy arkaly ýerli ýagdaýda kesgitlenýär.

Indikator egrisiniň formasynyň gysarmagynyň esasy ýagdaýy gatlak we düýp basyşy hem-de debit ölçenende (kesgitlenende) goýberilýän ýalňyşlyklar bolup durýar. Bu ululyklary ölçemegiň takyklygy ulanylýan manometrleriň, difmanometrleriň we termometrleriň takyklygyna bagly. Basyş ölçenende ulanylýan has gowy nusgalyk manometrleriň takyklyk klasy 0,16 %, has ýaramaz bolanda – 0,4 % bolýar. Manometrleriň ýalňyşlygynda basyşyň dikelmezligine hem-de basyşyň we debitiň durnuklaşmazlygyna getirýän dürli

düzgündäki düýp we gatlak basyşlarynyň hem-de debitleriň nätakyklygyna seredilmeýär. Diňe gatlak we düýp basyşy ölçenende goýberilen ýalňyşlygy hasaba alynýar.

1. Goý, ölçenen gatlak basyşy P_{gat}^* hakykydan P_{gat} δ_1 ululykda tapawutlansyn. Onda hakyky gatlak basyşy indiki formula boýunça kesgitlener

$$P_{\text{gat}} = P_{\text{gat}}^* + \delta_1 \quad (4.7)$$

Ölçenen gatlak basyşy üçin akymyň deňlemesi indiki görnüşde ýazylyar

$$P_{\text{gat}}^{*2} - P_{\text{düýp}}^2 = aQ + bQ^2 - C_{\text{gat}} \quad (4.8)$$

bu ýerde

$$C_{\text{gat}} = 2P_{\text{gat}}^* \delta_1 + \delta_1^2 \quad (4.9)$$

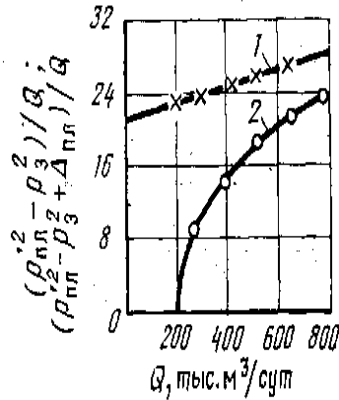
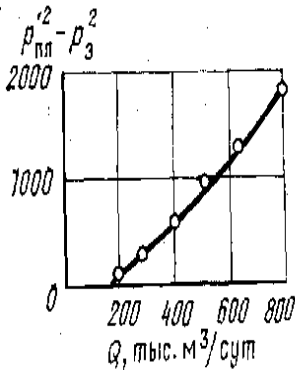
Eger gatlagyň hakyky basyşy näbelli bolsa, onda guýynyň barlagynyň netijeleri başda $P_{\text{gat}}^{*2} - P_{\text{düýp}}^2$ tapawudyň Q bagly koordinatasynda gaýtadan işlenilýär. Bu ýagdaýda indikator egrisi ΔP^{*2} okunyň C_{gat} deň bolan kesimini kesip geçer. C_{gat} bilenimizden soň δ_1 hasaplamak mümkin, syzyjylygyň garşylyk koeffisiýentlerini bolsa $(\Delta P^{*2} + C_{\text{gat}})/Q$ gatnaşygyň Q -a bagly koordinatasynda gurlan grafigi baglansykdan kesgitlemek mümkin. Bu ýagdaýda netijeleri gaýtadan işlemek üçin formula

Suratdan görnüşi ýaly gatlak basyşy ýalňyş kesgitlenende $(P_{\text{gat}}^{*2} - P_{\text{düýp}}^2)/Q$ we Q koordinatada gatadan işlenen indikator egrisi a we b koeffisiýentleri kesgitlemäge ygtyýar bermeýär.

$\Delta P^{*2} - Q$ we $\Delta P^{*2} / Q - Q$ baglansyklaryň formasy gatlak basyşynyň peseldilendigini ýa-da ähli düzgünde düýp basyşynyň ýokarlandyrylandygyny görkezýär. a we b

koeffisiýentler indikator egrisi diňe C_{gat} hasaba almak bilen gaýtadan işlenen ýagdaýynda kesgitlenýär.

$$\left[P_{gat}^{*2} - P_{düýp}^2 + C_{gat} \right] / Q = a + bQ \quad (4.10)$$



Surat 4.6.. $P_{gat}^{*2} - P_{gat}^{*2} / Q$

Surat 4.7 $(P_{gat}^{*2} - P_{düýp}^2) / Q$ (1) hem-de baglansygy.
 $(P^{*2} + P_{gat}) / Q$ (2) baglansygy.

2. Goý dürli düzgünde ölçenen düýp basyşy

$P_{düýp}^*$ hakykysynda δ_2 ululykda tapawutlansyn.

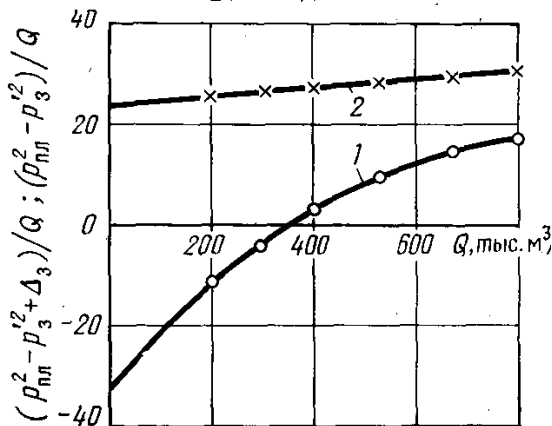
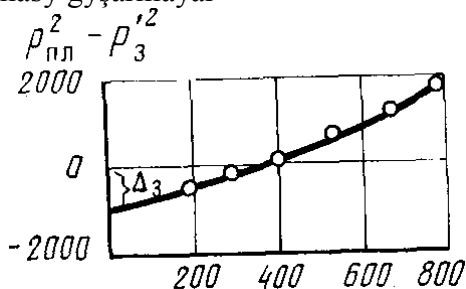
Onda hakyky düýp basyşy

$$P_{düýpi} = P_{düýpi}^* - \delta_{2i} \quad (4.11)$$

Bu ýerde δ_{2i} – i düzgünde düýp basyşy ölçenende goýberilen ýalňyşlyk. Eger ölçenen düýp basyşy hakykysyndan $P_{düýp i}$ kiçi bolsa, onda (5) formula indiki görnüşli alar

$$P_{düýpi} = P_{düýpi}^* + \delta_{2i} \quad (4.12)$$

Gatlak basyşynyň bahasynyň kiçeldilmegi we düýp basyşynyň bahasynyň ýokarlandyrylmaýy indikator egrisiniň formasynyň birmeňzeş gyşarmagyna getirýär. Bir wagtda göýberilen ýalňyşyň birmeňzeş häsiýetnamasynda indikator egrisiniň formasy gyşarmaýar



Surat 4.8.

Surat 4.9.

Düýp basyşyň ölçenen ululygyny ulanylanda akymyň deňlemesi

$$P_{gat}^2 - P_{düýpi}^{*2} = aQ + bQ^2 - C_{düýp} \quad (4.13)$$

Bu ýerde

$$C_{düýp} = 2P_{düýp}^* \cdot \delta_2 - \delta_2^2 \quad (4.14)$$

$Q=0$ bolanda $P_{düy p} = P_{gat}$ bolýandygyny hasaba alyp, $C_{düy p}$ ululygy indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$C_{düy p0} = 2 \cdot P_{gat} \cdot \delta_2 + \delta_2 \quad (4.15)$$

$P_{gat}^2 - P_{düy p}^*$ we Q baglansygyň grafiginden P_{gat} we C_{gat} hakyky ululygyny bilip, δ_2 ululygy kesgitlemek mümkin. $P_{düy p}^*$ we δ_2 belli bahalary boýunça her düzgün üçin $C_{düy pi}$ hasaplamak ýeňil. Düýp basyşynyň kiçelmegi bilen $C_{düy pi}$ ýityär. Şonuň üçin $C_{düy p0}$ $C_{düy pi}$ yzygider bahasynyň içinde maksimal ululygy bolup durýar.

Guýynyň düýbünde suwuklyk sütüni bolanda indikator egrisi ΔP^2 okuny koordinatalat başlangyjyndan ýokarda kesýär.

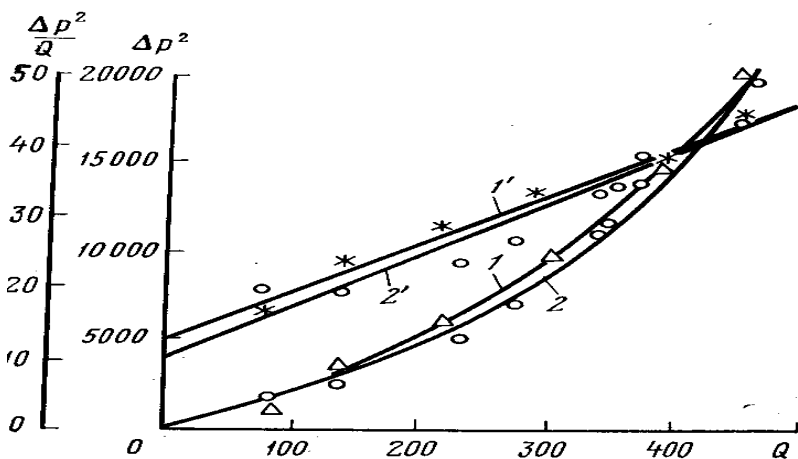
δ_2 bahasy indiki formuladan kesgitlenýär

$$\delta_2 = P_{gat} - \sqrt{P_{gat}^2 - C_{gat}} \quad (4.16)$$

Ýu.P.Korataýew kapilýar güýjiň hasabyna goşmaça garşylygy hasaba almak bilen guýynyň sütünindäki suwuklygyň mukdaryna görä δ_2 bahasyny kesgitlemegi çaklaýar.

$$\delta_2 = \frac{h\rho_s}{10} + \varphi \quad (4.17)$$

bu ýerde h –düýpdäki hereketsiz suwuklyk sütüniniň beýikligi; s –şol suwuklygyň dykzylygy; φ - gaz we suw çägininiň serhedindäki kapilýar güýçleri döredýän garşylyk.



Surat 4.10. Guýynyň düýbünde suwuklyk Surat 4.11.
P2/(1) we (P2-)/(2) gatnaşygyň-a sütüni bolanda indikator
egrisi baglanşygy (suwuklyk sütüni bolanda).

Bu garşylygyň adaty ululygy indiki ýaly kesgitlenýär

$$\varphi \approx \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (4.18)$$

Suwuklyk sütüniniň beýikligini takmynan kesgitlemek
üçin indiki formula ulanylýar.

$$h = \frac{H}{\frac{QT_{ort}Z}{45.8P \cdot D^2} + 1} \quad (4.19)$$

bu ýerde H – guýynyň çuňlygy, m; Q-debit, m³/sut; P–
guýynyň sütünindäki ortaça basyş, kgg/sm²; Z–T_{ort} we P
bolanda, aş gysyjylyk koeffisiýenti; D–göteriji turbanyň
diametri, sm. Görkezilen ululyklar ýerinde goýlanda h bahasy
metrde alnar.

4.6. Basyşa görä gazyň real häsiýetleriniň üýtgemegini hasaba almak bilen indikator çyzygyny işlemegiň usuly

Çykarmagyň kadalaşan usuly bilen guýyny barlamagyň netijelerini işlemek üçin köplenç ýagdaýda dinamiki şepbeşiklik μ we aşagysyjylyk koeffisiýentleri hemişelik bolan formulalar ulanylýar. Gatlagyň ýokary basyşynda ($P_{\text{gat}} \geq 150$ at) we uly depressiýasynda μ we Z hemişeligine ygtyýar berilmegi indikator çyzygynyň nädogry görnüşine, olaryň nädogry interpretasiýalaryna we gatlagyň ululyklaryny nätakyk kesgitlenmegine getirýär. Şeýle ýagdaýda basyşa görä gazyň real häsiýetiniň üýtgemegini hasaba alýan formula ulanylýar

$$\frac{\Delta P}{Q} = a + b \frac{Q}{\bar{\mu}_{or}}, \quad (4.20)$$

bu ýerde $\Delta P = P_{\text{gat}} - P_{\text{düýp}}$; $\bar{\mu}_{or} = [\mu(P_{\text{gat}}) - \mu(P_{\text{düýp}})]/2\mu(P_{\text{gat}})$; $\bar{\mu}_{or}$ - dinamiki şepbeşikligiň ortaça arifmetiki otnositel koeffisiýenti; $\mu(P_{\text{gat}})$, $\mu(P_{\text{düýp}})$ – gatlagyň we düýp basyşynda dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti, SP.

Guýyny barlamagyň netijeleri boýunça $\Delta P/Q$ we $Q/\bar{\mu}_{or}$ hasaplanýar we $\Delta P/Q - Q/\bar{\mu}_{or}$ koordinatasynda grafigi baglanşyk gurulýar. Alynan göniň tangens burçy b deň we onuň ordinata okuny kesýän kesimi a deň.

a belli bolanda gatlagyň geçirijiligi kesgitlenýär

$$\frac{Kh}{\mu(P_{\text{gat}})} = \frac{18 \cdot 4259 P_{\text{at}} \cdot Z(P_{\text{gat}}) T_{\text{gat}}}{a P_{\text{gat}} \cdot T_{\text{st}} \cdot a_o} \cdot \ln \frac{R_c}{R_g}, \quad (4.21)$$

bu ýerde $Z(P_{\text{gat}})$ – gatlagyň şertinde aşagysyjylyk koeffisiýenti;
 a_o – indiki formula boýunça kesgitlenýän koeffisiýent

$$a_o = P_{or}/P_{gat} \bar{\mu} (P_{or}) \bar{Z} (P_{or}); \quad (4.22)$$

$$P_{or} = (P_{gat} + P_{düy})/2$$

$$\bar{\mu} (P_{or}) = \mu(P_{or})/\mu(P_{gat});$$

$$\bar{Z} (P_{or}) = Z(P_{or})/Z(P_{gat}).$$

Ulanylyşyň maglumatlaryna görä gurulan indikator çyzyklaryny işlemegiň usuly

Süzülme korffisiýentleri kesgitlemek üçin ulanylyşyň maglumatlary boýunça gurulan indikator çyzygy gaötadan işlenende indiki şertler ýerine ýetende ulanylýar.

1. Düybe ýakyn zolak bozulmaly däl.
2. Seredilýän guýynyň täsir edýän meýdanynda çäk ýa-da daban suwlary gazly gatlagy suwlandyrmaly däl.
3. Gatlagyň düýbe ýakyn zolagyndaky suwuklygyň doýgunlylygy üýtgemeli däl.
4. Gatlagyň ululyklarynyň üýtgemegini barlamak üçin ähli ulanylýan fondy boýunça derňew geçirmegiň zerurlygy ýok bolmaly.

Guýynyň ulanylyş maglumatlaryna görä gurulýan indikator çyzyklary boýunça süzülme garşylyk koeffisiýentleri kesgitlemegiň usuly indikilerden ybarat.

Ulanylýan guýynyň bar bolan maglumatlaryndan gatlagyň düýp basyşlary we debitiniň belli bolmagy bilen minimum 6-8 dürli düzgünleri saýlanýar. Bu ýagdaýda saýlanan wagt aralygy üçin nokadyň sany näçe köp bolsa gurulan indikator çyzygyň ynamlylyşy şonçada ýokary.

Áýratyn ýa-da ähli düzgünde gatlagyň basyşynyň ýok bolan ýagdaýynda, ony material gabat getirme deňlemesinden kesgitlenýär.

Köplen ýagdaýda indikator çyzygyny izobar kartasyny ulanmak bilen gurulýar. Düýp basyşy birnäçe düzgünde bar

bolan ölçegi boýunça kesgitlenýär ýa-da turbadaky agyr basyşy boýunça hasaplanýar.

Saýlanan düzgünler iki çenli formula boýunça gaýtadan işlenýär

$$\Delta P_{gat}^2(t_i) - P_{düy}^2(t_i) = aQ_i + bQ_i^2$$

bu ýerde $P_{gat}(t_i)$, $P_{düy}(t_i)$ – t_i wagta laýyklykdaky gatlagyň we düýp basyşlary; Q_i – t_i wagtdaky çykymy.

1^l we 2^l egrileriň deňeşdirilme sinden süzülmegiň garşylyk koeffisiýentiniň ýakynlygy görkezilýär. Şonuň üçin gatlagyň ululyklarynyň we guýynyň öndürjiliginiň üýtgemegini barlamakda ulanylyş maglumatlary ulanmak mümkin.

4.7. Basyşyň dikelme egrisini almagyň usuly

Häzirki wagtda syzyjylygyň kadalaşmadyk düzgüninde gaz guýusyny derňemegiň iki usuly ulanylýar:

- 1) guýy ýapylandan soňra düýp basyşynyň dikelme egrisini almak;
- 2) guýy kesgitli düzgünde işe girizilende düýp basyşynyň we debitiň durnuklaşmak egrisini almak.

Bu usullar gatlagyň geçirijiligini, basyş geçirijiligini, öýjükligini kesgitlemäge, şeýle-de derňelýän guýynyň täsir edýän meýdanynda ýerleşýän birden düşýän dürlilikli (bir syhly däl) zolagy ýüze çykarmaga ygtyýar berýär. Basyşyň dikelme we durnuklaşma egrisini bilelikde ulanmak guýy işlände gatlagyň parametrleriniň üýtgemegine (düýbe ýakyn zolagyň arassalanmagy) baha bermäge ygtyýar berýär.

Basyşyň dikelme egrisini alynmazýandan öň guýy gazy ilkinji arassalaýjy desga bilen guýyny birleşdirilýän gaz geçirijä (şleýfa, kollektora) ýa-da gazy atmosfera goýbermek bilen synag liniýasyna birikdirilýär. Bu ýagdaýda guýynyň

üstünde köplenç pakersiz halkaly giňişlikde basyşyň üýtgemegi şeýle-de gazyň harçlanşyny ölçeýjide we buferde basyşyň hem-de temperaturanyň üýtgemegi bellige alynýar.

Eger guýy basyşyň dikelme egrisini alynmazyndan öň işlemedik bolsa, onda düýpde (üstde) basyşyň we guýynyň debitiniň wagta görä durnuklaşmagyny hasaba almak bilen ony işe goýberilýär. Basyşyň dikelme egrisi alynmazyndan öň basyş we debit doly durnuklaşan bolmaly, şeýle hem kadalaşmadyk düzgünindäki derňewiň netijelerini gaýtadan işlenende başlangyç maglumatlar höküminde düýp basyşyň we debitiň durnuklaşan bahalary ulanylýar. Şondan soň guýy ýapylýar we düýpde ýa-da üstde turbadaky, eger mümkin bolsa halkaly giňişlikdäki basyşyň şeýle-de temperaturanyň üýtgemegi hasaba alynýar.

Eger basyşyň dikelme egrisi düýpde aralykly registrirlemek bilen alynan bolsa onda ýapylandan soň temperaturany ölçemegi talap etmeýär. Eger guýy işlände düýpdäki we üstäki temperaturanyň arasyndaky tapawut ujypsyz bolsa (10°C çenli), onda basyşyň dikelme hadysasynda guýynyň üstünde temperaturanyň üýtgemegi basyşyň dikelme egrisiniň formasyna täsir etmeýär we alynan egri gaýtadan işlenilmäge berilýär.

Eger gatlakda gazyň temperaturasy ýokary bolsa, ýagny $T_{\text{gat}} \geq 323 \text{ K}$ bolsa, onda guýy ýapylandan soň çuňluga görä temperaturanyň geometriki ýaýramagyna çenli onuň sütüniniň sowamagy bolup geçýär hem-de sütünde gazyň sowamagy guýynyň üstünde alnan basyşyň dikelme egrisiniň häsiýetine düýpli täsir edýär.

Eger basyşyň dikelme egrisi alynanda guýy ýapylmazyndan öň onuň işi kadalaşmadyk düzgünleriň ýgy-ýgydan çalşygyny häsiýetlendirýän bolsa, onda ähli iş düzgünlerde we öňki basyşyň dikelme egrisini almagyň saklanmagynda görkezilen parametrleri bellemek zerurdyr. Erkin turba daşyndaky halka giňişligi ýok bolan (çüwdürim turbasynyň bolmazlygynda, paker bilen enjamlaşdyrylanda),

guýyda şeýle hem guýynyň sütüninde köp mukdarda suwuklygyň bolmagynda basyşyň dikelme egrisi çuňlyk manometrleri arkaly düýpde alynmaly. Düýpde basyşyň dikelme egrisini almak ähli ýagdaýlarda, aýratyn hem kiçi depressiýaly işleýän ýokary debitli guýuda we ýokary temperaturaly gatlagy açýan guýuda ileri tutulýar. Guýy ýapylandan soňra basyşyň çuňlykda ölçenmegi gaz nebitli guýusynda basyşyň dikelme egrisi alynanda hökmanydyr. Gaz nebitli guýyda basyşyň dikelme egrisi diňe guýynyň nebit boýunça önümi juda pes bolanda üstde almak bolar.

Basyşyň dikelme egrisini gaýtadan işlemegiň usullary

Basyşyň dikelme egrisini gaýtadan işlemek üçin kabul edilen çäk şertleri bilen kesgitlenýän birnäçe usullary bar.

Basyşyň dikelme hadysasyna ýazylýan deňleme çözülende çäk şertiň iki görnüşi ulanylýar: tükeniksiz gatlak we çäkke hemişelik basyşly çäklendirilen gatlak.

Tükeniksiz gatlak üçin alynan formulalar haçanda guýular derňelende täsirli meýdanyň çäklerini ýüze çykarmaýan ýagdaýynda ulanylýar.

Tükniksiz gatlak üçin basyşyň dikelme egrisini gaýtadan işlemek guýyň saklanmagyna çenli iş şertine baglylykda indiki usullar bilen amala aşyrylýar.

Haçanda basyşyň dikelme egrisini alynmagyna çenli guýynyň işleýän wagty T basyşyň dikelme wagtyndan t has köp bolan ýagdaýynda ($T \geq 20 t$), basyşyň dikelme egrisi indiki formula boýunça gaýtadan işlenilýär

$$P_d^2 = \alpha + \beta \lg t, \quad (4.23)$$

$$\alpha = P_{d.o}^2 + \beta \lg \frac{2,25\chi}{R_g \cdot get} + bQ_o^2,$$

$$\alpha = kP_{\text{gat}}/m \mu_{\text{gat}} \quad (4.24)$$

bu ýerde $P_{d.o}$; P_d – degişlilikde başlangyç (saklanmazýndan öň) we häzirkí düýp basyşy, kg.g/sm^2 ; t – basyşyň dikelmeginiň häzirkí wagty, s; Q_o – saklanmagyndan öňki guýynyň debiti, sm^3/s ; α – pýezogeçirijilik koeffisiýenti, sm^2/s ; m – öýjüklilik, paýbirliginde; b – iki agzaly formulanyň koeffisiýenti; h – gatlagyň peýdaly galyňlygy, m;

$$\beta = \frac{2,3Q_o\mu_{\text{gat}} \cdot T_{\text{gat}}Z_{\text{gat}}P_{\text{at}}}{2\pi Kh \cdot T_{\text{st}}}; \quad (4.25)$$

μ_{gat} – gatlak şertinde gazyň şepbeşikligi, sP_2 ; $Z_{\text{gat}} - P_{\text{gat}}$ we T_{gat} bolanda gazyň aşa gysyjylyk koeffisiýenti; $T_{\text{st}} = 293 \text{ K}$, $P_{\text{at}} = 1,033 \text{ kg.g/sm}^2$.

(4.23) formula boýunça basyşyň dikelme egrisini gaýtadan işlemek üçin ony P_d^2 we $\lg t$ koordinatasynda gurulýar. Bu ýagdaýda alynan göni çyzykly meýdanyň ordinata okuny kesýän kesimi α deň we β deň bolan tangens ýapgyt burçy bar. Tapylan α we β boýunça indiki ululyklar kesgitlenýär.

Gatlagyň öz üstünden geçirijilik ululygy

$$\frac{Kh}{\mu} = \frac{42,4Q_oP_{\text{at}}T_{\text{gat}}Z_{\text{gat}}}{\beta T_{\text{st}}} \quad (4.26)$$

b koeffisiýent belli bolanda $\alpha/R_{\text{g.get}}^2$ ululygy

$$\alpha/R_{\text{g.get}}^2 = 0,445 \exp \left(2,3 \frac{\alpha - P_{do}^2 - bQ_o^2}{\beta} \right) \quad (4.27)$$

Kämil guýýlar üçin: gatlagyň pýezogeçirijilik koeffisiýenti

$$\alpha = 0,445 R_g^2 \exp \left(2,3 \frac{\alpha - P_{do}^2 - b Q_o^2}{\beta} \right) \quad (4.28)$$

we mh ululygy

$$mh = 2,25 \frac{Kh}{\mu} \frac{P_{gat}}{R_g^2} \exp \left(-2,3 \frac{\alpha - P_{d.o}^2 - b Q_o^2}{\beta} \right) \quad (4.29)$$

ýa-da Kh/μ we ululyklar belli bolanda

$$mh = \frac{Kh}{\mu} \frac{P_{gat}}{\chi} \quad (4.30)$$

Pýezogeçirijilik koeffisiýenti belli bolanda: guýynyň getirme radiusy

$$R_{g.get} = \sqrt{\frac{\chi}{0,445} \exp \left(-2,3 \frac{\alpha - P_{d.o}^2 - b Q_o^2}{\beta} \right)} \quad (4.31)$$

we guýynyň kämildigini hem-de düýbe ýakyn zolagyň ýagdaýyny häsiýetlendirýän

$C = C_1 + C_2$ ululygy.

(4.26)-(4.31) formulada indiki ýlçeg birlikler kabul edilen: Q_o – müň.m³/sutka;

$T - K(T_{st} = 293 \text{ K})$; Kh/μ – D m/sP₂; $K - D$; $\alpha/R_{g.get}^2 - 1/s$; $h - m$; $b - (sut/müň.m^3)$;

$R_g - sm$.

Saklanmagyna çenli guýynyň işlän wagty T dikelman wagty bilen t deňeşdirip bolýan ýagdaýynda ($T < 20 \text{ t}$). Basyşyň dikelman egrisini gaýtadan işlemek indiki formula boýunça geçirilýär

$$P_d^2 = P_{gat}^2 - \beta \lg \frac{T+t}{t} \quad (4.32)$$

bu ýerde T – basyşyň dikelme egrisiniň alynmagyndan öň Q_0 debitli guýynyň işlän wagty, s.

Bu ýagdaýda (4.23) formulany ulanmak basyşyň dikelme egrisiniň ahyrky meýdanynyň gyşarmagyna getirýär we gatlagyň parametri barada ýalňyş netijä getirip biler.

β koeffisiýenti kesgitlemek üçin basyşyň dikelme egrisi $P_d^2 - \lg \frac{T+t}{t}$ koordinatada gurulýar.

Kh/μ ululygy (4) formula boýunça kesgitlenýär. Gatlagyň basyşy belli bolanda göni çyzykly meýdany $P_d^2 = P_{gat}^2$ we $\lg \frac{T+t}{t} = 0$ koordinataly nokatlardan basyşyň dikelme egrisine galtaşýan höküminde aýyk geçirmek mümkin.

Çäklendirilen gatlak üçin alynan formulalar haçanda guýy derňelende gatlagyň çäk şertlerini mälüm edýän ýagdaýynda meselem kiçi ölçegli gatlakda guýy işlänok ýa-da goňşy guýynyň işine täsiri ýetende ulanmak mümkin.

Basyşyň dikelme egrisini gaýtadan işlemek indiki formula boýunça geçirilýär.

$$\lg(P_{gat}^2 - P_d^2) = \alpha_1 - \beta_1 t, \quad (4.33)$$

bu ýerde

$$\alpha_1 = \lg 1,11 \beta; \quad (4.34)$$

$$\beta_1 = 2,51 (\alpha/R_\zeta^2) \quad (4.35)$$

R_k – basyşyň dikelme egrisi alynýan wagtynda basyşy hemişelik saklanýan çäk radiusy.

α_1 we β_1 kesgitlemek üçin basyşyň dikelme egrisi $\lg(P_{gat}^2 - P_d^2) - t$ koordinatada gurulýar. (4.33) formulany ulanmak P_{gat} näbelli bolanda köplenç çäklendirilýär.

Şeýle ýagdaýda P_{gat} kesgitlemegiň ýakynlaşdyrma usullary ulanmaga eýedir.

Gaýtadan işlemegiň netijesinde alynan α_1 koeffisiýenti ulanyp, (4.34) formula boýunça β tapylýar

$$\beta = \frac{1}{1,11} \cdot 10^{\alpha_1}$$

Soňra bolsa (4.26)-(4.32) formulalar boýunça gatlagyň degişli ululyklary tapylýar. β_1 koeffisiýenti boýunça goşmaça indikiler kesgitlenýär

$$\alpha/R_{\text{ç}}^2 = \beta_1/2,51 \quad (4.36)$$

$V = \pi m h R_{\text{ç}}^2 = 7,88 \cdot 10^{-4} \text{ Kh}/\mu(P_{\text{gat}}/\beta_1)$ (4.37)
we $R_{\text{ç}}$ belli bolanda

$$mh = \frac{7,7 \cdot 10^{-3} Q_o P_{\text{gat}} \cdot T_{\text{gat}} Z}{\beta \beta_1 \cdot R_c^2 \cdot T_{\text{st}} \cdot P_{\text{at}}}; \quad (4.38)$$

bu ýerde V - guýynyň täsir edýän zolagynyň öýjükli giňişliginiň göwrümi, m^3 .

4.8. Kritiki akymda gazyň harçlanşyny kesgitlemek

Guýy derňelende guýynyň başynda halka ara boşlugyndaky we gazyň debitini ölçeýji düwände basyşy ölçemek üçin takyklygy 0,2-0,35 bolan MO we MTI görnüşli pružinji manometrlar ulanylýar.

Guýynyň düýbünde we islendik çuňlygynda gazyň basyşyny ölçemek üçin guýy manometrleriniň (abzallar) iki görnüşü ulanylýar: 1) manometrde ýarleşýän ýörite diagrammaly blankada ölçenýän basyşy ýerli ýazga geçirilýär; 2) datçigiň ölçenýän basyşyň ululygy baradaky signalyny ýeriň üstündäki signalyň şifrini açýan we ony ýazýan ikinji abzala

geofiziki brinirlenen kabel boýunça geçirmek arkaly amala aşyrylýar.

Ýerli ýazgy bilen guýudaky gazyň basyşyny ölçemek üçin BНИКАnebitgaz institutynda taýýarlanan pružin-porşen görnüşli prosizion guýy manometrleri MGN-1, geliks guýy manometrleri MGN-2, MGG-2U differensial guýy manometrleri DGM-4 ulanylýar.

Pružin-porşenli M-57 görnüşli guýy manometrlerini “Loyfort” firmasy we geliksli – “Amerada” we “Kaster” (ABŞ) firmalary tarapyndan çykarylýar.

Manometrler goýberilýän wagty guýynyň üstini germetizirleýän lubrikatoryň üstünden guýa diametri 1,6-2,5 mm polat simi arkaly goýberilýär. Guýy enjamlary (abzallary) GAZ-63 ýa-da GAZ-66 awtomaşynda oturdylan lebyodka arkaly guýa goýberilýär we ondan çykarylýar. Guýy manometrleriň diametri 32-36 mm, uzynlygy 1500-1800 mm, massasy 10-15 kg, basyş ölçemeginiň çägi – 0 dan 100 MPa. Gazyň ölçeýän basyşyň ýalňyşlygy şkalanyň maksimal bahasyndan 0,1-0,4 %-ne deňdir. Guýy manometrleriniň iş ukyplylygyny duýgurlygyny we ýalňyşlygyny kesgitlemek üçin MOP-250 görnüşli nusgalyk ýükli porşenli manometrler arkaly takyklygy barlanýar.

Differensial guýy manometri uly takyklygy we duýgurlylygy bilen tapawutlanýar. Olar 0,001 MPa çenli takyklygygy bilen basyşyň üýtgemegini registrirlemäge ukyply. Guýynyň düýbünde we sütüninde temperaturany ölçemek üçin TGN-1 normal hatarynyň “Sirus” tipli kondensasion guýy manometrleri ulanylýar. Bu manometrler MGN-2 geliks manometrleriniň rsasynda WНИКАnebitgaz institutynda taýýarlanyp, temperaturany ýerli bellige geçirýän şeýle hem TGB1M, TEG-36 we beýleki termometrler ulanylýar.

Metalsyz registrirleýän TGB1M guýy termometri ýalňyşlygy $\pm 2,5$ °C deň bolup 293-den 443 K aralykda ölçeýär.

Gaz senagatynda ululyklary (basyş, harçlanşy we temperatura) ara daşlykda registrasiýa etmek bilen ölçenýän guýy abzallarynyň tejribeli nusgalary giňelen ýaýran. Bu abzallar BNPO “Soýuzgazawtomatikada” taýýarlanan: “Gatlak (Пласт)-1” , “Geliý-1”, “Debit-1”, “Çuňlyk (Глубина)” toplumlaýyn tejribe.

Gazyň harçlanşyny (debitini) ölçemek üçin gazyň düzümine, basyşyna, turbageçirijiniň diametrine, guýularyň görnüşine (barlag, çykaryjy) we gazyň ulanmagyň usulyna baglylykda dürli abzallar KADO (ДИКТ), DP-430 we beýlekiler ulanylýar.

Barlag we birnäçe çykaryjy guýular derňelende KADÖ ulanylýar. Bu ýagdaýda gazyň harçlanşy sen-Wenananyň özgerdilen formulasy boýunça kesgitlenýär:

$$Q = \frac{10C\sqrt{g_g}P}{\sqrt{\bar{\rho}}TZ} = \frac{10CP}{\bar{\rho}} \sqrt{\frac{\bar{\rho}g}{TZ}} \quad (4.39)$$

bu ýerde Q - gazyň harçlanşy, mün.m³/sut; T, P – deňişlilikde gazyň diafragmadan öňki absolýut temperaturasy (K) we basyşy (MPa); , $\bar{\rho}, \bar{\rho}_g$ - deňişlilikde ýagly we gury gazyň howa görä otnositel dykzyzlygy; Z – P we T bolanda ýagny gazyň aş gysyjylyk koeffisiýenti; C – diafragmanyň deşiginiň diametrine bagly koeffisiýent. Ol tablisa ýa-da indiki formula boýunça kesgitlenýär:

$$C = 0,189 * d^2 \quad (D = 50 \text{ mm KADÖ}) \quad (4.40)$$

$$C = 0,184 * d^2 \quad (D = 100 \text{ mm KADÝ}) \quad (4.41)$$

bu ýerde d – diafragmalaryň deşiginiň diametri, mm
ýa-da D = 50 mm KADÖ

$$C = 0,2203*d^2 - 0,8424*d + 3,3272 \quad (1,587 < d \leq 12,7)$$

$$C = 0,1859*d^2 + 0,0249*d - 0,0904 \quad (1,587 < d \leq 12,7)$$

$$D = 100 \text{ mm KADÖ}$$

$$(6,35 < d \leq 34,294) \quad C = 0,1917*d^2 - 0,3827*d + 2,81$$

$$(34,294 < d \leq 76) \quad C = 0,2844*d^2 - 9,4055*d + 208,92.$$

Gazy gazgeçirijä goýbermek bilen guýy derňelen ýagdaýynda drossel harçlama ölçýjileri bilen gazyň debiti ölçenende (gazyň kritiki bolmadyk akymynda, ýagny $P_2 > 0,55 P_1$) indiki formulany ulanmak mümkin

$$Q = C_1 P_2 / \sqrt{\rho T_1 Z_1}, \quad (4.42)$$

bu ýerde $C_1 \approx C/1,14$.

Akymdaky gury (separirlenen) gazyň massa paýy:

$$g_g = G_g / (G_g + G_k) = \rho_g / \rho, \quad (4.43)$$

bu ýerde G_g, G_k – gury gazyň we uglewodorod kondensatynyň deňşililikde massalaýyn harçlanşy.

Eger KADÖ-niň diafragmasyndan uglewodorod kondensaty $70 \text{ sm}^3/\text{m}^3$ çenli düşýän gazkondensat garyndyşy hereket etse, onda C koeffisiýenti indiki korrelýasion baglanşyk boýunça kesgitlemek mümkin

$$C_{\text{gar}} = 2,71*10^3 d + 1774 - 10^3 d^2 - (4,16 - 10^3 d^3 - 1,352)P \quad (4.44)$$

(4.39) formula G_{gar} goýulanda gury gazyň debiti alynýar. Gaz kondensat garyndysynyň harçlanşyny kesgitlemek üçin gury gazyň debitine bug görnüşli ýagdaýyna getirilen harçlanýan uglewodorod kondensaty goşulýar.

4.9. BDE-ne dürli ýagdaýlaryň täsiri

BDE gaýtadan işlemegiň seredilen usullary saklanmazyna çebli basyşyň durnukly ýaýramagynda birmeňzeş (birsyhly) gatlakda işleýän guýynyň ýapylan şerti we basyşyň dikelmesiniň izotermiki şerti üçin alynan. Belli bolşy ýaly real guýyda bu ähli şerte gözegçilik etmek mümkin däl. Şonuň üçin BDE-niň degişli koordinatasynda özgertmek usulynyň göni çyzykdan tapawutlanýan görnüşi bar. Şeýle ýagdaýda BDE-niň görnüşiňiň gyşarmagy onuň dürli meýdanlarynda bolup biler.

BDE başlangyç meýdanda görnüşi gyşarsa indiki ýagdaýlara getirip biler.

Sakasy ýapylandan soň guýa gazyň akymynyň bolmagy. Bu ýagdaýda başlangyç meýdany göni çyzykdan aşak gyşarýar. BDE düzgüne (kada) görä $lgt = 0$ we $P_d^2 = P_{d0}^2$ koordinatalaryň nikadyndan başlanýar. Şeýle BDE-ni alymy hasaba almak bilen gaýtadan işlenýär.

Düýbe ýakyn zolagyň ululyklary gatlagyň ululyklaryndan köp tapawutlanyp biler. Şol sanda kondensatyň düşmegi netijesinde olar ýaramazlaşýar, düýbe ýakyn zolaga täsir etmek işinden soňra gowulanýar. Eger düýbe ýakyn zolagyň geçirijiligi gatlagyň geçirijiliginden uly bolsa başlangyç meýdany göni çyzykda ýokaryk gyşarýar.

Düýbe ýakyn zolagyň ululyklary ýaramazlaşan ýagdaýynda başlangyç meýdany aşak gyşarýar we akymyň täsir edendäki BDE-e meňzeş görnüşe eýe bolýar.

Akymy hasaba almak gaýtadan işlemegiň usuly işlenen ýagdaýynda başlangyç meýdany göneltmeýär.

Tilsimat sebäpleri, şol sanda:

1) Wagtyň sanalyp başlamagy bilen deňeşdireniňde düýpde basyşy saklanmagyň (guýyny saklamagyň) yza galmagy. Gijä galýan wagty t_0 P_{d0} çyzygy kesýän nikady bolýae. Bu ýagdaýda α koeffisiýenti $t = t_0$ bolanda kesgitlenmeli.

2) Saklanmazyna çenli işleýän guýyny çädürim turbasynda ýa-da ulanylýan sütünde BDE alnanda onuň birinji nokady başlangyç düýp basyşyndan P_{do} has kiçi bolup biler. Erkin ýagdaýyna ýakyn debiti bilen güýçli gaz akymy arkaly arassalanandan soň BDE alynanda başlangyç meýdany uly dikligi häsiýetlendirýär.

BDE-niň ahyrky meýdanynyň görnüşiniň gyşarmagyna getirýän esasy ýagdaýlary indikiden ybarat.

Basyşy, temperaturany we gazyň harçlansýny ölçemek

Eger guýular derňelen wagtynda guýynyň düýbündäki basyş ölçenmese ony guýynyň üstünde turba ara ölçenen basyşy we turba ara halkaly boşlugynda gysylan hereketsiz gaz sütüniniň agramy ýa-da hereketsiz gaz sütüniniň agramyny, basyşyň sürtülme ýitgisini hem-de NKT düýtüninde akymyň turbulentligi hasaba almak bilen ölçenen bufer basyşy boýunça hasaplamak mümkin.

Birinji ýagdaýda Laplas-Babiniň barometriki deňleşdirilen formulasy ulanylýar

$$P_d = P_{h.b} l^{\frac{0,03415 \bar{\rho} L}{\bar{Z} \bar{T}}} \quad (4.45)$$

bu ýerde P_{h.b} – guýynyň üstünde turba ara halkaly boşlukdaky gazyň absolýut statiki basyşy, MPa; ρ - gazyň howa görä dykzlygy; L – guýynyň çuňlygy, m; \bar{T} - guýudaky gazyň ortaça temperaturasy, K, $\bar{T} = \frac{T_d + T_{ust}}{Z}$; $\bar{Z} - \bar{P}$ - we \bar{T} bolanda gazyň aşa gysyjylyk koeffisiýenti

Hasaplama indiki shemada görkezilişi ýaly yzygider ýakynlaşdyrma usuly boýunça geçirilýär

$$P_{hb} \bar{T} \rightarrow Z(P_{hb}, \bar{T}) \rightarrow P'_d \quad \bar{P} = (P'_d + P_{hb})/2 \rightarrow \bar{T} \rightarrow Z(\bar{P}, \bar{T}) \rightarrow P_d$$

Eger hasaplanan P_d öňki bahasy bilen deňleşse hasaplama saklanylýar we P_d hakyky düýp basyşy diýip kabul edilýär.

Düýp basyşyny indiki formula boýunça hem kesgitlemek mümkin

$$\bar{P}_a = \bar{P}_{hb} + 0,03415 \cdot \bar{\rho} L / \bar{T} \quad (4.46)$$

$$\bar{P} = \int_0^P \frac{Z(P)}{P} dP = \int_0^{0,2} \frac{Z(P_{get})}{P_{get}} dP_{get} + \int_{0,2}^{P_{get}} \frac{Z(P_{get})}{P_{get}} dP_{get} \quad (4.47)$$

bu ýerde P_{get} – işçi basyşyň ortaça çak basyşyna bolan gatnaşyga deň getirme basyşy. $P_{get} = P/P_{\text{çäk.gar.}}$

Ölçenen bufer basyşy boýunça düýp basyşyny G.A.Adamowyň formulasy boýunça hasaplamak mümkin

$$P_d = \sqrt{P_b^2 e^{2s} + 1,377 \cdot \lambda \frac{\bar{Z}^2 \bar{T}^2}{d^5} (e^{2s} - 1) Q^2} \quad (4.48)$$

bu ýerde $\bar{T} = (T_b + T_d)/2$; T_b – guýynyň buferindäki gazyň temperaturasy, K; λ - бүдүр-сүдүр çüwdürim turbasynyň gidrawliki garşylyk koeffisiýenti; d – çüwdürim turbasynyň içki diametri, sm; Q - NKT sütüni boýunça gazyň harçlanşy, mň.m³/sutka; $\bar{\rho}$ - gazyň howa görä otnositel dykzylygy

$$2S = 0,0683 * \bar{\rho} L / (\bar{Z} \bar{T}).$$

Gatlakdan kükürt düzyän gaz alynanda gatlagyň süzülyän böleginde hwostowik bolmagynda halkaly boşlygy paker arkaly gatlakdan izolirmek bilen bölüji klapany njamlaşdyrylan NKT ulanylanda kiçi diametrli guýy

manometrleriniň ýoklygy srbäpli statiki we dinamiki düýp basyşy ýlçemek mümkin däl.

Dinamiki düýp basyşyny indiki formula boýunça takmynan hasaplamak mümkin

$$P_d = P_N + \Delta P_{b,k} + \Delta P_h \quad (4.49)$$

bu ýerde P_N – bölüji-klapandan çykanda NKR-däki gazyň basyşy, ol Q , P_b , L_1 , λ_1 belli bahalary boýunça G.A.Adamowyň formulasy boýunça hasaplaýar; $\Delta P_{b,k}$, ΔP_h – bölüji-klapandaky we hwostowikdäki basyşyň ýitgisi.

$$\Delta P_{bk} = \frac{1}{2} \left(P_k - \sqrt{P_k^2 - 4(Q/C)^2} \right) \quad (4.50)$$

bu ýerde P_k – hwostowikden bölüp-klapana girýän gazyň basyşy, Pa; Q - gazyň debiti, m³/sut; C – bölüji-klapanyň ştuseriniň koeffisiýenti; $d = 33,4$ sm bolanda $C = 34802$ m³/Pa*sut.

Bölüji-klapana girýän gazyň basyşy

$$P_k = P_N + (Q/C)^2/P_N \quad (4.51)$$

P_k bilip, guýynyň düýbündäki basyşy P_d , Q , L_h , λ_h belli bahalary boýunça G.A.Adamowyň formulasyndan kesgitläris.

(4.51) formula bölüji-klapanyň çalşynýan ştuserinden gury gaz hereket edende $P_N/P_k > 0,8$ bolanda dogrydyr.

Guýynyň düýbünde gazyň basyşyny hasaplamak üçin soňky wagtda gazkondensat guýusynyň sütüniniň ýerasty enjamynyň düzülişini üýtgetýärlär. Sirkulýasion klapan bölüji-klapandan aşakda gönüden- göni pakeriň üstünde oturdylýar. Guýular açyk klapanly işläninde NKT sütüniniň dabanyňa girýän gazyň basyşyny indiki ýaly hasaplamak mümkin. Ýagny sirkulýasion klapan oturdylan

çuňlukda turba ara boşlukdaky gazyň statiki basyşyna pakeriň kanalyndaky ΔP_p we hwostowikdäki ΔP_h basyş ýitgisini goşmak zerurdyr.

Guýynyň üstünde halkaly boşlukdaky gazyň hereketsiz sütüniniň basyşyny $P_{h,b}$ ölçäp, sirkulýasion klapanyň oturdylan çuňlygyndaky statiki basyşy (4.45) formula boýunça hasaplanýar. Pakeriň kanalyndaky basyş ýitgisini A.K.Kormişiniň empriki formulasy boýunça kesgitlenýär

$$\Delta P_p = \left(\frac{Q}{31616 \cdot d_p^2} \right)^2 / P_{pc} \quad (4.52)$$

bu ýerde d_p – pakeriň kanalyň diametri, m; Q - pakeriň kanalyndan geçýän gazyň harçlanşy, m³/sut.; P_{pc} – pakerden çykýan gazyň basyşy, P_{sk} deň, MPa.

Soňra bahasy promeselde ölçenen kesgitlenen $\lambda = \lambda(Q)$ ulanyp, G.A.Adamowyň formulasy boýunça hwostowikdäki basyş ýitgisini taparys.

Kadalaşan şertde işleýän çykaryjy guýyda temperaturanyň ýaýramagyny S.A.Bobrowskininiň we W.A.Çernikiniň formulasy boýunça kesgitlemek mümkin

$$T = T_g + (T_d - T_g) \cdot e^{-\phi l} + \frac{1}{\phi} \left[\alpha - \frac{\varepsilon(P_d - P_b)}{L} \right] (1 - e^{-\phi l}), \quad (4.53)$$

bu ýerde T – l aralykdaky gazyň temperaturasy; T_g , T_d – gatlakdaky we guýynyň düýbündäki gazyň degişli temperaturasy, K;

$T_d = T_g - \varepsilon(P_\varphi - P_d)$; $\phi = \pi KD / (Q \cdot \rho^{Cp})$, 1/m; $\alpha = (T_g - T_\varphi) / L$, k/m;

T_o – üstde topragyň hemişelik temperaturasy, K; ε – Joule-Tomsonyň koeffisiýentiniň hemişelik bahasy, K/Pa; P_φ , P_d – gatlakdaky we guýynyň düýbündäki degişli basyşy, Pa; D – oturtma turba sütüniniň diametri, m; Q - sütün boýunça gazyň

harçlanşy, m^3/S ; ρ - gazyň dyklyzlygy, kg/m^3 ; C_p – gazyň izobar udel ýylylyk sygymy, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$; K – gazdan dag jynsyna ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti, $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{sag} \cdot \text{K})$. Dürli klimatiki zona üçin ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti 38-den 84 $\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{sag} \cdot \text{K}$ çenli baha eýedir we gaz guýusynyň ýörüte derňewiniň maglumatlary boýunça kesgitlenýär.

Düzgüne görä dürli debitinde basyş we temperatura NKT sütüni boýunça basyşyň we temperaturanyň ýaýramagy üçin deňlemän EHM arkaly yzygider ýakynlaşdyr usulynda bilelikde çözmek bilen kesgitlenýär.

Mysal. Indiki başlangyç maglumatlar brlende gaz guýysynyň düýbündäki statiki basyşy kesgitlemek: $L = 1765$ m; $\rho = 0,6$; $P_{h.b} = 16,17$ MPa; $T = 320,4$ K; $T_{g.çäk} = 199$ K; $P_{g.çäk} = 4,72$ MPa.

Getirme ululyklary

$$T_{get} = T/T_{g.çäk} = 320,4/199 = 1,61$$

$$P_{get} = P/P_{g.çäk} = 16,17/4,72 = 3,426.$$

Integralyň bahasyny kesgitlemeli

$$\int_{0,2}^{P_{get}} \frac{Z(P_{get})}{P_{get}} \cdot dP_{get} = 2,629$$

$$0,03415 \cdot \bar{\rho} L / \bar{T} = 0,03415 \cdot 0,6 \cdot 1765 / 320,4 = 0,113.$$

Laýyk gelýän düýp basyşyna getirilen integralyň bahasyny kesgitläris

$$\int_{0,2}^{P_{get.d}} \frac{Z(P_{get})}{P_{get}} \cdot dP_{get} = 2,629 + 0,113 = 2,742.$$

$T_{\text{get}} = 1,61$ bolanda $2,742$ ululyga $P_{\text{get}} = 3,918$ gabat gelyär.

$$P_d = 3,918 \cdot 4,72 = 18,49 \text{ MPa.}$$

Mysal. Indiki başlangyç maglumatlar boýunça gaz guýysynyň düýp basyşyny kesgitlemek. Berlenler: $P_{h.b} = 12,52$ MPa; $L_{sk} = 1350,1$ m; $L_h = 363,2$ m; $d_h = 0,1$ m; $d_p = 0,057$ m; $L_{NKT} = 1720,6$ m; $Q = 900$ m³/sut.; $\bar{\rho} = 0,697$; $(\bar{Z}\bar{T})_{h.b} = 232$ K; $(\bar{Z}\bar{T})_h = 232$ K.

4.10. Gidrat döreme şertinde guýyny derňemegiň usuly

Juda pes temperaturaly gatlakda çykarmagyň kadalaşan usuly bilen guýyny barlamak prosesinde gidrat döremeginiň şerti ýüze çykýar. Bu şerti gazyň düzünine, onuň çyglylygyna, gazyň hereketi ýolundaky basyşa, gazyň we guýynyň sütünini gursaýan sredalaryň ýylylyk fiziki häsiýetine we beýlekilere bagly.

Gatlagyň düýbe ýakyn zolagynda, guýynyň sütüninde ştuserde we diafragmada gidrat dýremegi guýylary derňelendi çylşyrymlaşmagyna getirýär. Şeýle-de alnan netijeleriň uly ýalňyşlygyna getirýär.

Gidrat döreme şerti, gidrat döremegiň deňagramly basyşyndan we temperaturasyndan $P_{deň}$ we $T_{deň}$ aýdyňlaşdyrylýar. Guýyny derňelende düýbe ýakyn zolakda we guýynyň sütüninde gidrat döremegi derňemegiň ähli düzgüninde agyzdaky basyşyň we temperaturanyň $P_{deň}$, $T_{deň}$ uly bolanda aradan aýrylýar. Düýpde we guýynyň sütüninde gidrat döremegi derňemegiň ähli ýa-da diňe bir düzgüninde ýüze çykyp biler. Guýynyň ýokary hilli derňewini almak üçin ingibitorlar ýa-da düýp gyladyjylary ulanylýar. Gaz srnagatynda ulanylýan esasy ingibitorlara metil spirti

(metanol), hlorly kalsiý, glikollar (etilenglikol, dietilenglikol, üç etilenglikol) we ş.m. Ingibitoryň harçlanşy gazyň çyglylygyna görä kesgitlenýär. Ingibitoryň häsiýeti we olaryň netijeliligi olaryň ergindäki konsentrasiýasyna bagly üýtgeýär.

V. GUYNYŇ IŞINIŇ DURNUKSYZ DÜZGÜN ÝAGDAÝYNDAKY BARLAGLAR

Guýynyň işiniň düzgündurnukly bolmadyk ýagdaýynda duruzylandan (ýa-da işe goýberilenden) soňra ony öwrenmekde ortaintegral häsiýetlerine täsirlenme zolagyndan berýän maglumaty.

Guýynyň işiniň režiminiň dürli üýtgemegi onyň töweregindäki basyşynyň bolunip paýlanmagy bilen geçýär we täsirlenme zolagynyň pýezogeçirijiligine bagly. Barlagynyň netijesi bolup durýar, wagtyň funksiýasynda $t P_{3a6}=f(t)$ guýyda düýp basyşynyň P_{3a6} üýtgemeginiň baglanyşygyny almakda, ýagny onyň işiniň režimini üýtgedilende (işe goýberilendeýa-da saklanylanda).

5.1. Teoretiki esaslary

Barlaglaryň esasynda pýezogeçirijiligiň deňlemesi ýatyr:

$$\nabla^2 P = \frac{1}{\alpha} \frac{dP}{d\tau}, \quad (5.1)$$

bu ýerde α – pýezogeçirijiligiň koeffisiýenti, m^2/s ;
 τ – wagt, s.

Eke duran guýy üçin, gatlagyň ölçegi boýunça çäklendirilmedik birmeňzeş suwuklyk bilen doýgulaşdyrylan, onyň töwerwgindäki basyşyn üýtgemegi, wagtyň funksiýasynda τ we r araçäkde şeýle ýazmak mümkin:

$$\frac{d^2 P}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dP}{dr} = \frac{1}{\alpha} \frac{dP}{d\tau} + \beta^* r \rho_{\kappa} \frac{d^2 P}{d\tau^2}, \quad (5.2)$$

bu ýerde ρ_{κ} – gatlak suwuklygynyň dykzlygy, kg/m^3 ;
 β^* – maýyşgak göwrümlik koeffisiýenti, m^2/H ,
(3.1) deňleme bilen
hasaplanylýan.

(5.2)-iň sag bölegindäki ikinji goşulýany özüni inersion çlen görkezýär.

Inersion çleni hasaba almak, Furýeniň deňlemesini alýarys:

$$\frac{d^2 P}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dP}{dr} = \frac{1}{\alpha} \frac{dP}{d\tau}. \quad (5.3)$$

Grafikde basyşyň üýtgemegi we öndürijiligini guýyny duruzmakdan önürti onyň wagyt pursadynda τ_0 suratda 3.9. görkezilen; $P(T)$ – hemişelik öndürijiligi Q bilen guýynyň işiniň T wagtda basyşynyň üýgemegi. τ_0 pursatdan başlan, t wagt pursadyndan (guýynyň işiniň saklanan wahty) guýynyň düýbinde guýynyň düýbindäki basyş $P_{3a6}(t)$ dikeldilýär, ýagny düýp basyşynyň dikeldilmeginiň egri çyzygynyň belläninden görünýär (KB/II)

Indiki deňlikleri ýazýarys (surat 5.1 seret):

$$\Delta P_1(t) = -P(T) + P_{düy}(t) \quad (5.4)$$

$$\Delta P_2(t) = P_{gat} - P_{düy}(t),$$

(5.5)

bu ýerde $P(T)$ – basyş, t wagt pursadynda guýynyň işläp biljegi (duruzylan wagty), egerde barlag üçin duruzylmadyk bolanda (surat 5.1 ştrih çyzyklary bilen görkezileni):

P_{gat} – gatlak basyşy; $P_{düy}(t)$ – barlag üçin guýy duruzylandaky düýp basyşynyň üýtgemegi.

(5.3) deňlemäniň çözüdilen alýarys:

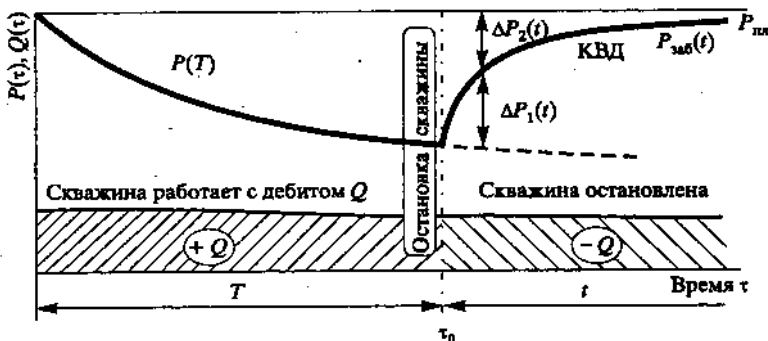
$$P_{gat} - P_{düy}(t) = \Delta P_2(t) = \frac{Q\mu\epsilon}{4\pi kh} \left\{ E_i \left(-\frac{r^2}{4\alpha t} \right) - E_i \left[-\frac{r^2}{4\alpha(T+t)} \right] \right\}, \quad (5.6)$$

bu ýerde

Q – hemişelik öndürijiligi, saklanylýança T wagtyň geçmeginde guýy işlände;

ϵ – gatlak suwuklygyň göwrüm koeffisiýenti (nebidň);

E_i – eksponensial integral funksiýasynyň, elmydama tabulirlenýär.



Surat 5.1. Durnukly bolmadyk režimde guýy işlândäki barlag üçin

Näme diýende $T \gg t$, (5.6) deňlemäniň ikinji çenli hemişelik al;mak mümkin we deňdir:

$$-E_i \left[-\frac{r^2}{4\alpha(T+t)} \right] \approx E_i \left(-\frac{r^2}{4\alpha T} \right). \quad (5.7)$$

$\tau = T$ wagt pursadynda basyşynüýtgäp durmagy bolar:

$$\Delta P_2(\tau \rightarrow T) = P_{gat} - P(T) = -\frac{Q\mu\beta}{4\pi kh} E_i \left(-\frac{r^2}{4\alpha T} \right). \quad (5.8)$$

(5.6) dan (5.7) hasaba alyp (5.8) aýyryp alýarys:

$$P_{gat} P_{düýp}(t) - P_{gat} + P(T) = \frac{Q\mu\beta}{4\pi kh} \left[E_i \left(-\frac{r^2}{4\alpha t} \right) - E_i \left(-\frac{r^2}{4\alpha T} \right) \right] + \frac{Q\mu\beta}{4\pi kh} E_i \left(-\frac{r^2}{4\alpha T} \right) \quad (5.9)$$

ýa-da:

$$P(T) - P_{duyp}(t) = \frac{Q\mu\beta}{4\pi kh} E_i \left(-\frac{r^2}{4\alpha t} \right). \quad (5.10)$$

Alynan (5.10) deňlemäni minus bire (-1) kapeldýäris, netijede alýarys

$$\Delta P_1(t) = P_{düyý}(t) - P(T) = -\frac{Q\mu\epsilon}{4\pi kh} E_i\left(-\frac{r^2}{4\alpha t}\right)$$

ýa-da:

$$\Delta P(t, r) = -\frac{Q\mu\epsilon}{4\pi kh} E_i\left(-\frac{r^2}{4\alpha t}\right). \quad (5.11)$$

Berilen aňlatma (5.3) deňlemäniň çözgüdi bolýar. Ol çaklaýar, ýagny guýy düýbine çenli ýapylan we onyň öndürijiligi τ_0 wagtyň pursadynda (duryzylamnda) şol bir bada nola deň bolýar. Näme diýende wagtyň geçmeginde basyşyn ýütgemegini ölçemek guýynyň diwagynda ýerine ýetirilýär, onda alýarys:

$$r=r_c=r_{\text{get}},$$

bu ýedrdde r_c, r_{np} – guýynyň fiziki we getirilen radiusy.

Şuny nazara alyp (5.11) aňlatmany şeýýle görnüşde ýazýarys:

$$\Delta P(t) = -\frac{Q\mu\epsilon}{4\pi kh} E_i\left(-\frac{r_{\text{get}}^2}{4\alpha t}\right). \quad (5.12)$$

(5.12) aňlatma ýeterlik çylşyrymly, önümçilikde ulanmak üçin, şony üçin eksposional integral funksiýasy tabulirlenen ähmiýeti gerek. (5.12) aňlatmadany ýöneleştirmek mümkin eksposional integral funksiýasyny dargadyp

$$E_i\left(-\frac{r_{\text{get}}^2}{4\alpha t}\right). \text{ Teýloryň hataryna we çlenleriň sanynyň}$$

dargadylmagyny çäklendirip. Berilen funksiýasyny Teýloryň hataryna goýup alýarys:

$$-E_i\left(-\frac{r_{get}^2}{4\alpha t}\right) = -C_3 + \ln\left(\frac{1}{\left(\frac{r_{get}^2}{4\alpha t}\right)}\right) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n!n} \left(\frac{r_{get}^2}{4\alpha t}\right)^n, \quad (5.13)$$

bu ýerde C_3 – Eýleriň koeffisiýenti, 0,5772 den. Deňleme görkezýär, ýangy üçünji we soňky çlenleriniň hatary az, şonyň üçin mümkin diňe iki öndäkini hasaba almak. Şonluk bilen (5.12) aňlatmany şeýle ýazýarys:

$$\Delta P(t) = \frac{Q\mu\beta}{4\pi kh} \left(\ln \frac{4\alpha t}{r_{get}^2} - 0,5772 \right) \text{ ýa-da}$$

$$\Delta P(t) = \frac{Q\mu\beta}{4\pi kh} \left(\ln \frac{4\alpha t}{r_{get}^2} - \ln 1,78 \right) = \frac{Q\mu\beta}{4\pi kh} \ln \frac{4\alpha t}{1,78^2 r_{get}^2}.$$

Soňky gysgaltmalardan anyk alýarys:

$$\Delta P(t) = \frac{Q\mu\beta}{4\pi kh} \ln \frac{2,25\alpha t}{r_{get}^2}. \quad (5.14)$$

Berilen çözüti M.Masket taranyndan alynypdyr we basyşyň gyşyk çyzgynyň dikeldilmeginde (pese düşmeginde) işläp geçmek esasynda otyr, guýylary durnukly bolmadyk düzgünde işlände barlanandaky netijelerinde alynýany. Enede ýatlatýarys, ýagny berilen çözüti adalaty (ýakylanda), haçanda öndürijilik bir bada nola deň bolanda. Beýle ýagdaýy öňümçilikde duş gelmek mümkin däl.

5.2. Barlaglaryň tehnologiya esaslary we basyşyň gyşyk çyzgynyň dikeldilmegini işläp geçmek (KB/Д)

Guýy barlanmazdan önürti (onuň işi durnukly režimde) guýynyň öndürijiligi ölçenýär. İşleýän guýynyň düýbine çuň monometr goýberilýär. Işiň režiminiň durnuklylygy barlanandan soňra guýynyň ýokarsyny (ustýany) ýapýarlar. Guýynyň düýbinde ýerleşen manometr we guýynyň düýbiniň

basyşyny ölçän, durnukly iş düzgünde, guýynyň işi duruzylandan soňra bellik edilýär, şeýle atlandyrylýany, düýp basyşynyň gysyk çyzygynyň dikeldilmegini (KBД).

Guýydaky basyşyn dikeldilmegi guýynyň ýokarsyndaky manometrler bilen barlanylýar we turbanyň (NKT-niň) daşyndakyny $P_{üst}$ we P_{trd} . Görkezilen parametrleriň deňleşmegi, bir-näçe wgtдан soňra, düýp basyşynyň gatlak basyşyna deňeşenligine şaýatlyk edýär we şonyň bilen barlag gutarýar. Guýdan çuň monometr belleneni esasynda wagtyň funksiýasy $P_{düy}=f(t)$ - KBД, düýp basyşynyň dikeldilmeginiň tabynlygy gurulýar, surat 5.2-da görkezilen.

(5.14) logarifmli tabynlygyny lineorizirläp mümkin, ony şeýle görnüşde ýazyp:

$$\Delta P(t) = \frac{Q\mu\epsilon}{4\pi kh} \ln \frac{2,25\epsilon t}{r_{get}^2} + \frac{Q\mu\epsilon}{4\pi kh} \ln t. \quad (5.15)$$

Şeýlelik bilen, (5.14) tabynlygy koordinatlarda « $\Delta P(t) - \ln t$ » (5.15) göni deňlemesi bolýar, düýp basyşynyň egri çyzygynyň dikeldimegi (surat 5.2) indiki görnüşli bolar (surat 5.3).

Surat 5.3-deň görnüşi ýaly, diňe düýp basyşynyň egri çyzygynyň dikeldilmegi (KBД)-niň bölegi göni çykyzly bolýar. Näme üçin hakyky düýp basyşynyň egri çyzygynyň dikeldimeginiň (KBД)-niň göni bolmadyk bölegi ýüze çykýar, (3.48) tabynlygyň gapma garşylygy. KBД-niň bul bölegi ýüze çykýar haçanda guýynyň işiniň duruzylmagy guýynyň düýbiniň işiniň duruzylmagy guýynyň düýbinde bolman (tehniki ýerine ýetirlişi kyn) guýynyň ýokarsynda (ustýesinde), we ol guýa gatlakdan flýuidiň akymynyň gelmegi bilen bagly, guýy duruzylandan soňra hem.

Näme diýende nebitiň özinde garylan gaz bolanlygy üçin, onda gaz basyşy bolanda, doýgulyk basyşyndan peselikde, guýyda aýrylýar, we gazsuwuklygyny döredýär. Gazsuwuklyk garyndy, gysylýan gurşag bolup, düýp basyşynyň ýokarlanmagynda guýy duruzylandan soňra

gysylýar, şol sebäpli gatlakdan guýa akymyň gelmegi mümkin. Şeýlelik bilen, КВД-nyň başlangyç bölegi (kã wagt aralygynda ulyrak) netijeleriň interpretasiýasynda ulanynylymagy mümkin däl.

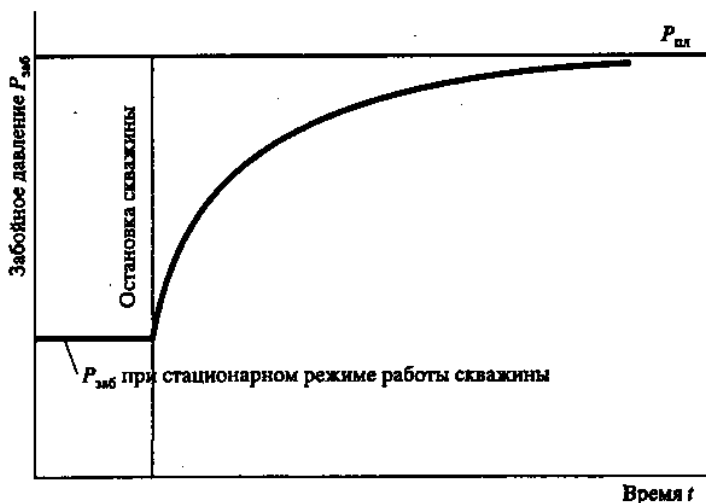
(5.15) we surat 5.2 tabynlygy bilmedik görenimizde ýerine ýetirýäris:

1. КВД-niň çyzykly böleginiň ekstropolýasiýasy $\Delta P(t)$ ok bilen kisişýänçä A böleginiň san ulylygyny berýär

$$A = \frac{Q\mu v}{4\pi kh} \ln \frac{2,25\alpha t}{r_{get}^2}. \quad (5.16)$$

2. КВД-niň göniçyzykly böleginiň α gyşarýan burçy burç koeffisiýentini häsiýetlendirilýär.

$$\operatorname{tg} \alpha = B = \frac{Q\mu v}{4\pi kh}. \quad (5.17)$$



Surat 5.2. Guýynyň düýbindäki basyşynyň egri çyzygynyň dikeldilmegi (КВД)

5.3. Basyşynyň dikeldilmeginiň egri çyzygyny (KB/I) hasaba alman barlagyň netijelerinden many çykarmak

Basyşyň dikeldilmeginiň egri çyzygyny önümiň gelemgini hasaba alman işläp geçilenden soňra san anyklanyşynyň esasy parametrleri bolýar A – tabynlyk (5.16) we B – tabynyň (5.17).

Näme diýende guýynyň öndüriligi Q duruzylýança mälim, şeýle hem önümiň göwrüm koeffisiýenti (nebitiň) b (durnukly düzgünde guýy işleýän döwründe nusgasyny alandaky netijesinde) (5.17) görkezme bilen gidrogeçirijilik koeffisiýentini hasaplaýarlar.

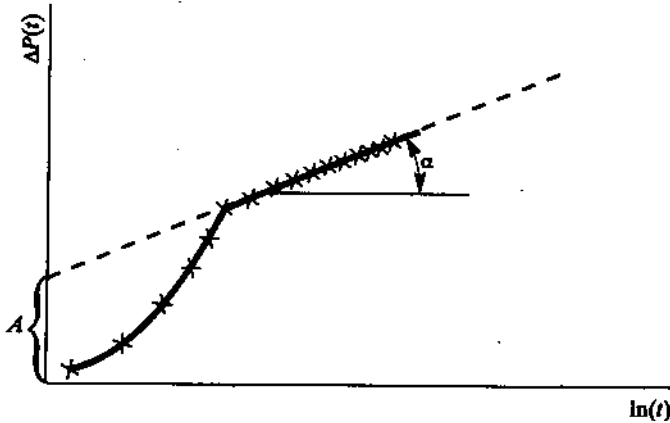
$$\frac{kh}{\mu} = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \frac{Q\epsilon}{4\pi},$$

bu ýerden gatlagň galyňlygy belli bolanda hereket koeffisiýentini k/μ hasaplaýarlar, flýuidiň şepbeşikligi belli bolanda – zolagyň duýmak geçirijiligini K.

Soňra (5.1) formula esasynda maýyşgakgöwrümlilik koeffisiýentini β^* hasaplaýarlar, ýene soňra belli bilan hereket koeffisiýenti k/μ esasynda zolagyň duýmak koeffisiýenti æ pýezogeçirijilik hasaplanylýar – tabynlyk (5.2).

Hasaplanylýan ähmiýeti ulanyp $\frac{kh}{\mu}$ we æ (5.16)

tabynlyga olary goyup guýynyň getirilen radiusyny hasaplaýarlar r_{np} .



Surat 5.3. « $\Delta P(t)$ - $\ln t$ » koordinatlarynda duýp basyşynyň dikeldilmeginiň egrî çyzygy

Şeýlelik bilen, guýynyň işiniň srasionar bolmadyk düzgünde barlanandaky netijesinde zolagyň duýmak häsiýetleriniň indikilerini hasaplanylýar:

- gidrogeçirijilik koeffisiýenti;
- hereketli koeffisiýentini;
- pýezogeçirijilik koeffisiýentini;
- geçirijilik koeffisiýentini, şeýle hem guýynyň getirilen

radiusyny.

Egerde, haçanda guýy duruzylmanka işiniň döwürleýinligi T duruzylan dowur bilen ölçenilende $t(T=t)$ (5.14) çözgüdi ulanmak bolmaýar. Bu ýagdaý üçin (5.6) den Horner alyndyr:

$$\Delta P_2(t) = P_{get} - P_{düýp}(t) = \frac{Q\mu\beta}{4\pi kh} \left(\ln \frac{2,25\alpha t}{r_{get}^2} - \ln \frac{2,25\alpha(T+t)}{r_{get}^2} \right) \quad (5.18)$$

ýa-da

$$P_{düýp}(t) = P_{gat} - \frac{Q\mu\beta}{4\pi kh} \ln \frac{t}{T+t}. \quad (5.19)$$

Berilen çözgüt rugsat edýär, kh/μ , k/μ parametrlerden başga we beýlekileri, gatlak basyşyny anyklamak P_{gat} .

Dogrynanda Horneriň usuly bilen netijeleri işläp geçmek
 $\ll P_{\text{düyýp}}(t - \ln \frac{t}{T+t}) \gg$ koordinatlarynda geçirilýär. Egerde $t \gg T$

gatnaşygy $\frac{t}{T+t} \rightarrow 1$, hemde $\ln \frac{t}{T+t} = 0$.

Basyşynyň dikeldilmeginiň egri çyzygynyň (KB/Д) göni çyzykly bölegini ok $P_{\text{düyýp}}(t)$ bilen kesişýänçä ekstronolirläp gatlak basyşynyň $P_{\text{пл}}$ ululygyny tapýarys.

Guýy duruzylandan soňra önümiň akymy barlagyň netijelerini bozýar, guýy duruzylandaky pursatdan bir-näçe wagta çenli. Önümiň akymyny hasaplap bilmek (eger-de ölçän bolsa has hem gowy) barlagyň wagtyň gysgaltmaga mümkinçilik berýär, kä wagt düýpli.

5.4. Gaz guýularynda süzülmegiň kadalaşmadyk düzgüninde guýynyň derňemegiň gazogidrodinamiki usullary

Gaz guýysyny derňemegiň kadalaşmadyk usullary olary işe goýberlende we saklanandan soňra gatlagyň basyşynyň gaýtadan ýaýramak hadysasyna esaslanýar. Gatlakda basyşyň ýaýramagynyň häsiýeti we depgini gazyň häsiýetine we öýjükli sredalara bagly. Guýy işe goýberlende we saklananda gatlagyň basyşynyň ýaýramagynyň depgininiň we häsiýetiniň baglanşygy gatlagyň süzülmä we sygym häsiýetini kesgitlemek üçin wagta görä basyşyň üýtgemegini ulanmaga mümkinçilik berýändigini görkezýär.

Gatlagyň süzülmä we sygym ululyklarynyň we basyşyň ýaýrama häsiýetiniň arasynda funksional baglanşyk bar.

Gatlagyň çägene ýetmedik wagt pursadyna çenli basyşyň ýaýramagy gatlagyň ululyklaryny we gaz gorlaryny kesgitlemäge ygtyýar berýär. Kadalaşmadyk hadysa basyşyň gaýtadan ýaýramagy, ýagny, radiusy boýunça guýy işe goýberlenden soň basyşyň we debitiň üýtgemegine we guýy

saklanandan soňky wagta görä basyşyň üýtgemegi haçanda işleýän guýy ýapylanda ýa-da saklanan guýyny ulanyşa goýberilende bolup geçýär. Bu kadysalary basyşyň dikelme hem-de basyşyň we debitiň durnuklaşmak hadysalary diýip atlandyrmak kabul edilen. Şeýlelikde gazly gatlagyň ululyklaryny kesgitlemäge ygtyýar berýän iki kadalaşmadyk hadysalary bolýar:

- 1) guýy saklanandan soňra wagta görä basyşyň üýtgemegini almak, ýagny, basyşyň dikelme egrisini almak;
- 2) guýyny ulanyşa goýberlenden soň basyşyň we debitiň üýtgemegini almak, ýagny, basyşyň we debitiň durnuklaşma egrisini almak.

Gazşylygyň çyzykly kanunynda gazyň radial süzülmeginiň deňlemesi indiki görnüşe eýedir

$$P_{gat}^2 - P_{d.R_o}^2(t) = \frac{Q\mu Z P_{at} T_{gat}}{2\pi k h T_{st}} \left[-E_i \left(-\frac{R_o^2}{4\chi t} \right) \right], \quad (5.4.1)$$

bu ýerde $P_{d.R_o}(t)$ – R_o radiusly ulaldylan hyýaly guýularyň düýp basyşy; R_o – süzülmegiň göni çyzykly kanunynyň daşky çägi; μ , Z – R_o çägindeki basyşa we temperatura bagly aşa gysyjylyk we şepbeşiklik koeffisiýentleri; $-$ guýynyň debiti; h – gatlagyň

galyňlygy; χ – pýezogeçirijilik; t – wagt; $\left[-E_i \left(-\frac{R_o^2}{4\chi t} \right) \right]$ -

integral görkezjili funksiýa, takmynan indiki deňlik bilen çalyşmak bolar

$$\left[-E_i \left(-\frac{R_o^2}{4\chi t} \right) \right] = \ln \frac{4\chi t}{R_o^2} - 0,5772 + \sum \frac{(-1)^{n=1} (R_o^2 / 4\chi t)^n}{n - n!} \quad (5.4.2)$$

1 % çenli takyklygy bilen $R_o^2 / 4\chi t \leq 0,03$ bolanda (5.4.2) formulany indiki görnüşi bilen çalyşmak mümkin

$$\left[-E_i \left(-\frac{R_o^2}{4\chi t} \right) \right] = \ln \frac{4\chi t}{R_o^2} - 0,5772 \quad (5.4.3)$$

Düýbe ýakyn zolagyň çäginde $R_g \leq R \leq R_o$, gazyň süzülmeginiň tizligi birden ulanyp, göni çyzykly kanunyň bozulmagyna getirýär. Şonuň üçin real guýa gazyň akymyny indiki görnüşde görkezme bolar

$$P_{gat}^2 - P_d^2(t) = \frac{Q\mu Z P_{at} T_{gat}}{2\pi K h T_{st}} \left[-E_i \left(-\frac{R_o^2}{4\chi t} \right) \right] + \frac{Q\mu Z P_{at} T_{gat}}{2\pi K h T_{st}} \ln \frac{R_o^2}{R_{g.get}^2} - bQ^2 \quad (5.4.4)$$

bu ýerde

$$b = \frac{\rho_{at} P_{at} Z T_{gat} (1/R_g - 1)/R_o - C_2}{2\pi^2 \ln^2 T_{st}} \quad (5.4.5)$$

$R_{g.get}$ – açmagyň derejesi we häsiýeti boýunça kämil däl guýynyň getirme radiusy; C_2 – gazyň guýa durnukly akymynyň deňlemesiniň kwadratly çleniniň kämil dällik koeffisiýenti. 1 %-e çenli takyklygy bilen (5.4.5) formulany indiki görnüşde görkezme bolar

$$P_{gat}^2 - P_d^2(t) = \beta \ln \frac{2,25\chi t}{R_{g.get}^2} + bQ^2, \quad (5.4.6)$$

bu ýerde

$$\beta = Q\mu Z P_{at} T_{gat} / (2\pi K h T_{st}); \quad (5.4.7)$$

Ýapylmagyna çenli o debitli we P_{do} düýp basyşy bilen işleýän guýulary gysga wagtlaýyn saklamak üçin (5.4.5) formulany indiki görnüşde ýazmak bolar.

$$P_d^2(t) = P_{do}^2 + \beta' Q_o \ln \frac{2,25 \chi t}{R_{g.get}} + b Q_o^2 \quad (5.4.8)$$

bu yerde

$$\beta' = \mu Z P_{at} T_{at} / (2 \pi K h \cdot T_{st}).$$

VI. GUÝYNYŇ DÜÝBINE ÝAKYN ZOLAKDA ÖNÜMLI GATLAK DÖWRÜNDE, AKYMYŇ GELMEGI ÜPJÜN EDILENDE, ÖZLEŞDIRME DÖWRÜNDE WE ULANYLYÁN DÖWÜRDE GEÇÝÄN FIZIKI ÝAGDAÝY

Önümlü gatlagy açmak ilkinji we ikinji görnüşde tapawutlanýarlar. Ilkinji açmaga düşünmelisi, dolota bilen gezek açmak – guýynyň içki meýdanynyň önümlü gatlak bolan baglanyşygynyň önümlü gatlak bilen baglanyşygynyň ýagdaýy (guýyny perforirlemek).

Näme diýende ilkinji gezek we ikimji gezek açmak ýagdaýy wagtlaýyn ýagdaýar, ýagny gatlak açylyan wagtynda guýynyň düýbine ýakyn zolakda (ПЗС) dürli fiziki we himiki özgerişler bolup geçmegi mümkin.

Aşakda biz durup geçýäris, esasan hem ilkinji we ikinji gezek gatlak açylanda, akymyň gelmegi üpjün edilende, özleşdirilýän döwürde guýynyň düýbine ýakyn zolakda geçýän fiziki ýagdaýlaryna.

Geçirijiliginin koeffisiýentini anyklaýan esasy sebäplere (şeýle ýagdaýda hereket ediji koeffisiýenti hem) wagtyň möçberinde guýynyň düýbine ýakyn zolagyň degişlisi:

1. Kolmatasiýa – guýynyň düýbine ýakyn zolagy suwyklykda bar bolan mehaniki bölejikler bilen hapalamak ýagdaýy we soňy bilen olaryň çışmegi. Egerde guýynyň düýbine ýakyn zolaga dürli suwuklyklaryň diňe filtraty düşende, onda beýle ýagdaýda terrigen dag jynsynyň sementleýji materiallarynyň bölejikleriniň çışmegi mümkin, ýa-da dag jynslarynyň özüniň skeletiniň bölejikleri.

2. Ilkinji we ikinji gezek önümlü gatlak açylan döwründe, önümlü akymyň gelmegi üpjün edilende we özleşdirilýän döwürde ulanylýan dürli suwuklyklaryň filtratlary guýynyň düýbine ýakyn zolaga girmegi mümkin.

3. Guýynyň we düýbine ýakyň zolagyň düýp şertiniň termodinamiki durnuksyzlygy.

4. Perforasiýa döwründe perforasiýa edilen akabalaryň daş

ýüzüniň eremekligi.

6.1-nji tablisadan 1.1 esasy ýagdaýlar görkezilen, guýynyň düýbinde bolup geçýän, guýynyň düýbine ýakyn zolagyň hapalanmagyny anyklaýan, şeýle hem bu ýagdaýlardan gelip çykýany.

Berilen jedweldäki derňew görkezýär, ýagny önümlü gatlagy açmak döwründe, önümiň gelmegi üpjün edilende, özleşdirilýän döwürde we ulanylýan döwürlerde guýynyň düýbine ýakyn zolakda guýynyň öndürilijiline täsir edýän düýpli özgerşiler bolup geçýär.

Tablisa 6.1

Guýynyň düýbine ýakyn zolagy hapalaýan sebäpler

Guýynyň düýbine zolagy hapalanan üçin anyklaýan esasy sebäpler	Guýynyň düýbine ýakyn zolakda bolup geçýän ýagdaýlar	Ýagdaýdan gelip çykýany
1	2	3
Kolmatasi-ýa	<p>– guýynyň düýbine ýakyn zolagyň öýjüklü meýdanyny buraw ergininiň ýa-da sement ergininiň bölejikleri bilen doýurýan harytlar;</p> <p>– dag jynsynyň skeletiniň dänejiklerini ýa-da toýuk erginiň we sement ergininiň çışmegi;</p> <p>– filtrasiýa akabalaryň bölejikler bilen çışmek adgeziýa;</p> <p>– obliterasiýa.</p>	<p>1. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň geçirijileriniň peselmegi we süýşme koeffisiýentiniň</p> <p>2. Filtrasiýa akabalarynyň düzüminiň ýütgemegi.</p> <p>3. Filtrasiýa akabalarynyň mehaniki bölejikler bilen dykylmagy</p> <p>4. guýy özleşdirýän döwründe akymyň gelmeginiň çylşyrymlylygy</p>

<p>Guýynyň düýbine ýakyn zologa buraw we sement erginiň, guýyny ýatyrýan suwuklygyň we özleşdirme döwrinde girmegi</p>	<p>– fazaly girýänleriň ýütgemegi; – gaty jisimiň ýstki häsiýetiniň üýtgemegi; – burow erginindäki filtratdaky himiki reagentleriň adsorbsiýasy; – dürli filtratlaryň we suwuklyklaryň mümkin emele gelýän gaty çökündileriň diffuzion garylmany; – suwnebit emulsiýanyň emele gelmegi; – gurşagyň pH-nyň üýtegegi; – nebitiň okislenmegi.</p>	<p>1. Suwyklygyň haýsyda bolsa biriniň “süýşmeýänligi”. 2. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň geçirijiliginiň azalmagy we süýşme koeffisiýentiň. 3. Düzümiň filtrasiýa häsiýetleriniň üýtgemegi. 4. Filtrasiýa akabalarynyň dykylmagy we öýjükli meýdanynyň gurluşynyň üýtgemegi. 5. Özleşdirme döwründe akymyň gelmegini üpjün etmegiň çylşyrymlylygy</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň we guýyndaky düýp şertleriniň ýagdaýynda termodinamiki durnuksyzlyk	<p>– burrow we sement ergininiň disperslenen fazasy we dispersli gurşagyň häsiýetiniň ýütgemegi;</p> <p>– öaleşdirmek üçine we guýyny basyp ýatyrmak üçin ýuwujy suwuklygyň häsiýetiniň ýütgemegi;</p> <p>– gatlakdaky flýuidleriň häsiýetiniň ýütgemegi;</p> <p>– emulsiýalaryň emele gelmegi</p>	<p>1. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň geçirijiliginiň peselmegi we süýşýän koeffisiýenti.</p> <p>2. Haýsyda bolsa bir suwuklygyň “süýşmeýänligi” (nebitiň).</p> <p>3. Filtrasiýa akabalarynyň dykylmagy we öýjükli meýdançalarynyň gurluşynyň ýütgemegi.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň we guýydaky düýp şertleriniň ýagdaýynda termodinamiki durnuksyzlyk	<ul style="list-style-type: none"> – düzümdäki fazaly öwrülmeler; – nebitden gazyň aýrylmagy; – suwuklyklarda we filtratlarda gazyň eremegi; – öýjükli meýdançalarda aswaltosmolaparafinni nebitdäki komponentleriň düşüp golmagy; – duzlary emele gelmegi we düşün galamgy 	1. Guýy özleşdirilende önümlü akymy çykarmagyň çylşyrylymlygy.
Perforasiýa döwründe perforasiýa edilen akabalaryň daş ýüzüniň eremekligi	– ýukadespersli materiallar bilen ýakylan filtrasiýa gabynlary, mikrojaýryklaryň torynyň emele gelmegi	1. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň geçirijiliginiň peselmegi we süýşme koeffisiýentiniň

Buraw erginini ulanylyp tehnologiýa esaslandyrylan düzgünde burowlanylanda guýynyň diwarynda toýun gabygy emele gelýär. Guýynyň düýbine ýakyn zolaga toýun gabygynyň üstünden filtratlaryň geçmegi guýydaky we gatladaky basyşlaryň durlılığı (repressiýa) sebäpli bolup geçýär, şeýle hem kapilýar güýçleriniň hasabyna we osmatiki basyşdan.

Guýynyň düýbine ýakyn zolakda suwuklyklaryň filtratlaryň bilen herekediň doýgunlygy “ilkinji açylýan – özleşdirilýän” döwürde surat 1.1 görkezilen.

Filtratlaryň we suwuklyklaryň giriýän tawerekleriniň diametric aýratyn ulylyklara ýatip biler, girýän töwereklerindäki ýagdaýyň dargamagy ýeterlik uzak wagytlaýyn we çylşyrymly bolýar. Filtratlaryň giriýän töwerekleriniň emele gelýän şertleri boýunça (gatlagy toýun ergini bilen açylanda) we dürli tehnologiki suwuklyklar we olar bilen gatladaky flýuidler çylşyrylanda guýynyň düýbine zolagy üç kategoriýa bölmek mümkin:

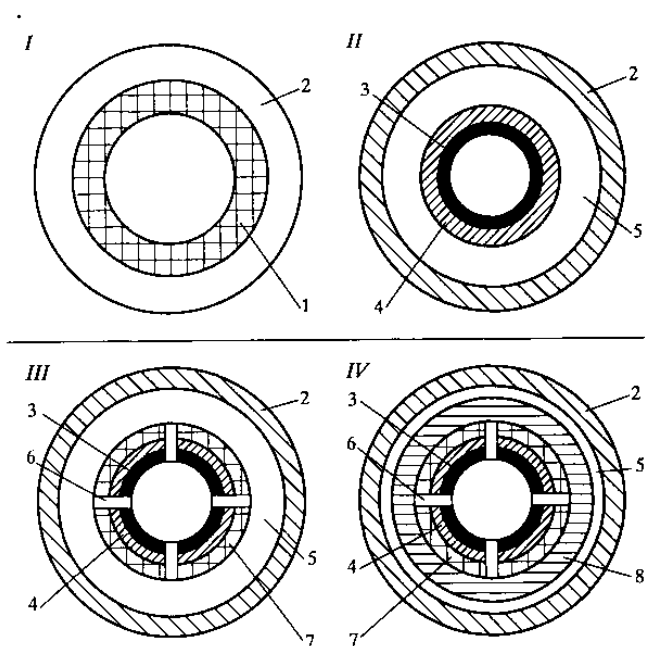
1. Guýynyň düýbine ýakyn zolagayň geçirijiligi guýynyň diwaryndaky toýun gabygyň geçirijiligine deň.

2. Guýynyň düýbine ýakyn zolagayň geçirijiligi guýynyň diwaryndaky toýun gabygynyňkydan uly. Şeýle gatlaklara filtrat esasan hem burawlanýan döwürde geçýär, ýakyn toýun gabygynyň doly emele gelmeýän döwründe.

3. Guýynyň düýbine ýakyn zolagayň geçirijiligi toýun gabygynyň geçirijiliginden az. Şeýle gatlaklara filtran burawlanýan döwürde geçýär we oturtma sütünler bilen enjamlaşdyrylmadyk guýynyň işsiz durian wagtynda, filtratyň geçýän zolagynyň diametri has ulylyklara etmegi mümkin.

Şeýlelikde dürli deňlik şertlerde filtratyň göwrümi ýada suwuklygyň, guýynyň düýbine ýakyn zolaga gelýäni wagta bagly, şeýle ýagdaýda akymyň gelmegini üpjün etmekde, özleşdirmek we guýyny ulanmak bagly bolup durýar, ilkinji açmak pursadyndan akymyň gelmegini üpjün edilýän dower çenli näçe wagtyň geçeniligine. Tejribelikde guýy gurluşygynyň ýagdaýynyň guramaçylygyny hökman şeýle geçirmeli, ýagny ol wagtyň minimal azatmaly. Guýy näçe oturtma sütüniniň goýberilişine garaşsa we ony sementlemäge, perforasiýa we önümiň akymyny üpjün etmäge, şonçada guýynyň düýbine ýakyn zolagayň hapalanmagy mümkin hem-de özleşdirmek wew akymyň gelmegini üpjün etmek az netijeli we uzak wagtlaýyn bolar.

Guýy burawlanýan döwründe dag jynslary gysylýan synagdan geçýär we dartylýan dartynlykdan. Dag jynsynyň tekiz elementiniň dartgynlyk ýagdaýy (surat 6.1) gysylýan we dartylýan güýçleriniň täsirinde birmeňzeş perpendikulýar tekizliklerde degýän deformasiýalaryň dürliliginde häsiýetlendirilýär, belli şertlerde dag jynslarynyň süýşmegi döretmegi mümkin.



Surat 6.1. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň suwuklyklarynyň erginleriniň filtratlary bilen dolgunlyk dinamikasy: I-IV – fazalar: I – ilkinji açylyş; II – oturtma sütüniniň sementlenmegi; III – ikinji açylyş (perforasiýa); IV – özleşdirme;

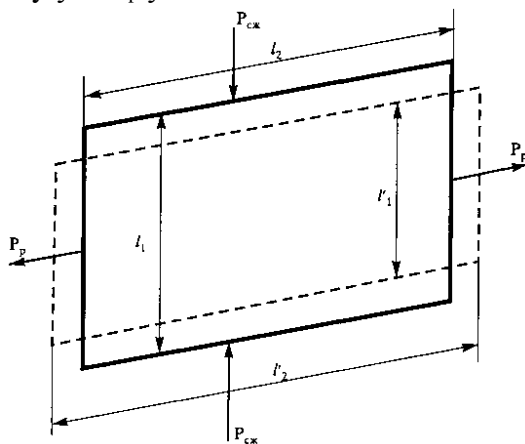
1 – toýun gabygy; 2 – buraw erginiň filtraty; 3 – oturtma sütüni; 4 – sement halkasy; 5 – sement ergininiň filtraty; 6 – perforirlenen deşik; 7 – guýyny ýatyrmak üçin suwuklyk; 8 – özleşdirme suwuklygy

Belleýäris:

$$\left. \begin{aligned} l_{c\kappa} &= l_1 - l'_1, \\ l_p &= l'_2 - l_2 \end{aligned} \right\}, \quad (6.1)$$

bu ýerde l_1, l_2 – dag jynsynyň nysgasynyň parametri (beýikligi we uzynlygyp ýüklenme bermezden öňürti;

l'_1, l'_2 – dag jynsynyň nysgasynyň ölçegleri (beýikligi we uzynlygy) gysýan ýüklenmäniň $P_{c\kappa}$ goýulandan soňra we dartylýan P_p ýüklenmedi soňra.



Surat 6.2. Dag jynsynyň tekiz elementiniň dartguynlyk ýagdaýyndaky çyzgysys

Onda gysylýan deformasiýa $\varepsilon_{c\kappa}$ deňişliligi deňişliligini we dartylýanyny ε_p şeýle görnüşde ýazmak mümkin:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{gys} &= \frac{l_{gys}}{l_1}, \\ \varepsilon_p &= \frac{l_p}{l_2} \end{aligned} \right\}. \quad (6.2)$$

Dag jynsynyň nysgasynyň göwrümi üçin gysylýan we dartylýan ýüklenmeleriň täsiri onyň ilkinji göwrüminiň üýtgemegine getirip biler, ýagny

$$\varepsilon_{gys} - \varepsilon_p = \frac{\sigma_{gys}}{E_{gys}} - \frac{\sigma_p}{E_p} = \frac{\Delta V}{V}, \quad (6.3)$$

bu ýerde σ_{gys}, σ_p – gysylýan we dartylýan dartgynlyk;
 E_{gys}, E_p – cgysylmaga we dartgylmaga dag
jynsynyň Ýungyň moduli;
 ΔV – dag jynsynyň nusgasynyň göwrüminiň
üýtgemegi (dilatansiýa);
 V – dag jynsynyň nysgasynyň ilkinji göwrümi.

Ähli dag jynslaryna dilatansiýa häsiýetlidir (6.3)
deňlemiden görünýär, ýagny dilatansiýa otrisatel bolup biler
(dag jynsdykyzlanýar), položitel bolup biler (dag jynsdy
öýjüklenýär) we nulewoý. Dilatansiýanyň belgisi dag
jynsynynyň häsiýetine baglydyr, ýagny onyň berkliginden,
öýjükliliginden we täze meýdanynyň düzüminden.

Dag jynslarynyň dilatansion ukybyny bahalamagyny
geçirip bolar, mysal, dag jynsynyň howply dykzylygy
düşünjäni girizip.

Dag jynsynyň howply dykzylygy – ol dykzylyk, dag
jynsynyň dürli ahyrky süýşmeginde dilatansiýa nola deňdir.

Başlangyç dykzylykda, howplydan az bolanda, dag
jynsdy süýşende dykzyzlanýar, başga ýagdaýda-öýjüklenýär.
Dag jynsynyň dilatapsiýa ýagdaýynda öýjükli meýdanynyň
düzüminde başga gurulyş geçýär, ol hem izotroply ýatan
gatlakda guýynyň düýbine ýakyn zolakda geçirijiliginiň
anizotroplylygyna getirmegi mümkin.

Bu ýerden görünýär, ýagny dilatansiýa wagtyň
funksiýasy bolup durýar we dag jynslarynyň göwrümli süýşýän
ýagdaýynda ösýär.

Şeýlelikde, önümlü gatlagy açmagyň wagty ulaldygyça
we önümlü akymyň gelmegi üpjün edilýänçä (guýyny
özleşdirmek) guýynyň düýbine ýakyn zolakda göwrümi
süýşmegiň ýagdaýynda guýynyň öndürijiliginiň
koeffisiýentiniň peselmegine getirmegi mümkin.

Şonyň bilen, perforasiýa işleri geçirilip gatlagy ikinji gezek açylýan döwründe guýynyň düýbinde ýakyn zolagyň dykyzlanmagy mümkin ýa-da öýjükli, ýagny gatlagyň gidrodinamiki guýy bilen aragatnaşygynyň hilinde bildirer.

Bu aragatnaşygyň hili flýuidleriň häsiýetlerine hem bagly, we olaryň arabaglanyşygyna hem-de dag jynysy bilen. Flýuidleriň filtrasiýasy (hatda az şepbeşikli) filtrasiýa akabalarynyň birden daralan ýerlerinde colloid bölejikleri bilen dykylmagy mümkin, ýa-da filtrlinýan flýuidiň okislenen harytlary bilen-obliterasiýa ýagdaýy.

Obliterasiýa gaty tekizligiň häsiýetine bagly, flýuid onyň üstünden filtrlenýär, temperaturadan (temperaturanyň ulalmagy bilen obliterasiýa ulalýar), düzümdäki yrgyldy ýagdaýlardan (düzüme sarsgyn täsir edinde obliterasiýa döremeýär).

Şeýlelik bilen, obliterasiýa guýynyň düýbine ýakyn zolagyň filtrasiýa häsiýetleriniň erbetleşmeginiň sebäpleriniň biri bolmagy mümkin we önümiň gelmezligine.

Guýylary ulanmak ýagdaýynda guýynyň düýbine ýakyn zolagyň geçirijililiginiň peselmeginiň esasy sebäplerine degişliler indikiler.

1. Önüm berýän guýylar üçin:

- Ýer asty abatlaýyş ýagdaýynda guýyny ýatyrmak üçin ulanylýan suwuklygyň siňmegi (süýji ýa-da şor suw) ýa-da ýuwýan suwuklygyň

- Guýylar duruzylan wagtynda guýynyň düýbine ýakyn zolaga gatlak suwynyň geçmegi;

- Terrigen kollektoryň toýunly sementiniň bölejikleriniň suw bilen doýgunlaşanda çişmegi;

- Suwnebit emulsiýanyň emele gelmegi;

- Termobar ýagdaýynyň üýtgemeginde önüm bilen gelýän suwyň duzlary ýa-da asphalt-smola-parafinli düzümleriň galyndylary we çökündileri guýynyň düýbine ýakyn zolakda gaçmagy;

– Guýy ýuwulanda ýa-da ýatyrylanda guýynyň düýbine ýakyn zolaga mehaniki goşundylar we metallaryň poslamakdaky önümleriniň girmegi.

2. Suw basyp dykylýan guýylar üçin:

– Guýa suw basyp dykylanda toýun dag jynslary bilen birleşende çışmegi, şeýle hem bir-näçe himiki reagentli suwyklyklar bilen;

– Mineralizlenen suwy süýji suw bilen çalşyrmak üçin guýa basylanda duzlaryň emele gelip guýyda galmagy;

– Guýyda abatlaýyş we beýleki işler geçirilende ýuwujy suwuklygyň gaty fazalary guýynyň düýbine ýakyn zolakdaky kolmatasiýasy.

– Guýynyň düýbine ýakyn zolakdaky nebit siňdirilen uly galyndy, suw basyp dykyzlanýana guýy geçirilmänkä önümlü işlän guýylarda.

Gorlaryň işläp gutarda netijesiniň düýpli hakykaty we ahyrky nebit berijilik koeffisiýenti önüm berýän guýylaryň suwlanmagy, nebitiň fazaly geçirijiliginiň azalmagyna getirýäni. Häzirki döwürde çenli hiç hili anyklanylan maslahatlar, guýynyň düýbine ýakyn zolagyn ilkinji tehnologiýa rasional işläp geçmegiň derejesini has çylşyrymlaşdyrýar, nebit öndürilişini artdyrmak üçin, emma bu ýagdaýlar esasan hem gaýtadan işlemekde bildirilýär. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň san ölçeglerini bahalamakda guýa suwuklyk akymynyň göreli.

6.1. Guýa suwuklyk akymynyň gelmegi guýynyň düýbine ýakyn zolak

Tegelek gatlakda guýa suwuklyk akymynyň gelmek meselesini göreli, onyň çyzgysy 6.3 suratda görkezilen.

Meseläni çözmek üçin indiki mümkinçilikleri girizeli:

1. Gatlak tegelek, onyň merkezinde ekeje birkemsiz guýy.

2. Gatlak birdüzümlü we izotroply hemişelik

galyňlykly.

3. Flýuidiň akym ýagdaýy izotermiki ($\mu=\text{const}$).
4. Suwuklygyň herekedi tekiz-radial we Darsiniň kanunyna gabat gelýär.
5. Filtrasiýa ýagdaýynda dürli fiziki we himiki reaksiýalar bolmaýar.

Darsiniň deňlemesini ýazýarys:

$$Q = k \frac{F \Delta P}{\mu l}, \quad (6.4)$$

bu ýerde

Q – suwuklygyň göwrümi harçlanyşy, m^3/s ;

F – filtrasiýanyň üsti, m^2 ;

ΔP – basyşlaryň üýtgäp durmagy, H/m^2 ;

μ – flýuidiň şepbeşikligi, $\frac{\text{H}}{\text{m}^2} \cdot \text{s}$;

l – flýuidiň akýan ýoly, m ;

k – proporsionallygyň koeffisiýenti, ol hem diňe gurşagy hasaba

alman, filtrasiýanyň geçýän ýerini, hatda ähli ýagdaýlary, gurşagyň

gaty tekizligini we filtrlenýän flýuid bilen aragatnaşygyny, m^2 .

Çyzgy 6.3 üçin bellýäris:

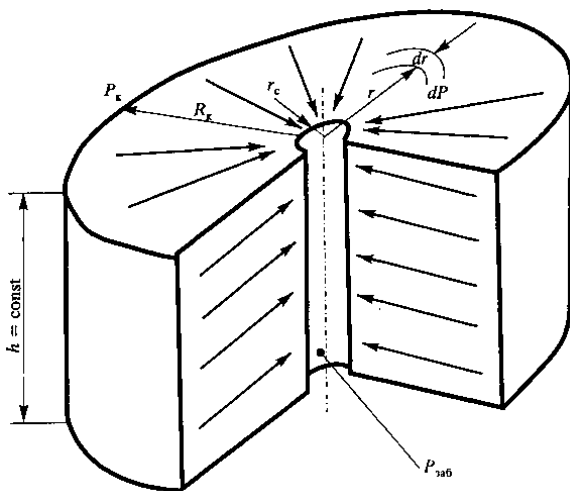
R_k – iýmitlenýän kontury radiusy, m ;

r_c – guýynyň radiusy, m ;

h – gatlagyň galyňlygy, m ;

P_k – iýmitleýän konturdaky basyş, H/m^2 ;

$P_{\text{düýp}}$ – guýynyň düýbindäki basyş, H/m^2 .



Surat 6.3. Dýupýuniň deňlemesiniň çykarylyşyna

Pikirde görsek (surat 6.3 seret) guýynyň onyndan r araçäkde gatlagyň elementiniň dr galyňlygy. Bu elementde basyşlaryň üýtgäp durmagy dP bilen belläliň. Aýyryp görkezilen elementiň filtrasiýasynyň üsti şeýle:

$$F = 2\pi r h \quad (6.5)$$

Görýän çyzygymyz üçin Darsiniň deňlemesini ýazýarys:

$$Q = k \frac{2\pi r h dP}{\mu dr};$$

üýtgeýänleri aýyrandan soňra alýarys:

$$Q \frac{dr}{r} = \frac{2\pi k h}{\mu} dP. \quad (6.6)$$

(6.6) deňleme üçin integrirrowaniýanyň çäkleri bolýar:

P çenli: P_k -dan $P_{düýp}$ çenli;

R çenli: R_k -dan r_c çenli.

Şeýlelik bilen bolýar:

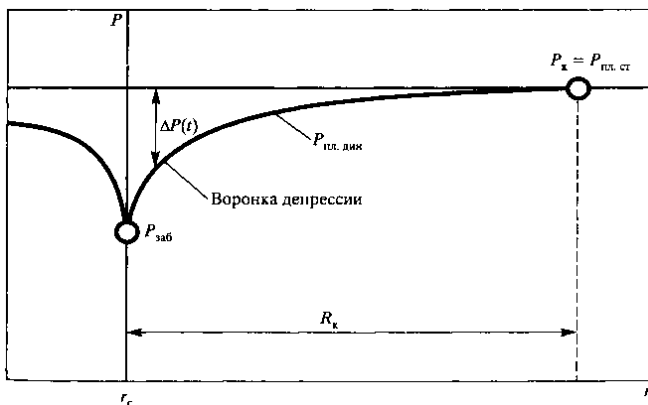
$$Q \int_{r_c}^{R_k} \frac{dr}{r} = \frac{2\pi k h}{\mu} \int_{P_{düýp}}^{P_k} dP. \quad (6.7)$$

Integrirlenden soňra alýarys:

$$Q = \frac{2\pi k h (P_k - P_{düy})}{\mu \ln \frac{R_k}{r_c}}. \quad (6.8)$$

(6.8) deňleme Dýupýuiniň deňlemesi diýilýär we suratdaky 6.3 çyzgy üçin guýa gelýän suwuklygyň akymyny ýazgyda görkezýär, kabul edilen mümkinçilikde.

(6.8)-den görnüşi ýaly işleýän guýynyň gatlagynyň töweregindäki basyşlaryň bölünişi logarifimli bolýar, ýagny surat 6.4 görkezileni.



Surat 6.4. İşleýän guýynyň töweregindäki gatlakda basyşyň paýlanyşy

P_k -nyň konturyndaky iýmitlendirişň basyşy gatlagyň statiki basyşy P_{gat} bolýar, soňy bilen diňe ýönekeý P_{gat} ($P_{\text{gat.st}}$ – gatlagyň statiki basyşy – ol basyş, önümlü düzümden alynmaýan wagtyndaky bolýany, ýagny $Q=0$ bolanda). İşleýän guýynyň töweregindäki basyş gatlagyň islendik nokadyndaky (guýynyň düýbindäki basyş bilen we kontury iýmitlendirýän basyş bilen) dinamiki gatlak basyşy diýilýär $P_{\text{gat.din.}}$ guýynyň diwaryndaky dinamiki gatlak basyşynyň guýynyň düýbindäki (zaboýdaky) basyş diýip aýdýarys $P_{\text{заб.}}$

Statiki we dinamiki gatlak basyşynyň arasyndaky dürlilige depressiýa ΔP diýilýär:

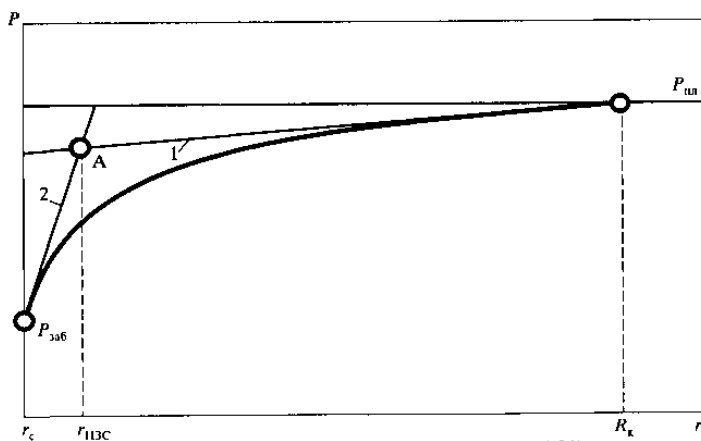
$$\begin{aligned}\Delta P &= P_{\text{gat.st}} - P_{\text{gat.din}}, \\ \Delta P &= P_{\text{gat}} - P_{\text{düýp}}.\end{aligned}\tag{6.9}$$

Egerde basyşyň paýlanyşynyň çyzygyny pikirde guýynyň okynyň daşyndan aýlasak, onda depressiýanyň woronkasy atlandyrylýany alýarys. Surat 6.3-den görünýär, ýangy depressiýa (önümiň iýmitindirilýän konturyndan hereket edýän energiýanyň guýynyň diwaryna çenli ýitgisi) guýynyň diwaryndan bir-näçe aralykda ýeterlik ulalýar.

Guýynyň düýbine ýakyn zolak diýip (ПЗС) biziň düşünmeli zolagymyz guýynyn diwaryna golaý ýerleri, olarda önümiň hereketine filtrasion garşylyk ýeterlik ulalýar.

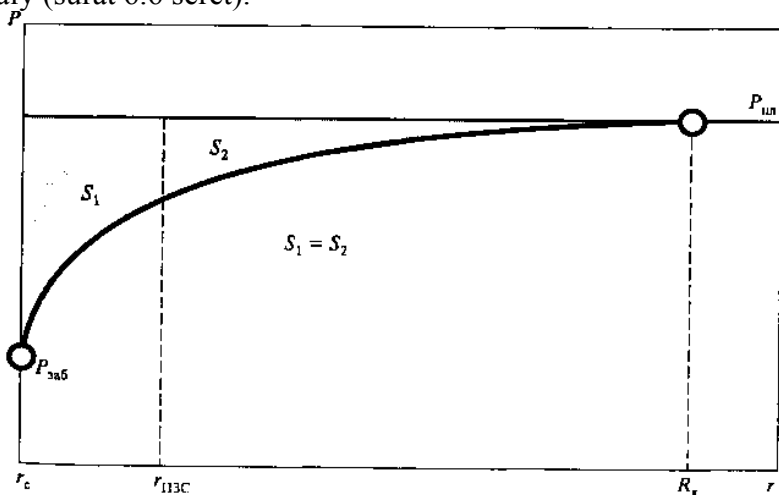
Häzirki döwürde çenli bu zolagyň radiusynyň san anyklanylyşynyň hiç hili maslahaty ýok, şonuň üçin hem guýynyň düýbine ýakyn zolasga emeli täsir etmegiň dürli usullarynyň effektiwligini bahalamak birýarçe esse çylşyrymlaşdyrylýar we biri-biri bilen deňeşdirmegi.

Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň ölçegleriniň san bahalanyşynyň bir-näçe mümkinçiligini göreli. Birinji mümkinçilik logarifmli baglyşygyň şahalarynyň $P=f(r)$ durýar, 1 we 2 göni çyzyklarda, olar hem nokat A-da kesişýärler (surat 6.5 seret). Bu nokat guýynyň düýbine ýakyn zolagyň – $r_{\text{ПЗС}}$ ölçeglerini (radius) berýär. Bu usul ýeke täk mümkinçilik bolmaýar. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň san ölçegleriniň bahalanyşyny başgaça hem anyklamak mümkin.



Surat 6.5. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň radiusyny anyklamagyň birinji warianty

Mysal, energiýanyň ýitgileriniň jemini guň diwaryna çenli iýmetlendirýän konturdan önümiň herekledini den bölmek mümkin, ýagny S_1 meýdany we S_2 meýdany deň bolar ýaly (surat 6.6 seret).



Surat 6.6. Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň radiusyny anyklamagyň ikinji warianty

Bu meýdanlaryň serhedi guýynyň düýbine ýakyn zolagyň radius sanyny anyklap biler. Has dograsy, ýagny guýynyň düýbine ýakyn zolagyň ölçeglerini anyklamak üçin başga usullary hm tekliپ edip bolar. Nygtamak möhüm: guýynyň düýbine ýakyn zolagyň ölçegini bahalandyrmak üçin haýsyda bolsa usul ulanylanda, egerde netijeleri dñeşdirmek mätöçligi ýüze çykanda, guýynyň düýbine ýakyn zolagagyň ölçeglerine bagly bolanda, beýle deñeşdirmelerde iki ýagdaýda hem guýynyň düýbine ýakyn zolagyň ölçegleriniň (radiusy) hasabynyň şol bir usulyny ulanmak hökman.

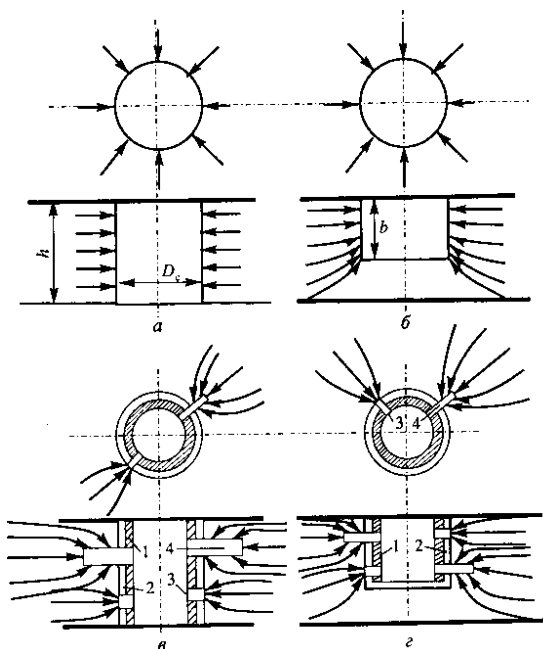
6.2. Guýynyň gidrodinamiki ýokary derejesi

Öýjükli gurşagda önümiň akym ýagdaýy filtrasiýa garşylyklary bilen kesgitli alynyp barylýar, olar hem näbelliler. Guýynyň düýbine ýakyn zolakda goşmaça filtrasion garşylyklar döreyär, baglanyşykda, ilki bilen guýynyň özi bilen we ikinjiden onyň aralygynda deñeşdirmek üçin we her guýyny bahalamak üçin gidrodinamiki ýokary derejeli we gidrodinamiki gutarylmanyk guýylary düşünje girizilýär.

Suratda 6.7 getirilen gidrodinamiki ýokary derejeli we gidrodinamiki gutarylmanyk guýulary.

Gidrodinamiki ýokary derejeli guýy diýip düşüneliň, ol hem önümlü gatlagy onyň ähli galyňlygyna h açylany wonda guýyny berkitmäniň hiç hili elemendi bolmanygy (oturtma sütüni, sement daşy, guýynyň düýbiniň enjamlandyrylyşy) ýagny düýbi açylan guýy. Şeýle guýa önüm akanda filtrasion garşylyklary önümlü gatlagyň häsiýetleri bilen bagly we minimal mümkin (surat 6,7a).

Hakyky guýylaryň köpüsi (aglabasy) gidrodinamiki degişli.



Surat 6.7. Hidrodinamiki ýokary derejeli (a) we gidrodinamiki durnuksyz guýylaryň çyzygysy: b – açylmak derejeli bilen; ç – açylmak häsiýeti bilen; d – açylmak derejesi we häsiýeti bilen; 1 – oturtma sütüni; 2 – sement daşy; 3 – perforirlenen deşik; 4 – perforirlenen akaba.

Gidrodinamiki gutarnyksyz guýylaryň arasyndan saýlanylýar:

1. Açylmak derejesi bilen gutarnyksyz – HCB (surat 6.7 b);
2. Açylmak häsiýeti bilen gutarnyksyz – HXB (surat 6.7 ç);
3. Açylmak derejesi boýunça we häsiýeti boýunça gutarnyksyz – HCXB (surat 6.7 d).

Şeýle guýylar üçin guynyň düýbine ýakyn zolakda goşmaça filtrasion garşylyklary gutarnyksyzlygyň görnüşleri ýaly döreýär.

1. Gutarnyksyz açylmak derejeli guýylar üçin.

Gutarnyksyz açylan derejeli guýylar diýip aýdylýar, haçanda önümlü gatlagy ähli galyňlygyna açylmadyklara.

Indiki bellikleri girizeli:

h – önümlü gatlaga galyňlygy, m;

D_c – dolota boýunça guýynyň diametri, m;

b – önümlü gatlagyň böleginiň galyňlygy, guy bilen açylan, m;

δ – açylmagyň gatnaşygy:

$$\delta = \frac{b}{h}, \quad (6.10)$$

a – gatlagyň ölçegsiz galyňlygy:

$$a = \frac{h}{D_c}. \quad (6.11)$$

Surat 6.7, b-dan görnüşi ýaly goşmaça filtrasion garşylyklary şeýle guýylar üçin akymyň gelýän çyzyk ugrynyň gysyklygyna bagly (ýagny akymyň geometriýasyna) we olary hasaba alyp bolar haçanda Dýupýuiniň deňlemesine olary girizinde.

Ýokary derejeli guy üçin boalr:

$$Q_c = \frac{(P_{gat} - P_{düýp})}{\frac{\mu}{2\pi kh} \ln \frac{R_k}{r_c}}, \quad (6.12)$$

bu ýerde r_c – doota boýunça guýynyň radiusy $r_c = D_c/2$.

(6.12) görkezmäniň maýdalawjysy filtrasion garşylyk R_f ýoklary derejeli guýyda önüm akanda, ýagny

$$R_\phi = \frac{\mu}{2\pi kh} \ln \frac{R_k}{r_c}. \quad (6.13)$$

Bu aňlatmany hasaba alyp (6.12) şeýle ýazýarys:

$$Q_c = \frac{(P_{gat} - P_{düýp})}{R_f}. \quad (6.14)$$

Goşmaça filtrasion garşylyklary $R_{goş}$ bilen bellýäris. (6.13)-e meňzeş we ýazýarys:

$$R_{goş} = \frac{\mu}{2\pi kh} C_1, \quad (6.15)$$

bu ýerde C_1 – bir hili koeffisiýent, filtrasion garşylyklarynyň ýokarlanýanlygyny hasaba alýan, guýynyň gutarnyksyz açylyan derejesi boýunça önümiň akymynyn geometriýasynyn üýtgemegi sebäpli.

Açylmak derejesi bilen gutarnyksyz guýynyň öndürijiligini (debiti) Q_{HEB} bilen bellýäris:

$$Q_n = \frac{P_{gat} - P_{düýp}}{R_f + R_{goş}} = \frac{(P_{gat} - P_{düýp})}{\frac{\mu}{2\pi kh} \ln \frac{R_k}{r_c} + \frac{\mu}{2\pi kh} C_1}$$

ýa-da

$$Q_n = \frac{2\pi kh(P_{gat} - P_{düýp})}{\mu \left(\ln \frac{R_k}{r_c} + C_1 \right)}. \quad (6.16)$$

Görkezme (6.16) açylmak derejesi bilen gutarynyksyz guýylaryň öndürijiligini hasaba almak üçin ulanmak mümkin. Şonuň bilen goşmaça filtrasion garşylyklar C_1 koeffisiýent bilen hasaba alynýar.

$$C_1 = f(\delta, a), \quad (6.17)$$

Ýörite grafikler bilen anyklanýan (mysal, W.I Şurowyň grafigi bilen).

2. Açylmak häsiýeti boýunça gutarnyksyz guýylar üçin.

Almak häsiýeti boýunça gutarnyksyz guýylar diýip aýdylýar, olarda gatlak ähli galyňlygyna açylan, emma guýa oturtma sütün goýberilen we perforirlenen.

Indiki belgileri girizeli:

n – perforasiýanyň bir metrdäki dykzylygy, dem/m;

l' – perforirlenen akabynyň ortaça uzynlygy, m;

d' – perforirlenen akabynyň diametri, m

– parametri nD_c ;

– perforirlenen akabynyň ölçegsiz uzynlygy
 $l=l'/D_c;$ (6.18)

– perforirlenen akabynyň ölçegsiz diametri
 $d=d'/D_c.$ (6.19)

Şeýle guýylar goşmaça filtrasiýa garşylyklary önümiň akymynyň geometriýasynyň üýtgemegine bagly, perforirlenen deşikleriň we akabalaryň barlygy sebäpli. (6.15) görkezmesini meňzeşligi bilen ýazýarys:

$$R_{g\phi} = \frac{\mu}{2\pi kh} C_2, \quad (6.20)$$

bu ýerde C_2 – bir hili koeffisiýent, filtrasiýa garşylyklarynyň ulalýanlygyny hasaba alýan, perforirlenen deşikleriň we akabalaryň barlygy sebäpli önümiň akymynyň geometriýasynyň üýtgemeginde.

Açmak häsiýeti boýunça gutarnyksyz guýylaryň öndürilijiligi $Q_{\text{ön}}$ bilen bellýäris. Onda (6.16) meňzeşliginde ýazýarys:

$$Q_n = \frac{2\pi kh(P_{gat} - P_{d\ddot{u}p})}{n \left(\ln \frac{R_k}{r_c} + C_2 \right)}. \quad (6.21)$$

şeýlelikde goşmaça filtrasiýa garşylyklarynyň koeffisiýenti açmak häsiýeti boýunça gutarnyksyz sebäpli C_2

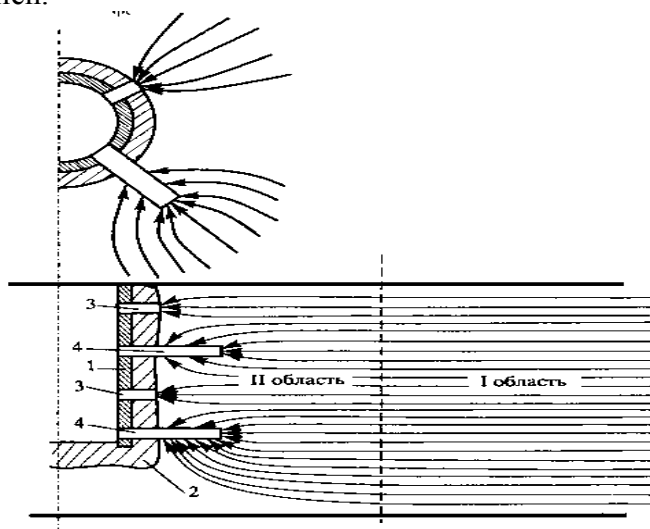
$$C_2 = f(nD_c, l, d) \quad (6.22)$$

ýörite grafikler esasynda anyklanylýar.

3. Açylmak derejesi we häsiýeti boýunça gutarnyksyz guýylar üçin.

Beýle ýagdaýda açylmak derejesi boýunça gutarnyksyz guýylara önümiň filtrasiýa akymynyň suratyna perforirlenen deşiklere we perforirlenen akabalara önümiň foltrasiýa akymynyň suraty düşýär. 6.8-nji suratda açylmak häsiýeti we derejesi boýunça gutarnyksyz guýyda önümiň akymynyň şeýle sutary görkezilen. Görünýär, ýagny I-nji oblastynda akym tekiz-radial we Dýupýuiniň deňlemesi (6.8) görnüşinde adalaty

golýar. II-nji oblastynda filtrasion suarty I-nji oblastda dýuýpli tapawutlanýar, ýagny guýynyň açylmak häsiýeti boýunça şeýle hem derejesi boýunça gutarnyksyz, şeýlelikde açylmak häsiýeti boýunça we goşmaça filtrasion garşylyklarynyň ýüze çykmagynda, olar hem koeffisiýentler C_1 we C_2 bilen hasaba alynýar. Soragyň manysynyň netijesi, nähili ýagdaýda koeffisiýentler C_1 we C_2 beýle görnüşli gutarnyksyz bilen arabaglanyşykly? Bu soraga jogap bermek üçin filtrasion suratynyň hakykatyny, 6.8 suratda görkezileni, shematlaşdyrylan bilen çalyşýarys, ol hem 6.9-njy suratda görkezilen.



Surat 6.8. Gutarnyksyz derejesi we häsiýeti boýunça açylan guýa önümiň akýan filtrasiýa suraty:

I – oblast, bu ýerde filtrasiýa Darsiniň kanunyna boýun bolýar – tekiz radial filtrasiýa; II – oblast Darsiniň kanunyny bozýan, onda goşmaça filtrasiýa garşylyklary döreýär, koeffisiýentler C_1 we C_2 -leriň hasaba alýany; 1 – oturtma sütün; 2 – sement daşy; 3 – perforirlenen deşik; 4 – perforirlenen akaba.

Akymyň önüminiň shematizasiýasyny şeýle ýerine ýetirýäris, ýalan toslama guýyny girizilip, açylmak derejesi boýunça gutarnyksyz, onyň hem radiusy r_{fc} . Beýle ýagdaýda önümiň akymy görkezýär:

– R_k -dan r_c -iň çäklerinde – guýa gelyän akym ýaly, açylyş häsiýeti boýunça gutarnyksyz (goşmaça filtrasion garşylyklary C_1 koeffisiýent hasaba alýar);

– r_{fc} -den r_c -iň çäklerinde – guýa gelyän akym ýaly, açylyş häsiýeti boýunça gutarnyksyz (goşmaça filtrasion garşylyklary C_1 koeffisiýent hasaba alýar);

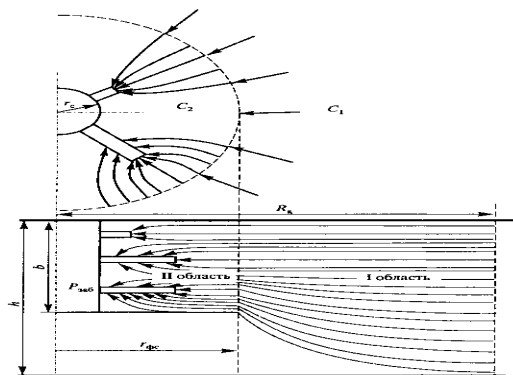
– R_f -iň filtrasiýa garşylygy (6.13)-e meňzeşligi şeýle:

$$R_f = \frac{\mu}{2\pi kh} \ln \frac{R_k}{r_{fc}}; \quad (6.23)$$

– goşmaça filtrasiýa garşylygy, ol hem (6.15) bilen meňzeşdligi şeýle:

– goşmaça filtrasiýa garşylygy, ol hem (6.15) bilen meňzeşdligi şeýle:

$$R_{доф} = \frac{\mu}{2\pi kh} C_1. \quad (6.24)$$



Surat 6.9. Gutarnyksyz derejesi boýunça we häsiýeti boýunça alynan guýa önümiň akymynyň çyzgylaşdyrylan filtrasiýa suraty:

I – C_1 koeffisiýent bilen hasaba alýan açylmak gutarnyksyz derejesi boýunça ýalan toslama guýa goşmaça filtrasiýa garşylyklarynyň oblasty;

II – gutarnyksyz häsiýeti boýunça açylan guýa goşmaça filtrasiýa garşylyklarynyň oblasty, C_2 koeffisiýent bilen hasaba alýan;

$r_c, r_{\phi c}, R_k$ – hakyky guýynyň radiusy, ýalan toslama guýynyň radiusy we ýymitlendirýän konturyň radiusy;

$b - h$ galyňlykdaky gatlagyň açylan bölegi.

II-nji oblast üçin (r_{fc} -den r_c -e çenli) filtrasiýa garşylyklary aşakylardan jemlenýär:

– filtrasiýa garşylygyndan R'_f , onyň hem (6.13) bilen meňzeşligi şeýle:

$$R'_f = \frac{\mu}{2\pi k b} \ln \frac{r_{fc}}{r_c}, \quad (6.25)$$

bu ýerde (6.10) deňliginde

$$b = h \cdot \delta.$$

Onda bu (1.25) görnüşi nazara alyp şeýle ýazýarys:

$$R'_f = \frac{\mu}{2\pi k h \cdot \delta} \ln \frac{r_{fc}}{r_c}; \quad (6.26)$$

– goşmaça filtrasiýa garşylygy, ol hem (6.20) bilen meňzeşligi şeýle:

$$R'_{g\phi} = \frac{\mu}{2\pi k h \cdot \delta} C_2. \quad (6.27)$$

Açylyş häsiýeti we derejesi gutarnyksyz guýynyň Q_n öndürijiligi akymyň shematizirlenen suratyny (surat 6.9) (6.23), (6.24), (6.25) we (6.27) görnüşleri hasaba alyp şeýl bolar:

$$Q_n = \frac{P_{gat} - P_{düýp}}{\frac{\mu}{2\pi k h} \ln \frac{R_k}{r_{fc}} C_1 + \frac{\mu}{2\pi k h \cdot \delta} \ln \frac{r_{fc}}{r_c} + \frac{\mu}{2\pi k h \cdot \delta} C_2}. \quad (6.28)$$

Hakyky filtrasiýa suraty üçin ýazýarys:

$$Q_n = \frac{P_{gat} - P_{düyýp}}{\frac{\mu}{2\pi kh} \left(\ln \frac{R_k}{r_c} C \right)}, \quad (6.29)$$

bu ýerde

$\frac{\mu}{2\pi kh} \ln \frac{R_k}{r_c}$ – önümiň R_k -dan r_c -e çenli hereketinde

filtrasiýa garşylyklary;

$\frac{\mu}{2\pi kh} \cdot C$ – koeffisiýent C bilen anyklanylýan açylyş

häsiýeti we derejesi bilen gutarnyksyz sebäpli goşmaça filtrasiýa garşylyklary.

(6.29) we (6.28) görkezijileriň sag bölegini deňeşdirip alýarys:

$$\ln \frac{R_k}{r_c + C} = \ln \frac{R_k}{r_{fc}} + C_1 + \frac{1}{\delta} \ln \frac{r_{fc}}{r_c} \frac{1}{\delta} C_2,$$

bu ýerden C koeffisiýenti tapýarys

$$C = C_1 + \frac{1}{\delta} C_2 + \left(\frac{1-\delta}{\delta} \right) \ln \frac{r_{fc}}{r_c}. \quad (6.30)$$

Şeýlelik bilen, goşmaça filtrasiýa garşylygynyň koeffisiýenti önüm açylyş häsiýeti we derejesi boýunça gutarnyksyz guýyda akanda C_1 we C_2 koeffisiýentiniň ýönekeý jemi bolmaýar we bu koeffisiýentlere bagly bolman, gatlagyň açylyşyna we guýynyň ýalan toslama radiusyna (r_{fc}) we (r_c) hakyksyna.

Mysal, $r_{fc} = 10r_c$ kabul edip alýarys:

$$C = C_1 + \frac{1}{\delta} C_2 + 2,3 \left(\frac{1-\delta}{\delta} \right). \quad (6.31)$$

Jemläp belleýäris, ýagny guýylaryň gutarnyksyzlygy görülen görnüşleri, önümiň akymynyň diňe geometriýasynyň üýtgemegini hasaba alýanyny beýik derejeli guýylary bien deňeşdirilende.

6.3. Hidrodinamiki beýik derejeliginiň koeffisiýenti. Guýynyň getirilen radiusy

(6.16), (6.21) we (6.29) görkezijilerden görnüşi ýaly guýynyň dürli gidrodinamiki gutarnyksyzlygy öndürijiliginiň azalmagyna getiorýär. Umumy ýagdaýda gutarnyksyz guýynyň öndürijiligini Q_n şeýle ýazýarys:

$$Q_n = \frac{2\pi k h (P_{gat} - P_{düýp})}{\mu \left(\ln \frac{R_k}{r_c} + C \right)} \quad (6.32)$$

Guýynyň gidrodinamiki beýik gutarnyklygynyň koeffisiýenti φ -ni atlandyrýarys, gutarnyksyz guýynyň öndürijiliginiň gatnaşygyny Q_n (6.8) görkeziji bilen hasaplanylany beýik gutarnykly guýynyň öndürijiligine Q_c .

$$\varphi = \frac{Q_{nc}}{Q_c}, \quad (6.33)$$

ýa-da (6.32) we (6.8) hasaba alyp

$$\varphi = \frac{\ln \frac{R_k}{r_c}}{\ln \frac{R_k}{r_c} + C}, \quad (6.34)$$

bu ýerden

$$C = \frac{(1-\varphi)}{\varphi} \ln \frac{R_k}{r_c}.$$

(6.30) görkezijiden C-i (6.34) görkezijä goyup alýarys:

$$\varphi = \frac{\ln \frac{R_k}{r_c}}{\ln R_k + C_1 + \frac{1}{\delta} (C_2 - \ln r_c) - \frac{(1-\delta)}{\delta} \ln r_{jc}}. \quad (6.35)$$

Alynan görkeziji gidrodinamiki gutarnyksyz guýylaryň dürli görnüşiniň beýik gutarnykly guýynyň öndürijiliginiň azalmagyna goşamndyny bahalamaga mümkinçilik berýär.

Şeýle, guýy üçin, açylmak ($C_2=0$, $r_{fc}=r_c$) gidrodinamiki beýik gutarnykly koeffisiýenti φ_{HCB} (6.35) görkezijiden bolar:

$$\varphi_{ncc} = \frac{\ln \frac{R_k}{r_c}}{\ln \frac{R_k}{r_c} + C_1}. \quad (6.36)$$

Açylmak häsiýeti boýunça gutarnyksyz guýy üçin ($C_1=0$, $\delta=1$),gidrodinamiki beýik gutarnykly koeffisiýenti φ_{HXB} (6.35) görkezijiden bolar:

$$\varphi_{nxb} = \frac{\ln \frac{R_k}{r_c}}{\ln \frac{R_k}{r_c} + C_2}. \quad (6.37)$$

Ýene bir gezek belläli, ýagny baglanyşyklar (6.35), (6.36) we (6.37) häsiýetlendirýär, diňe önümiň akym geometriýasynyň üýtgemegi beýik gutarnykly guýynyň öndürililigine nähili täsir edýänligi we hiç hili fiziki ýagdaýlary hasaba almaýar, ilkinji açylmakdan soňky wagtlarda bolýanlara (akymyň gelmegi üpjün edilýänçä we özleşdirilýänçä), şeýle hem önümiň akymynyň görülýän ýagdaýynda.

Gidrodinamiki gutarnyksyz guýyny hasaba almagyň mümkinçiligini başga ýollar bilen hem ýerine ýetirmek mümkin. Guýynyň getirilen radiusy düşüňjani girizileliň r_{np} . Guýynyň getirilen radiusy – ol şeýle ýalan toslanan beýik gutarnykly guýynyň radiusy Q_{fc} onyň öndürililigi hakyky gutarnyksyz guýynyň öndürililigin deň Q_{ph} .

$$Q_{fc} = \frac{2\pi k h (P_{gat} - P_{düýp})}{\mu \ln \frac{R_k}{r_{get}}}. \quad (6.38)$$

$$Q_{pn} = \frac{2\pi kh(P_{gat} - P_{düy})}{\mu \left(\ln \frac{R_k}{r_c} + C \right)}. \quad (6.39)$$

(6.38) we (6.39) görkezijileriniň sag bölegini deňşdirip alýarys:

$$\ln \frac{R_k}{r_c} + C = \ln \frac{R_k}{r_{get}}, \quad (6.40)$$

bu ýerden:

$$C = \ln \frac{r_c}{r_{get}} \text{ ýa-da } r_{get} = \frac{r_c}{e^C}. \quad (6.41)$$

Şeýlelikde bilen, guýynyň getirilen radiusy hakyky guýynyň radiusy bilen öz arasynda gidrodinamiki gutarnyksyz koeffisiýentini C baglanyşdyrýar.

Guýynyň getirilen radiusynyň san ulylygyny durnukly bolmadyk rejimde guýyny barlamagyň netijeleri bilen anyklanmagy mümkin, ol barada aşakda aýdylar.

Häzirki wagtda guýylaryň gidrodinamiki beýik gutarynyklylygy getirilen radiusyň r_{np} , anyklanylyşy eksperimental netijeleri bilen hasaplanylýar, ýagny düýpli ýokarlandyrylar, näme üçin diýende C_1 we C_2 koeffisiýentleri anyklamagyň gerekçeliginiň ýoklygyny, özäm ýörite grafikler bilen nädogry maglumatlaryň barlygynda.

6.4. Ilkinji açmaklykdan soňra isleriň netijililigini bahalamak

Öňde görkezilişi ýaly, gatlagy ilkinji we ikinji açmak, akymyň gelmegini üpjün etmek wew özleşdirmek wagtlaýyn ýagdaýlar hasaplanýar. Tebigi, ýagny guýynyň düýbine ýakyn zolakda wagtyň geçmeli bilen fiziki we fiziki-himiki emele gelmeleri guýynyň düýbine ýakyn zolagyň häsiýetini üýtgedýär. Bu ýitgemeleri nähili usul bilen hasaba almaly&

Gatlak ikinji açylandan soňra, oturtma sütüni goýberilmedik guýyda gatlak dernýji bilen barlag geçirilýär, onyň netijesi boýunça guýynyň düýbine ýakyn zolagyň filtrasiýa häsiýetlerini hasaplap bolmagy mümkin (kh/μ , k/μ , k).

Q_1 bilen ilkinji açylandan soňra guýynyň öndürijiligini eksperimentde belýäris:

$$Q_1 = \frac{2\pi kh \Delta P_1}{\mu \ln \frac{R_k}{r_c}}, \quad (6.42)$$

bu ýerde ΔP_1 – gatlagyň ölçenen depressiýasy.

Mälim bolan Q_1 , ΔP_1 , R_k we r_c (6.42) görkezijiden hasaplaýarlar:

$$\left(\frac{kh}{\mu} \right)_1 = \frac{Q_1}{\Delta P_1} \cdot \frac{\ln \frac{R_k}{r_c}}{2\pi}, \quad \left(\frac{k}{\mu} \right)_1 \text{ we } k_1.$$

Guýyda ähli işler gutarandan soňra (turtma sütüni goýberilip we sementlenenden, perforasiýadan, akymyň gelmegi üpjün edilende we özleşdirilende) guýynyň düýbine ýakyn zolagyň gidrogeçirijilik koeffisiýenti üýtgemegi mümkin we $(kh/\mu)_2$ deň bolmagy mümkin:

$$\left(\frac{kh}{\mu} \right)_2 = a \left(\frac{kh}{\mu} \right)_1. \quad (6.43)$$

bu ýerde a – san koeffisiýenti, guýynyň düýbine ýakyn zolagyň gidrogeçirijiliginiň üýtgemegini hasaba alýa, ilkinji açylandan özleşdirmä çenli fiziki we fiziki-himiki emele gelmeginiň täsirinde (guýyny ulanmaga girizilende); şonda $a \geq 1$.

Guýy özleşdirilenden soňra gaýtadan durnukly iş düzgünine barlanýar; şonda:

$$Q_2 = \left(\frac{kh}{\mu} \right)_2 \frac{2\pi \Delta P_2}{\ln \frac{R_\kappa}{r_{get}}}, \quad (6.44)$$

bu ýerde $Q_2, \Delta P_2$ – eksperimente ölçenen guýynyň öndürijiligini we depresiýa;

r_{get} – guýynyň getirilen radiusy.

Işeriň netijesini integral bahalamak, gatlagy ilkinji açmakdan soňra, öndürijiligi deňeşdirmek bilen ýerine ýetirilip bolar Q_1 we Q_2 :

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\left(\frac{kh}{\mu} \right)_2 \ln \frac{R_\kappa}{r_c} \Delta P_2}{\left(\frac{kh}{\mu} \right)_1 \ln \frac{R_\kappa}{r_{get}} \Delta P_1}. \quad (6.45)$$

$$(6.34) \quad \text{we} \quad (6.40) \quad \text{baglylykda} \quad \frac{\ln \frac{R_k}{r_c}}{\ln \frac{R_k}{r_{get}}} \quad \text{guýynyň}$$

gidrodinamiki beýik gutarnyklylygynyň koeffisiýenti φ . Onda (6.45) görkezme φ -ni nazara alyp we (6.43) görkezmäni şeýle görnüşde ýazýarys:

$$\eta = \alpha \cdot \varphi \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1}. \quad (6.46)$$

Bu görkezme guýynyň düýbine ýakyn zolagyň ähli üýtgemelerini hasaba alýar, ýagny ilkinji açylan wagtyň araçäginden ony ulanmaga berilenene çenli we guýynyň

düýbine ýakyn zolakdaky üýtgemeleriň san bahalanmagy üçin ulanmak mümkin, ondaky hakyky geçýän ýagdaýlaryň hasabyna, akymyň geometriýasynyň üýtgemegine däl, φ koeffisiýentiň hasaba alyşyna.

VII. GUÝULARYŇ TERMOMETRIKI BARLAGLARYNYŇ NETIJELERI BOÝUNÇA GAZ AKYP GELIŞINI ÇAKLAMA MÜMKİNÇİLİĞİ BARADA

Işleýän guýylaryň termogramalary boýunça düýpýaka zolagyň geometriýasyny, şeýle hem akyp geliş (ýuwdylyş) interwallaryny we olaryň önümliligini kesgitlep bolýanlygy bellidir. Işleýän guýylaryň boýuna görä temperatura paýlanşygy, esasan, şeýle şertlere baglydyr: akym tizligi, guýy boýuna görä basyş paýlanşygy, ýylylyk çalyşmasynyň gyzgalaňlygy, drossel effekti, kalorimetriki garyşma we ş.m. Temperatura egrisiniň häsiýetine agzalan şertleriň käbirleri aýratyn täsirli bolarlar, sebäbi hut şol interwalda akym tizlikleriniň basyş tapawutlarynyň batly üýtgemesi we dürli temperaturaly gurşawlaryň garyşmasy bolup geçýärler. Beýan edilenler bilen baglanşykda, önümlü gatlakyň çäklerindäki akyp geliş hasaba alynanda guýynyň boýuna görä temperaturany kesgitlemek belli gyzyklanma döredýär. Her bir önümlü interwal şol bir çykymly nokat görnüşinde şekillendirilýär diýip çaklanýar. Mundan başga-da, şol bir kesimde kalorimetriki garyşma bolup geçýär diýip çaklanýar. Matematika taýdan, mesele kalorimetriki effekt nazara alynanda, energiýa deňlemesini çözmeklikden durýar:

(7.1)

$$F\rho C_p \frac{\partial T}{\partial x} + C_p G \frac{\partial T}{\partial x} - \left(\mu + \frac{A}{\rho C_p} \right) C_p G \frac{\partial P}{\partial x} = -\Delta T_1 G_m C_p \delta(x-x_1) - \dots - \Delta T_m G_{mn} C_{pm} \delta(x-x_m)$$

bu ýerde T – ýokarlanýan akym temperaturasy; G – gazyň massa çykdaýjysy; F – kese kesim meýdany; ρ – gazyň dykzyzlygy; C_p , C_{pm} – degişlilikde, ýokarlanýan we gatlakdan akyp gelýän gaz akymalarynyň ýylylyk sygymlyry; μ – Joule-Tomson koeffisiýenti; A – ýylylyk ekwiwalenti; G_m , G_{mn} – önümlü kesimlerden gelýän massa çykdaýjylary; ΔT , ΔT_m – ýokarlanýan we gatlakdan akyp gelýän gaz akymalarynyň temperatura tapawutlary; $\delta(x)$ – Dirak funksiýasy.

(7.1) ýazylanda, ýylylyk effekti nola deň hasaplandy, ýagny ýokarlanýan akym temperaturasy dag jynslarynyň temperaturasy bilen çalt deňleşýär diýip kabul edildi.

(7.1) deňlemäni çözmek üçin, guýy boýuna basyş paýlanşygyny X_1, \dots, X_m [60] kesimlerdeki nokatlanç akymalary hasaba alyp gurşaw hereketiniň şeýle differensial deňlemesiniň çözgüdinden taparys

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = \frac{2a}{c^2} \cdot \frac{\partial P}{\partial t} - \frac{2a}{F} [G_1 \delta(x - x_1) + \dots + G_m \delta(x - x_m)] \quad (7.2)$$

Munda başlangyç we çäk şertleri:

$$P(x, 0) = P_0; P(0, t) = P_H; P(L, t) = P_K. \quad (7.3)$$

bu ýerde $P(x, 0)$ – guýy boýuna basyşlar; $2a$ – sürtülme koeffisiýenti; c – ses ýaýraýyş tizligi.

(7.2)-niň (7.3) şertlerdäki çözgüdi şeýle görnüşe eýedir:

$$\begin{aligned} P_1 = P_n - \frac{P_H - P_K}{l} \cdot x - \sum_{n=1}^{\infty} C_n l^{-\frac{c^2 (n\pi/l)^2 t}{2a}} \cdot \sin \frac{n\pi x}{l} + \frac{2a_1 G_1}{F} \times \left\{ \begin{array}{l} \frac{x(l-x_1)}{l}, \quad x < x_1 \text{ bolanda} \\ \frac{x_1(l-x)}{l}, \quad x > x_1 \text{ bolanda} \end{array} \right\} + \\ + \dots + \frac{2a_m G_m}{F} \left\{ \begin{array}{l} \frac{x(l-x_m)}{l}, \quad x < x_m \text{ bolanda} \\ \frac{x_m(l-x)}{l}, \quad x > x_m \text{ bolanda} \end{array} \right\} \\ C_n = P_{n_0} - \frac{2}{\pi n} [(-1)^{n-1} P_K + P_H] - \frac{Lal}{F\pi^2 n^2} \times \left[G_n \sin \frac{n\pi x_1}{l} + \dots G_m \sin \frac{n\pi x_m}{l} \right]; \\ P_{n_0} = P_0 \frac{2}{n\pi} [(-1)^n - 1]. \quad (7.4) \end{aligned}$$

Alynan çözgüdi (7.1)-e goýup temperaturanyň wagta we çuňluga görä paýlanşygyny almak kyn däl. Emma, basyş üýtgeме paýlanşygynyň amalyýetde bada-bat bolup geçýänligi sebäpli, aşakda stasionar prosese seredilýär. Beýän edilenleri

nazara alyp, (7.4) aňlatmadan $t \rightarrow \infty$ ýagdaýdaky $\frac{\partial P}{\partial x}$ -i (7.1)-e

goýup we soňkyde $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$ kabul edip, alarys:

$$T = T_3 - \left(\mu + \frac{A}{\rho C_p} \right) \left[\frac{P_H - P_K}{l} x + \frac{2a_l G_m x}{F} \begin{cases} \frac{l - x_l}{l}, & x < x_l \text{ bolanda} \\ -\frac{x_l}{l}, & x > x_l \text{ bolanda} \end{cases} + \right. \\ \left. + \frac{2a_m G_{mn} x}{F} \begin{cases} \frac{l - x_m}{l}, & x < x_m \text{ bolanda} \\ -\frac{x_m}{l}, & x > x_m \text{ bolanda} \end{cases} \right] \quad (7.5)$$

munda

$$T|_{x=0} = T_3 \quad (7.6)$$

çäk şerti berjaý edilmeli. (7.6) şertde (7.5)-in çözüdiniň görnüşi:

(7.7)

$$T = T_3 - \left(\mu + \frac{A}{\rho C_p} \right) \left[\frac{P_H - P_K}{l} x - \frac{2a_l G_m x}{F} \begin{cases} \frac{l - x_l}{l}, & x < x_l \text{ bolanda} \\ -\frac{x_l}{l}, & x > x_l \text{ bolanda} \end{cases} - \frac{2a_m G_{mn} x}{F} \begin{cases} \frac{l - x_m}{l}, & x < x_m \text{ bolanda} \\ -\frac{x_m}{l}, & x > x_m \text{ bolanda} \end{cases} \right] - \\ - \frac{\Delta T}{G_{lg} C_{lg}} \frac{G_w C_w}{l} \delta(x - x_l) - \frac{\Delta T_m G_{mn} C_{mn}}{G_{me} C_{me}} \delta(x - x_m)$$

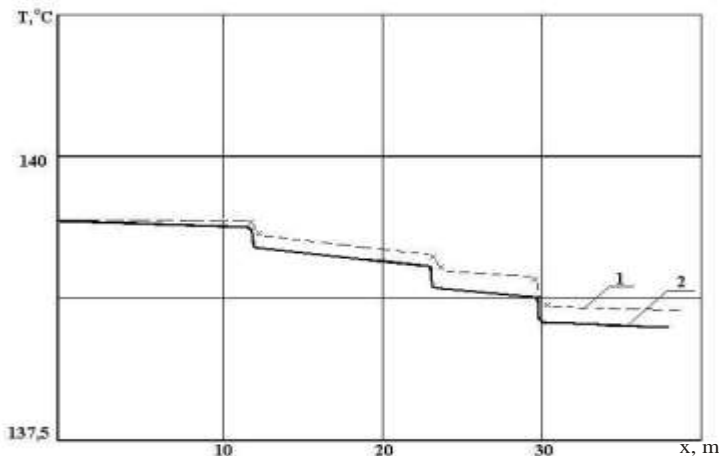
Differensial deňlemäniň (7.7) çözüdiniň seljermesinden, guýy boýuna temperaturanyň üýtge me paýlanşygy basyş üýtge me paýlanşygyna önümlü gatlagyň dürli kesimlerinden gelýän akymlaryň çykdalaryna we kalorimetriki garyşmasına baglylygy gelip çykýar.

Teklip eden usulymyzy synamak maksady bilen, ulanşykdaşy Şatlyk, Ojak we Naýyp gaz ojaklarynyň guýary üçin biz hasaplamalar geçirdik.

Şatlyk gaz ojagy, 303-nji guýy (önümlü gatlak – garabil, perforasiya interwaly – 3380-3364 m). Termometriki barlaglar 1978-nji ýylyň 18-nji fewralynda, guýynyň $Q=1380$ mün.m³/sut çykym bilen kollektora işleýän döwründe geçirildi. Şuňlukda, guýy boýunça temperatura ölçegi TEG-36 kysymly termometr arkaly geçirildi. Termometriki barlaglaryň netijeleri 18-nji sur. getirilýär. 3378,8 m çuňlukda, 4,8 MPa basyş tapawudynda temperatura peselmesi 1,17 °C deň boldy. (1.9) formuladan Joule-Tomson koeffisiýenti kesgitlendi:

$$\mu = \frac{\Delta T}{\Delta P} = \frac{1,12^{\circ}\text{C}}{5\text{MPa}} = 0,22 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{MPa}}.$$

Joul-Tomsonyň senagat barlaglary esasynda alynan koeffisiýentiniň tejribe berilmeleri bilen deňeşdirmesi, senagat barlaglar netijesinde alynan μ koeffisiýentiň, biziň synaglarymyzda alynan tejribe berilmelerinden ep-esli ýokarydygyny görkezýär. Muny, tejribe barlaglary geçirilende gatlak şekilinden uly bolmadyk gaz (gazkondensat) mukdary süzülip çykanlygy bilen düşündirse bolar, bu bolsa elbetde, drossel prosesse täsir etmän galmaýar. 18-nji suratda 3367,0-3364,0 m, 3355,8- 3354,0 m, 3349,2-3348,2 m çuňluk interwallarynda termogrammada görkezilen interwallardan akyp çykýan akymlyaryň drossel effekti we kalorimetriki garyşmasy taýdan ýüze çykýan temperatura böküşleri görünýär. 303-nji hereket edýän guýy üçin (7.7) formulany ulanyňp, hasaplamalar geçirildi. Onuň üçin şeýle başlangyç maglumatlardan peýdalanyldy:



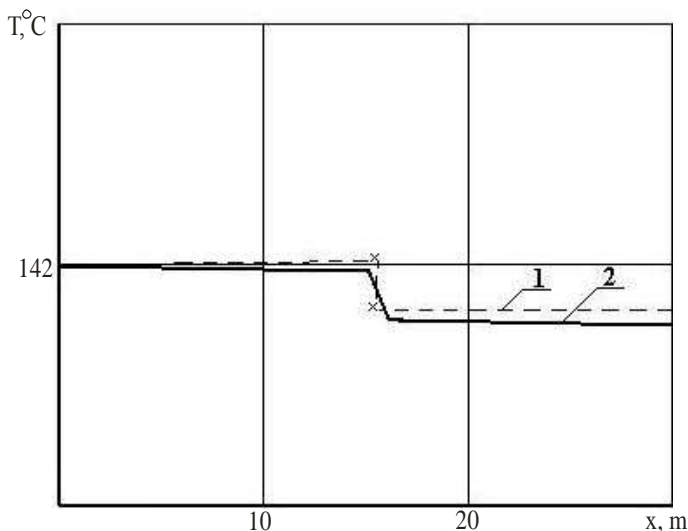
1-nji sur. Şatlyk gaz ojagy. 303-nji guýy. Önümlü gatlak çäklerinde guýy boýunça temperatura üýtgemesi.

1 – işleýän guýynyň termogramması; 2 – nazaryýet egrisi.

$$\begin{aligned}
 x_1 &= 0 & Q_4 &= 398300 \text{ m}^3/\text{sut} = 4,55 \text{ m}^3/\text{s}; \\
 x_2 &= 12 \text{ m} & Q_3 &= 332580 \text{ m}^3/\text{sut} = 3,85 \text{ m}^3/\text{s}; \\
 x_3 &= 23 \text{ m} & Q_2 &= 19596 \text{ m}^3/\text{sut} = 2,27 \text{ m}^3/\text{s}; \\
 x_4 &= 28 \text{ m} & Q_1 &= 23046 \text{ m}^3/\text{s} = 2,67 \text{ m}^3/\text{s}.
 \end{aligned}$$

İşlöp taýýarlamanıň netijeleri 1-nji suratda şekillendirildi. Suratda guýy boýuna görä temperatura üýtgeýşiniň hasaplanan bahalary bilen bilelikde senagat barlaglarynyň netijeşinden alynan 303-nji hereket edýän guýynyň termogramması hem ýerleşdirildi. 1-nji suratdan görnüşi ýaly, boýa görä temperatura üýtgemesiniň hasaplanan bahalary we senagat barlaglarynyň netijeleri gowy gabat gelýärler. Beýan edilenlerden, işleýän guýynyň temperatura üýtgemesi boýunça termogramması bolanda, önümlü gatlakçalardan gaz akyp gelmesini çaklama mümkinçiligi aýan bolýar.

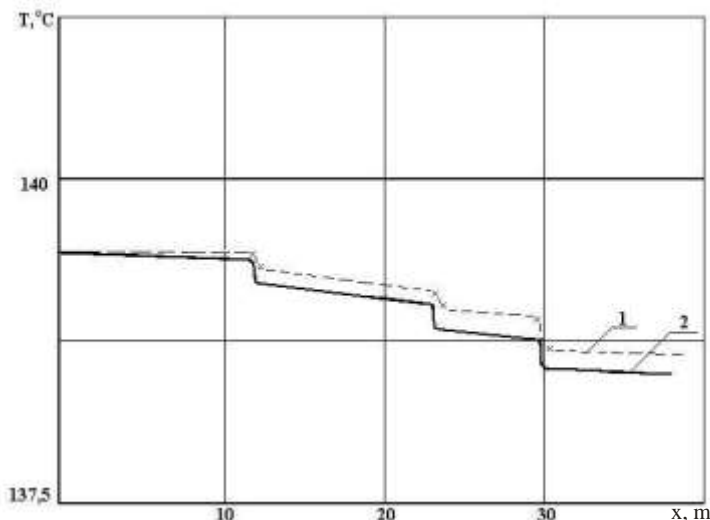
124-nji guýy (önümlü gatlak – garabil, perforasiýa interwaly – 3360-3400 m). Termometriki barlaglar 1976-njy ýylyň 30-njy martynda, guýynyň 380 müň.m³/sut çykym bilen kollektora işleýän döwründe geçirildi. Barlag netijeleri 2-njy sur. görkezilýär



2-nji sur. Şatlyk gaz ojagy. 124-nji guýy.
 Önümlü gatlak çäklerinde boýa görä temperatura
 üýtgemesi.
 1 – işleýän guýynyn termogramması;
 2 – nazaryýet egrisi.

2-nji sur. görnüşi ýaly, 3380 m çuňlukda, ştuseriň 10 mm diametrine temperatura peselmesi 1,1 °C ybarat boldy. Suratda, 3365,6-3363,5 m çuňluk interwalynda termogrammada akyp gelýän akymlaryň drossel effekti we kalorimetriki garyşmasy zerarly temperatura bökmesini aňsýrsa bolýar. Şol suratda ýene-de, 124-nji hereket edýän guýynyň termogrammasyndan başga, guýy boýuna görä temperatura üýtgeýşiniň hasaplanan bahalary şekillendirildi. Görnüşi ýaly, guýy sütüni boýunça temperaturanyň hasaplanan üýtgemesi we senagat barlaglary dowamynda işläp duran guýynyň ölçenen termogrammalary özara gowy tassyklanýarlar. Yokarda bellenişi ýaly, akyp geliş interwallary temperaturanyň böküp üýtgemeleri sebäpli mese-mälim bölünýärler.

130-njy guýy (önümlü gatlak – garabil, perforasiýa interwallary – 3413-3430 m). termometriki barlaglar 1977-nji ýylyň 23-nji martynda geçirildi. Barlaglaryň netijeleri 3-nji sur. görkezilýär.

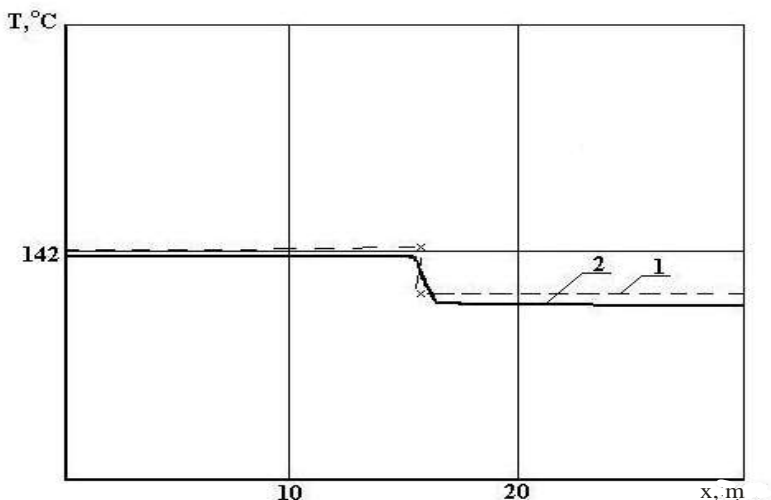


3-nji sur. Şatlyk gaz ojagy. 303-nji guýy.
Önümlü gatlak çäklerinde sütün boýunça temperatura
üýtgeýşi.

1 – hereketdäki guýy termogrammasy; 2 – nazary egrisi.

3-nji sur. görnüşi ýaly, 3430,0 m çuňlukda temperatura peselmesi 2,8 °C ybarat boldy. 3427,0-3424,0 m, 3423,0-3419,0 m, 3392,0-3389,0 m, 3385,0- 3384,0 m, 3379,0-3377,5 m çuňlyk interwallarynda termogrammada şol önümlü gatlakçalardan akyp gelişlere şaýat temperatura bökmeleri görünýär. 20-nji suratda hereket termogrammasy bilen bilelikde guýy sütüni boýunça temperatura üýtgeýşiniň hasaplanan bahalary hem şekillendirildi. Temperaturanyň üýtgeýşiniň senagat we hasap nokatlarynyň deňeşdirmesi olaryň oňat jebisleşýändigini görkezýär.

244-nji guýy (önümlü gatlak – garabil, perforasiýa interwallary 3425-3458 m, 3332-3334 m, 3232-3254 m, içki diametri 155 m bolan ulanşyk kolonna 3460 m çuňluga çenli goýberilen, paker oturdylan 4"-ly lift kolonnasynyň umumy uzynlygy – 3227 m). termometriki barlaglar 1977-nji ýylyň 22-nji aprelinde geçirildi, guýy diametri $d=22$ mm bolan şaýba arkaly işledi. 1977-nji ýylyň 26-njy aprelinde guýy $d=10$ mm şaýba arkaly işledi. Barlaglaryň netijeleri 4-nji sur. şekillendirilýär.

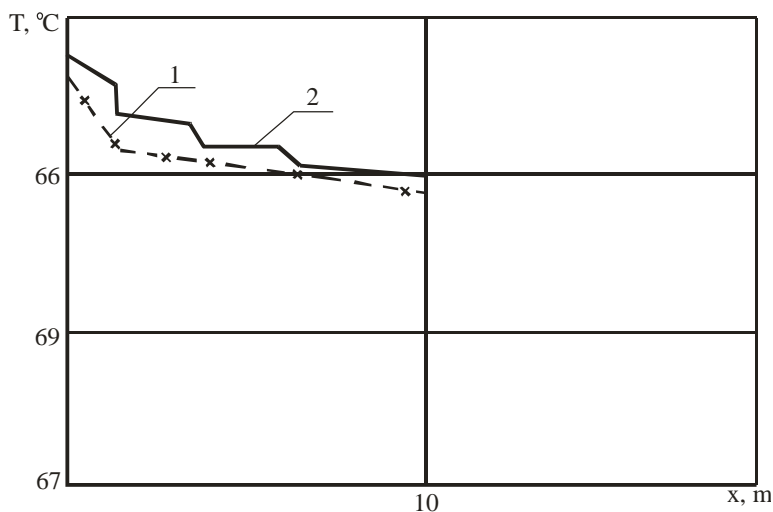


4-nji sur. Şatlyk gaz ojagy. 124- nji guýy.
 Öňümlü gatlak çäklerinde sütün boýunça temperatura
 üýtgeýşi.
 1 – hereketdäki guýy temperaturasy; 2 – nazary egrisi.

4-nji sur. görnüşi ýaly, 3247-3249 m, 3251-3253 m, 3273-3276 m çuňluk interwallarynda temperaturanyň böküp üýtgemeleri bardyr. Suratda hereketdäki 244-nji guýynyň termogrammasyndan başga, temperatura üýgemesiniň hasaplanan bahalary hem görkezildi. Temperatura üýtgemesiniň termometriki barlaglarynyň we

hasaplamalarynyň netijeleriniň deňeşdirmesinden olaryň özara oňat tassyklaşýandyklary (ylalaşykdadagy) görünýär.

Ojak gaz käniniň guýylary boýunça hem meňzeş hasaplamalar geçirildi. 4 suratda hasaplamalaryň netijeleri we hereketdäki guýylaryň termogrammalary getirilýär. Suratlardan, oň hem bellenişi ýaly, hereketdäki guýylaryň senagat barlaglarynda ölçenen termogrammalary bilen temperatura üýtgeýşiniň hasaplama bahalarynyň özara oňat ýalalaşykdadagy görünýär. Getirilen mysallar netijesinden, hereketdäki guýylaryň termogrammany bar bolsa, gazyň akyp geliş (ýuwdylyş) interwallaryny çaklamak mümkinçiligi gelip çykýar.



4-nji sur. Ojak gaz kani. 503-nji guýy.

Önümli gatlak çäklerinde sütün boýunça temperatura üýtgeýşi.

1 – hereketdäki guýy temperaturasy; 2 – nazary egrisi.

Differensial deňlemäniň çözgütleriniň seljermesinden gaz ýuwdulyş hadysasynda sütünde akymalaryň kalorimetrik garyşmasy bolup geçmeýänligi gelip çykýar we temperaturanyň sütün boýunça üýtgemesi

$$T = T_3 - \left(\mu + \frac{A}{\rho C_p} \right) \left[\frac{P_H - P_K}{l} x + \frac{2a_I G_m x}{F} \begin{cases} \frac{l - x_I}{l}, & x < x_I \text{ bolanda} \\ -\frac{x_I}{l}, & x > x_I \text{ bolanda} \end{cases} + \right. \\ \left. + \frac{2a_m G_{mn} x}{F} \begin{cases} \frac{l - x_m}{l}, & x < x_m \text{ bolanda} \\ -\frac{x_m}{l}, & x > x_m \text{ bolanda} \end{cases} \right]$$

formula boýan edýär. Bu ýerden bolsa, gaz ýuwdulyş interwallarynyň termogrammada temperaturanyň ýokarlanýan çuňluklaryna gabat gelmelidirigi anyklanýar.

7.1. Guýylaryň termometriki barlaglarynyň netijeleri boýunça dürli önümlü gatlaklaryň çykymyny kesgitlemek mümkinçiligi barada

Geçen paragrafda görkezilişi ýaly, [35, 6, 56] işlerde dürli önümlü gatlakçalaryň çykymy we gatlagyň in möhüm parametrlerini kesgitlemek üçin termodinamiki usullary peýdalanma mümkinçilikleri bellenýär. Muňa seretmezden, häzirki wagta çenli gatlaklary we guýylary barlamagyň termodinamiki usullary nebitgazsenagat tejribeliginde mynasyp ulanşykda bolman galýarlar. Diňe aýratyn nebitgaz raýonlarynda, hususanda, Ukrainada [56, 34], Azerbaýjanda [29, 16] we Tatarystanda [36, 40] termodinamiki usullar üstünlikli peýdalanylýarlar, beýleki raýonlarda bolsa olar kiçi göwrümlü ulanşykdadyrlar.

“Türkmengaz” DK-nyň işläp-geçýän gaz kânlerinde barlaglaryň termodinamiki usallary esasan gaz-suw sepgidiniň süýşmesine gözegçilik etmek, pakerli nasos-kompress turbalaryň aşaky böleginiň gurluşsyny anyklamak, paker oturdyljak ýeri kesgitlemek, ulanşyk kolonnanyň mümkin jebis däl ýerlerini kesgitlemek we işleýän interwallary hil taýdan häsiýetlendirmek üçin ulanylýar.

“Türkmengaz“ DK-nyň işläp-geçýän gaz känlerinde dürli önümlü gatlakçalaryň çykymalaryny we guýylaryň işleýiş ýagdaýyny çaklamak bilen termometriki we debitometriki barlaglaryň kompleksi geçirilýär. Şonda, ýokarda belleniş ýaly, termometriki barlaglar diňe işleýän interwallary hil taýdan häsiýetlendirmek üçin peýdalanylýarlar. Debitometriki barlaglaryň kömegi bilen gazberiji gatlakçalaryň çäklerini we olaryň çykymalaryny ýeterlik takyklykda kesgitläp bolýanlygyny bellemek gerek. Emma, muňa garamazdan, debitometriki barlaglaryň bir hatar kemçilikleri bar:

a) Eger gatlakçadan gazsuwuklyk garyndysy akyp gelýän bolsa, [47] işde hem belleniş ýaly, gaz çykymy dürli gatlakçalardan kesgitlenende, ýaňyşlyk ulalýar;

b) Debitometriki barlaglaryň kömegi bilen önümlü gatlakçalardan akyp gelýän flýuidi anyklamak (gaz, suwuklyk) örän kyn, käbir halatlarda bolsa mümkin hem däl;

ç) Nasos-kompressor turbalary bilen öňi alynan guýy kesiminde debitometriki ölçegler arkaly işleýän interwallary bölüp aýyrmak we olaryň çykymyny kesgitlemek mümkinçiligi ýok;

d) Debitometriki barlaglar bilen kolonna arkasyndaky gaz ýa-da suwuklyk akyp geçmesini kesgitlemek mümkin däl.

Mundan başga-da, termometriki we debitometriki barlaglar kompleksiniň netijeleri esasynda işleýän interwallary we olaryň çykymalaryny kesgitlemek uly çykdajylar bilen baglydygyny bellemek gerek. İşlerde hereketdäki guýylaryň termogrammalaryny debitometrler hökmünde peýdalanmak mümkinçilikleri bellenýär. Önümlü gatlakçalaryň çykymyny kesgitlemek üçin [35, 56] işlerde hereketdäki guýylaryň termogrammalary we guýylar uzak wagtlaýan togtadylandan soň ölçenen hakyky geotermalar peýdalanylýarlar. Belli bolşy ýaly, şeýle uzak wagtlaýan guýylary saklamak maksada laýyk däl. Beýan edilenler bilen baglylykda, şu paragrafda diňe guýynyň termometriki barlaglarynyň netijeleri boýunça önümlü dürli gatlakçalaryň çykymalaryny kesgitlemek mümkinçiliklerine

garaljakdyr. Bu meseläni çözmek üçin, massa sarplanyşa görä çözülen (7.7) formulany ulanmalydyr.

Birinji önümlü gatlakçanyň çykymy:

$$G_m = \frac{T_3 - \left(\mu + \frac{A}{\rho_{Cp}} \right) \left(\frac{P_H - P_K}{l} x \right) - T_1}{\left(\mu + \frac{A}{\rho_{Cp}} \right) \frac{2a_1 x}{F} \cdot \frac{x_1}{l} + \frac{\Delta T_1}{G_1 b}} \quad (7.8)$$

formula boýunça kesgitlenýär.

Ikinji önümlü gatlagyň çykymy:

$$G_{2n} = \frac{T_3 - \left(\mu + \frac{A}{\rho_{Cp}} \right) \left(\frac{P_H - P_K}{l} x \right) - T_2 - \frac{\Delta T_1 G_{1n}}{G_1 b}}{\left(\mu + \frac{A}{\rho_{Cp}} \right) \frac{2a_2 x}{F} \cdot \frac{x^2}{l} + \frac{\Delta T_2}{G_2 b}} \quad (7.9)$$

m -nji önümlü gatlakçanyň çykymy:

$$G_{mn} = \frac{T_3 - \left(\mu + \frac{A}{\rho_{Cp}} \right) \left(\frac{P_H - P_K}{l} x \right) - T_m - \frac{\Delta T_1 G_{1m}}{G_1 b} - \frac{\Delta T_2 G_{2m}}{G_2 b} - \dots - \frac{\Delta T_{m-1} G_{(m-1)n}}{G_{(m-1)b}}}{\left(\mu + \frac{A}{\rho_{Cp}} \right) \frac{2a_m x}{F} \cdot \frac{x_m}{l} + \frac{\Delta T_m}{G_m b}} \quad (7.10)$$

(7.8)-(7.10) deňlemeler ulgamyny çözüp, önümlü dürli gatlakçalaryň çykymlaryny kesgitlese bolar. Şonda Joule-Tomsonyň koeffisiýenti:

$$\mu_i = \frac{T_3 - T_y - \frac{A}{\rho C_p} (P_H - P_K)}{P_H - P_K}, \quad (7.11)$$

formula boýunça kesgitlenýär, bu ýerde

T_y, T_3 – degişlilikde guýy agyz we düýp temperaturalary, °C; P_H, P_K – degişlilikde düýp we agyz basyşlary.

Şatlyk, Ojak, Naýyp känleriniň hereketdäki guýylary üçin (7.11) formula boýunça Joule-Tomsonyň koeffisiýentleriniň hasaplamalary, şol bir gatlagyň çäklerinde Joule-Tomson koeffisiýentleriniň üýtgemeleriniň örän dar diapazonda bolýandyklaryny görkezdi. Ýokarda beýan edilenlerden, eger bir guýy boýunça Joule-Tomson koeffisiýenti bar bolsa önümlü dürli gatlakçalaryň çykymyny ýeterlik takyklykde kesgitlep boljakdygy gelip çykýar.

Hödürlenýän usuly synamak üçin Şatlyk, Ojak, Naýyp känleriniň guýylary boýunça hasaplamalar geçirildi.

Şatlyk gaz käni. 303-nji guýy. Önümlü gatlakda işleýän interwallary, olaryň galyňlygy we çykymalaryny bölüp aýyrmak, önümlilik häsiýetlerini, işleýän interwallaryň hakyky syzdyryjylygyny kesgitlemek, işleýän önümlü interwallary ýüze çykarmak üçin we aýry-aýry önümlü interwallarda gatlak açylyşynyň kämilligini kesgitlemek üçin debitometriki we termometriki barlaglar kopmpleksi geçirildi. Barlaglaryň netijeleri 4-5-nji sur. getirilýär. Suratlardan görnüşi ýaly, gaz akyp geliş interwallary debitogrammada hem, termogrammada hem böküş şekilli üýtgame arkaly mese-mälim bölünip aýrylýarlar. Geofizikleriň maglumatlaryna görä, önümlü gatlaklarda gaz çykymynyň aşakdan ýokary üýtgeýşi umumy çykymyň deňişlikde $Q_1=24,2 \%$, $Q_2=14,2 \%$, $Q_3=16,7 \%$, $Q_4=28,5 \%$, $Q_5=16,4 \%$ -ini düzýär. Sutkalaýyn gaz çykymy $Q=1380 \text{ mün.m}^3/\text{sut}$, agyz basyşy bolsa $21,0 \text{ MPa}$ deňdir. Bu düzgünde P_{3a6} (MPa-da) düýp basyşy G.A. Adamowyň formulasy boýunça kesgitleňýär:

$$P_{düyп} = \sqrt{P_u^2 e^{2s} + \theta Q^2}, \quad (7.12)$$

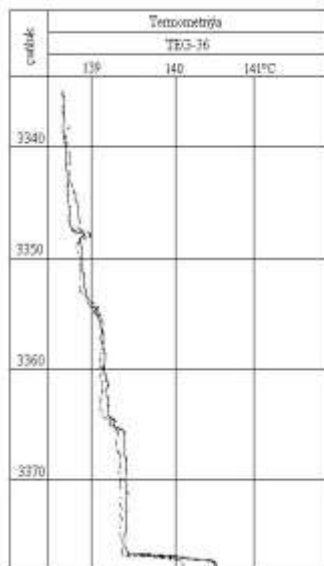
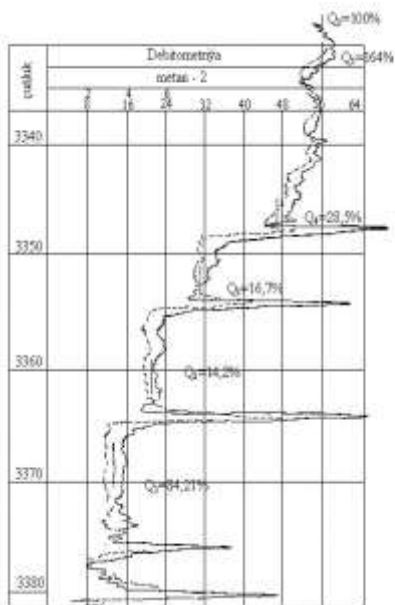
bu ýerde

λ – kesgitli бүдүр-сүдүрлilikli turbalar üçin garşylyk koeffisiýenti; Q – (mun.m³/sut) – gaz çykymy; d_{BH} (sm) – gaz geçýän turbalaryň içki diametri; Z – P_{cp} basyşdaky we T_{cp} temperaturadaky gazyň aşagysylyjylyk koeffisiýenti; P_y – (MPa) – guýy agzyndaky basyş.

Orta temperatura:

$$T_{ort} = \frac{T_y + T_3}{2}. \quad (7.13)$$

formula bilen kesgitlenýär.



5-nji sur. Şatlyk gaz käni. 303-nji guýy.

6-nji sur. Şatlyk gaz käni. 303-nji guýy

Debitometriki barlaglaryň netijeleri. 25.02.76ý.

Termometriki barlaglaryň netijeleri. 18.02.76ý.

Hereketlenyän gaz sütüni halatynda orta basyş

$$P_{or} = \frac{2}{3} \left(P_{düýp} + \frac{P_{ü}^2}{P_{düýp} + P_{ü}} \right). \quad (7.14)$$

formula boýunça hasaplandy.

(7.12) formula bilen hasaplanan düýp basyşy 29,0 MPa-dan ybarat boldy. San bahalary (2.11) formula goýup, alarys:

$$80 \left(\mu_i + \frac{A}{\rho C_p} \right) = 39,32,$$

bu ýerde $A=2,344 \cdot 10^{-3}$ kkal/kg·m – işiň ýylylyk ekwiwalenti; C_p – hemişelil basyşdaky gaz ýylylyk sygymy.

T_{cp} we P_{cp} boýunça gaz dykzlygy kesgitlendi:

$$\rho \tilde{N}_\delta = - \frac{\rho_0 \rho_{\tilde{n}\delta} \dot{O}_0}{\dot{O}_{\tilde{n}\delta} \dot{D}_0} = 0,14 \frac{g}{sm^3}$$

$$\rho_{cp} C_p = 0,0541 \cdot 10^{-3} \frac{kkal}{sm^3 \cdot ^\circ C};$$

$$\frac{A}{\rho_{cp} C_p} = 4,350^\circ C / MPa.$$

$$\mu = 0,565^\circ C / MPa.$$

Önümlü gatlakçalaryň çykymlary (7.8-7.10) formulalar arkaly kesgitlendi, şonda hasap ýokardan aşak ugra geçirildi.

Fontan turbasynyň basyşyna getirilen gazyň göwrüm çykymy

$$Q_{np} = \frac{ZQ \cdot P_0 T}{P T_0}$$

formula boýunça hasaplandy.

Berlen kesimdäki basyşa getirilen çyzyk tizligi

$$W_{np} = \frac{Q_{np}}{F} = \frac{Q_{np}}{0,785 D_{\theta H}^2}$$

formula boýunça hasaplandy.

Ýokarda getirilen formulalar bilen önümlü dürli gatlakçalaryň çykymlaryny kesgitleýji hasaplamalaryň netijeleri 16-njy tablisada ýerleşdirildi. Tablisada çykymlaryň hasaplanan bahalary bilen bir hatarda debitometriki barlaglaryň kömegi bilen tapylan çykymlar hem getirildi.

Debitometriki we termometriki senagat barlaglarynyň netijeleri

1-njy tablisa

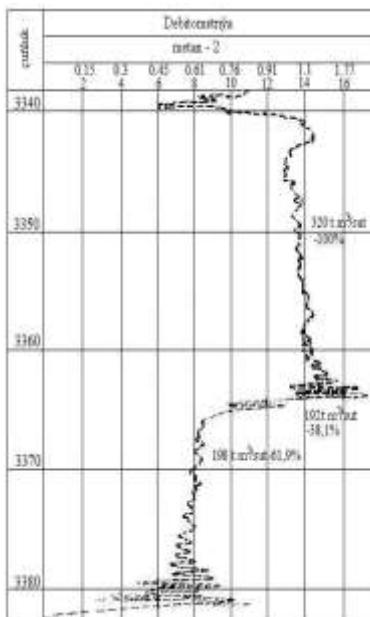
Termometriýa boýunça kesgitlenen önümlü gatlaklaryň çykymlary	Q_5 , müň. m ³ /sut			
	Q_4 , müň. m ³ /sut			
	Q_3 , müň. m ³ /sut			
	Q_2 , müň. m ³ /sut	216,5	359,5	150
	Q_1 , müň. m ³ /sut	89,5	110,5	75
	Q_5 , müň. m ³ /sut			
	Q_4 , müň. m ³ /sut			
Debitometriýa boýunça kesgitlenen önümlü gatlakçalaryň çykymlary	Q_3 , müň. m ³ /sut			
	Q_2 , müň. m ³ /sut	218	370	146
	Q_1 , müň. m ³ /sut	88	100	79
	Sayba diametri, mm	40	70	40
	Barlag senesi		18.12.73ý.	31.05.74ý.
Gatlak			Pa	Pa
Guýy №№			14	14
Gazojaýy			Ojak	Ojak

				226,5	
	56			390,2	
	60		49	225,8	
319,4	48,6	218,4	81	197,4	910,5
258,6	35,8	300,6	45	330,1	393,5
				226,3	
	50			393,3	
	60,4		50	230,5	
308	50	228,5	85	196	905,8
270	40	290,5	40	334	398,2
20	30	40	40		24
30.04.75ý.	30.04.77ý.	17.04.75ý.	29.01.75ý.	26.02.76ý.	8.04.76ý.
1		3	5	Garabil	Garabil
503	6	507	6	303	124
	Nayyp	Ojak	Ojak	Şatlyk	Şatlyk

		1142,5
98	78,7	132,3
266	115,8	160,4
66		1143,4
88	68,8	126,2
210	125,7	165,6
38	10	22
31.03.77ý.	21.01.78ý.	8.05.77ý.
Garabil	Garabil	Garabil
130	113	244
Şatlyk	Şatlyk	Şatlyk

1-njy tablisadan görnüşi ýaly, (7.8-7.10) formulalar esasynda hasaplanan çykym bahalary debitometriki barlaglar kömegi arkaly kesgitlenen çykymlar bilen oňat ylalaşýarlar.

124-nji guýy Şatlyk gaz ojağynyň gündogar gümmesinde ýerleşen. Guýy agzy „Breda“ firmasynyň fontan armaturasy bilen enjamlaşdyrylan, perforasiýa interwalynyň aşagynda bolsa „Beýker“ firmasynyň pakeri oturdylan. Ulanşyk sütüniniň içki diametri 156,97 mm deň. Öňümlü gatlak 3360-3500 m interwalda açylan. Nasos-kompressor turbalaryň dabany 3343,7 m çuňlukda ýerleşen. Pakeriň rezina elementi 3224,9 m çuňlukda oturdylan. Emeli düýbün çuňlugy 3403 m. Debitometriki we termometriki barlaglar kompleksi 1976-nji ýylyň 29-njy martyndan 8-nji aprel aralygynda geçirildi. 24 mm-li ştuser arkaly işläp duran guýynyň sütüni boýunça temperatura ölçegleri TER-36 kysymly termometr bilen geçirildi. Diametrleri 6,10 we 16 mm şaýbalar arkaly durugyşan düzgünde işleýän guýydaky debitometriki barlaglar „Metan-2“ abzal bilen geçirildi. Barlaglaryň netijeleri 25-26-njy sur. görkezilen. Suratlardan görnüşi ýaly, gaz akyp geliş interwallary termogrammada hem, debitogrammada hem olaryň böküş şekilli üýtgemeliri bilen belgilenýärler.



7-nji sur. Şatlyk gaz käni. 124-nji guýy

8-njy sur. Şatlyk gaz käni. 124-nji guýy.

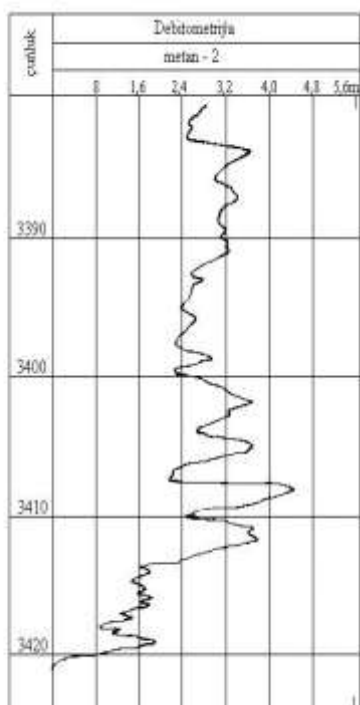
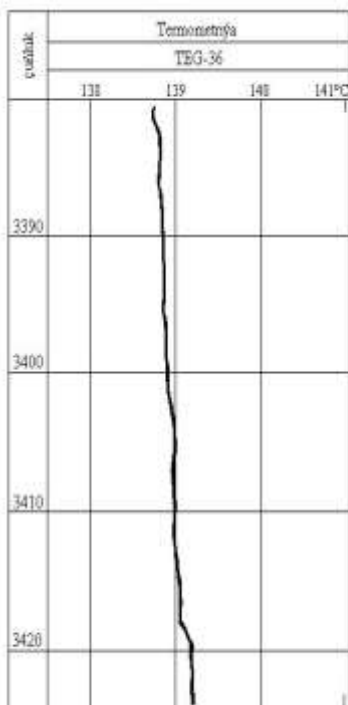
Debitometriki barlaglaryň netijeleri. 2.04.76ý.

Debitometriki barlaglaryň kesgitleri.

$d_{\text{st}}=16 \text{ mm.}$

Debitometriýa diagrammalaryndan (7-8-njy sur.) görnüşi ýaly, gaz guýy hanasyna ähli 3360-3382 m interwaldan akyp gelýär. Muňa garamazdan, gaz esasan iki kiçi galyňlykly 3380-3382 m we 3363-3365,6 m interwaldan akyp gelýär. Debitometriýa maglumatlaryna göre 3382 m çuňluk aşagyndan gaz guýy hanasyna gelmeýär. Guýyda bellige alynan termogramma 3 özboluşly böleklerden ybarat (7-njy sur.): 3326-3340 m – paker gurnamasynyň ahyry, 3360-3366 m – gazberiji interwal we 3381-3382 m – guýy hanasyndaky suwuklyk derejesini kesgitleýji aşaky gazberiji interwalyň etegi. İşleýän guýynyň 3382 m çuňlugyndaky temperatura 142 °C. 22 mm şaýba arkaly işleýän guýynyň sutkalaýyn gaz çykymy, barlag maglumatlary esasynda, 1407 mün.m³/sut deňdir. Agyz, düýp we gatlak basyşlary degişlilikde 16,7, 25,1 we 27,67 MPa bahalara eýedirler. Öňümlü gatlakçalaryň çykymlary (2.8-7.10) formulalar boýunça hasaplandylar. Netijeler 17-nji b tablisada ýerleşdirildi. Tablisada debitometriki barlaglaryň kömegi bilen kesgitlenen önümlü gatlakçalaryň çykymlary hem getirildi. Iki usul bilen kesgitlenen çykymlar özara oňat ylalaşykdaýdylar.

130-nji guýy gaz ojagynyň gündogar gümmesinde ýerleşýär. Guýy agzynda „Breda“ firmasynyň armaturasy, perforasiýa interwalynyň ýokarsynda bolsa „Beýker“ firmasynyň pakeri oturdylandyr. Ulanşyk sütüniň içki diametri 157 mm deň we ol 3495 m çuňluga çenli aşak goýberilendir. Dördýuýmly nasos-kompressor turba 3394 m çuňluga çenli aşaklandyryldy, emeli düýp çuňlugu 29/IX-1976 ý. halat üçin – 3468 m. Garabil gatlagy 3416-3470 m interwalda ýerleşýär. Gaz akyp gelmesini gazanmak üçin guýy 3413-3423 m we 3428-3430 m interwallarda perforirlendi.



9-nji sur. Şatlyk gaz käni. 113-nji guýy.
10-nji sur. Şatlyk gaz käni. 113-nji guýy.

Termometriki barlaglaryň netijeleri. 8.07.1976ý.
Debitometriki barlaglaryň netijeleri. 14.09.1976ý.

Debitometriki we termometriki barlaglar kompleksi 1977 ý. 23-nji martyndan 31-nji martyna çenli wagt aralygynda geçirildi. Barlaglar netijeleri 29-30-njy sur. getirilýär. Suratlardan görnüşi ýaly, $d=10$ mm şaýba arkaly guýynyň atmosfera işleýän wagtynda bellige alynan iki diagrammalar 3428-3431 m we 3416-3420 m çuňluklardaky iki gazberiji interwallaryň barlygyny aýan edýärler.

Debitometriň 3400 m ýokardaky görkezmeleriniň batly üýtgemeleri paker gurnamasynyň konstruktiv aýratynlyklary bilen baglydyr.

Diametri 12 we 16 mm bolan şaýbalar arkaly guýynyň atmosfera işleýän wagtynda ýazylan debitogrammalarda gatlakdan guýa gaz akyp geliji üç interwallar bellenýär: 1) 3417-3420 m; 2) 3428-3431 m we 3) 3424-3423 m. Özi hem, 31-36 sur. görnüşi ýaly, guýy 12 mm-li şaýba bilen işlände gazyň esasy massasy 3417-3420 m we 3428-3421 m interwallardan, 16 mm-li şaýbaly işlenende – 3424-3425 m we 3428-3431 m interwallardan çykýar.

Üç iş düzgüninde (10, 12 we 16 mm) 3431 m çuňlukda hemme egriler guýy hanasyndaky suwuklyk derejesini belleýärler. Guýy 22 we 38 mm, şaýbalar arkaly işlände ýazylan diagrammalar ýokarky gazberiji 3418-3420 m interwaly görmäge mümkinçilik berýär. Debitometriň turbinkasynyň hatardan çykmagy sebäpli, abzal guýy düýbüne çenli goýberilmedi we şol sebäpli debitogrammada esasy gazberiji interwallaryň çäkleri bellenmedi. Ýazylan termogrammada, 36-njy sur. görnüşi ýaly, işleýän guýyda 3431,5-3429,5 m we 3426-3422,5 m iki gaz beriji interwallar bellenýär. Olaryň ikisi hem 3428-3431 m ortaky we 3424-3426 m. ýokarky gazberiji gatlakçalaryň işleýşi bilen baglydyrlar. Ýokarky gatlak, çykym ujypsyzlygy sebäpli termogrammada bellenmeýär. Diýmek, işçi interwallary aýyl-saýyl etmek üçin, has hem pes çykymly gatlakçalarda, ýokary duýgurlykly termometrleri ulanmak zerurdyr. Termogrammalar hem, edil

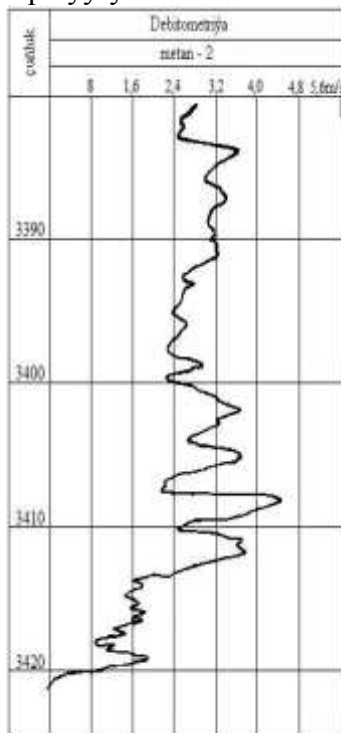
debitogrammalar ýaly, 3438 m çuňlukda guýy hanasynda suwuklyk derejesini belleýärler.

Termogrammalary we (7.8-7.10) formulalary peýdalanylýan (3431,5-3429,5 m we 3426-3422,5 m) interwallarda önümlü gatlakçalaryň çykymlary hasaplandy. Hasap netijeleri 1-njy tablisada getirilýär. Tablisadan görnüşini ýaly, termometriki barlaglaryň kömegi bilen kesgitlenen çykym bahalary debitometriki ölçegleriň netijeleri bilen oňat ylalaşykdaýdylar.

113-nji guýy gazojagynyň gündogar gümmeziň günbatarynda ýerleşýär. Guýy agzynda „Breda“ firmasynyň armaturasy oturdylan. 113-nji guýy şeýle gurluş eýedir: daşky diametri 177,8 mm bolan ulanşyk sütüni 3459 m çuňluga çenli goýberilen; emeli düýp 3447 m çuňlukda; nasos-kompressor turbanyň 4"-ly lift sütüniň umumy uzynlygy - 3378 m; paker gurnamasy ýok; perforasiýa interwaly 3376-3425 m. Termometriki we debitometriki barlaglar kompleksi 1977 ý. 28-nji dekabryndan 1978 ý. 21-nji ýanwaryna çenli geçirildi. Barlag netijeleri 10-11-nji sur. getirilýär. Guýy 6 mm şaýbaly işlände debitometriýa diagramma 3404-3407 m interwalda işleýän gatlagy bölüp çykarýar. Guýy 10 mm şaýbada işlände (11 sur. seret) ýene-de iki gatlakça işe goşulýar. Bu gatlakçalaryň çäklerini kesgitlemek kyn, sebäbi perforasiýa interwalynda diagramma güýçli kesim-kesim şakillindedir. Muňa garamazdan, diagramadan görnüşini ýaly, gaz 3407,5-3417,5 m interwaladan akyp çykýar, 3404-3407 m interwaldan bolsa guýynyň berlen düzgüninde gaz akyp gelişi, ujypsyzdyr.

Guýynyň 12, 14 we 16 şaýbaly işläň döwründe ýazylyp alynan egriler tapgyry biri-birini gaýtalaýarlar, şol sanda, öňkiler ýaly, perforasiýa interwalynda güýçli kesim-kesim şekilleri hem gaýtalanýarlar. Barlaglaryň ähli düzgünlerinde hemme gaz 3407,5-3417,5 m interwaldan gelip çykýar we debitometriki diagrammalar deňşililikde 3417,5 m we 3377,4

m çuňluklarda suwuklyk derejesini, şeýle hem nasos-kompressor turbanyň dabanyňy bölüp aýyrýarlar.



11-nji sur. Şatlyk gaz käni. 113-nji guýy.
12-njy sur. Şatlyk gaz käni. 113-nji guýy.

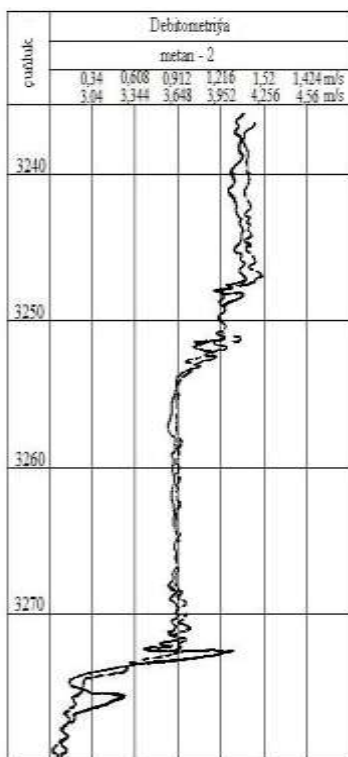
Termometriki barlaglaryň netijeleri. 8.07.1976ý.
Debitometriki barlaglaryň netijeleri. 14.09.1976ý.

Guýy işlände ýazylan termometriya diagrammasynda üç özboluşly kada gyşarmalary deňişlilikde: 1) 3379-3381,5 m; 2) 3411-3413 m; 3) 3415,5-3417,5 m çuňluklarda bardyr. Ýokarky kada gyşarmasyny düşümdirme kyn, beýleki ikisi gazberiji interwalyň işleýşi bilen bagly. Termogrammalary peýdalanyň, (7.8-7.10) formular boýunça agzalan önümlü gatlakçalaryň çykymlary hasaplandy. Termometriki hem debitometriki usullar bilen hasaplanan çykymlar 16-nji tablisada ýerleşdirildi. Netijeleriň deňeşdirmesinden iki usul

bilen kesgitlenen çykymlaryň özara oňat gabat gelyänligi görünýär.

244-nji guýy gazojagynyň günbatar gümmezinde ýerleşýär. Guýy agzy „Breda“ firmasynyň armaturasy bilen enjamlaşdyrylan. Guýy şeýle gurluş eýedir: içki diametri 155 mm bolan ulanşyk sütüni 3460 m çuňluga goýberilen; pakerli; 4"-ly nasos-kompressor turbanyň umumy uzynlygy 3227 m. Perforasiýa interwallary – 3425-3458 m; 3332-3334 m, 3232-3254 m. Termometriki we debitometriki barlaglar kompleksi 1977 ýylyň 13-nji aprel – 8-nji maý aralygynda geçirildi. Barlagyň netijeleri 39-44-nji sur. şekillendirilen. 42-nji sur. görnüşi ýaly, guýynyň 6 mm şaýbaly işleýän wagtynda alynan egride üç gazberiji interwallar bellenýär: 1) 3248-3249 m; 2) 3252-3255 m we 3) 3230,5-3282,5 m. Ýenede şol sur. görnüşi ýaly, aşaky gatlakçanyň çykymy az bolup, guýy hanasyna gazyň esasy massasy gatlagyň ýokarky iki interwalyndan akyp gelyär. Guýynyň 10, 14, 16 we 22 mm şaýbaly kollektora işlän mahaly ýazylyp alynan egride 1) 3247-3249 m; 2) 3251-3253 m we 3) 3273-3276 m interwallarda üç işleýji gatlakçalar saýlanýarlar.

31-32-nji sur. görä, guýynyň agzalan iş düzgüninde 3230,5-3282,5 m interwaldaky guýylar gaz bermesini kesýärler we 3273-3276 m interwaldaky, gazyň umumy massasynyň deňişlilikde 70%, 78%, 75% we 80%-ini berýän ýokary çykymly gatlakça goşulýar.



13-nji. Şatlyk gaz käni. 224-nji guýy.
14-nji sur. Şatlyk gaz käni. 224-nji guýy.

Debitometriki barlaglaryň netijeleri. 8.05.1977ý.
Debitometriki barlaglaryň netijeleri. 27.07.1977ý.
 $d_{\text{шт}}=10 \text{ mm}$.

Özi hem, gatлага goýulan depressiýa ulaldygyça 3273-3276 m interwaldaky ýokary çykymly gatlakça has gyzgalaňly işleýär.

Hemme düzgünde, guýy hanasyndaky suwuklyk derejesiniň çäkleri, debitometriki maglumatlara görä, 3281-3282 m çuňluklarda tapylýar. Abzalyň görkezmesiniň 3227 m çäkden ýokardaky batly üýtgemeleri paker gurnamasynyň

gurluşsy bilen baglydyr. 10 mm şaýba bilen işleýän guýyda ýazylyp alynan termometriýa egrisinde: 1) 3247-3248 m; 2) 3251-3252,8 m we 3) 3274-3275 m interwallarda gazberiji üç gatlakça bellenyär. Özi hem, 1-nji we 2-nji gatlakçalar termogrammada örän pes bellenyärler.

Guýy 22 mm şaýbaly işländäki termometriýa egrisinde ýene-de şol gatlakçalar 4 m süýşme bilen bellenyärler. İşleýän gatlakçalaryň 4 m süýşmesi diagrammanyň ýaramaz baglanmasy bilen düşündirilýär.

224-nji hereketdäki guýynyň termogrammalaryny alyp (7.8-7.10) formulalardan agzalan gatlakçalaryň çykymlary hasaplandy. Termometriki we debitometriki usullar arkaly çykym kesgitleme boýunça hasaplamalar netijesi 16-njy tablisada ýygnanan. Iki usul bilen tapylyan çykymlar özara oňat gabat gelýärler.

Beýan edilenlere görä, işleýji gatlakçalaryň çäklerini we olaryň çykymlaryny diňe termometriki barlaglaryň netijeleri arkaly ýeterlik takyklyk bilen tapsa bolar. Emma, bellemeli zat, termometriki barlaglar geçirilende ýokary duýgurlykly termometrleri ulanmak zerurdyr. Şeýle edilmese, termogrammalarda önümlü gatlakçalardaky temperatura üýtgemeleri anyk bellenmezler.

Ýokarda getirilen usullar esasynda Ojak, Naýyp we Kükürtli gazkänleriniň hereketdäki guýylary üçin hem meňzeş hasaplamalar geçirildi.

Barlaglaryň netijeleri 45-53-nji sur. şekillendirildi, hasaplamalaryň netijeleri bolsa 16-njy tablisada toplandy. Tablisada çykymlaryň hasaplanan bahalary bilen bir hatarda debitometriki barlaglaryň kömegi esasynda kesgitlenen çykymlar hem ýerleşdirildi. Iki usul bilen tapylyan çykym bahalary özara oňat gabat gelýärler.

VIII. NEBITGAZ ÝATAKLARYNY ÖZLEŞDIRMEKDE DAŞKY GURŞAWY GORAMAK

Daşky gurşawy goramak - möhüm döwlet meseleleriň biri. Nebitgaz kânlerini özleşdirme prosesinde (şonuň içinde kenarýaka kânler) käbir ýagdaýlarda nebit, nebit önümleri, nebit gazlary we olaryň ýangyç önümleri, kükürtiň okisleri, mineralizirlenen akym suwlar, buraw erginleri, dürli ÜIM (nebit çykarmakda ulanylýan) bilen hapalanmasy ýüze çykýar. Diýmek nebit senagaty daşky gurşawy we tebigaty goramak üçin çäreleri görmäge borçlydyr.

Biziň ýurdumyzda şol meseleleriň biri hem - buraw işler prosesinde, nebiti we gazy çykarmak we daşamakda Kaspiý deňizi hapalanmakdan goramakdyr. Bu mesele, buraw erginleriň, gatlak we buraw akym suwlarynyň galyndylaryny peýdaly ulanmak üçin täze tehniki serişdeleri döretmek we giňden ornaşdyrmak bilen çözülýär esasy ugry bolýar.

Gury ýer üçin - özleriniň ýokary zäherlilikigi we agresiwligi sebäpli promysel akym we buraw sywlary uly howplulyk döredýärler. Şol meseläni çözmekde esasy ugur - hemme akýjn suwlary gaýtadan işläp taýarlamak we önümlü gatlaklara gaýtadan göýbermek.

Promysellerde hapalanmagynyň azalmasyna gatlak suwlaryň guýynyň içine akmasyny togtatmak; nebiti, gazy, suwy ýygnamasynyň we taýarlamasynyň tehnologik proseslerini germetimokämilleşdirmegi kämüleşdirmek boýunça çäreleri amala asyrmak; enjamlary poslamakdan goraýan serişdeleri we usullary ornaşdyrmaga ýardam eder. Alynýan nebitiň düzüminde uly möçberde pesgaýnawly fraksiýalaryň we ergin gazyň bardygy mälimdir. Promysel şertlerinde ýygnamada, daşamada we saklamada şol nebidlerden ergin gazlar ýitim bolýar. Ondan başgada, ýeňil nebit fraksiýalaryň ýitirimezligi möhümdir, sebäbi gazyň düzümindäki komponentleriň (metan, etan, propan) bugazmagynda nebitden hasagyr uglewodorodlar (butan,

pentan we ýokarkylar), bölünip çykýarlar. Uglewodorodlaryn ýitirilmesi şu aşakdaky faktorlara baglydyr: nebitiň fiziki-himiki häsiýetlerine, basyşa, tsmperatura, ulanylýan apparatlaryň we enjamlaryň konstruksiýasyna, klimatiki şertlerine we beýlekiler. Nebitiň we gazyň bu ulanyş ýitgileri nebit känlerindäki umumy ýitgileriň 60-75% bolup durýar we indiki sebäpleriň netijesinde döreýär:

1) Nebiti ýygnama we daşama sistemalaryň kämildälliligi.

2) Guýularyň agyz enjamlarynyň we nasoslaryň bozuklygy (salniklerden nebitiň we gazyň geçmegi).

3) Çig mal we haryt rezerwuarlaryň pes derejede mäkämleşdirilmegi we olary alyş -beriş operasiýalary amala asyrmak üçin ulanmak.

4) Separasion prosesleriň kämildälliligi.

5) Nebiti we suwy taýarlamakda mäkämleşdirilmedik sistemalary ulanmak

6) Tehniki ulanyşyň düzgüni bozulanda we awariýalarda döreýän nebit önümlerini geçirijilerdäki desikler.

Turbageçiriji arkaly daşamaklygyň ösmegi, daşky gurşawy goramak boýunça çäreleriň ýerine ýetirmegi bilen üznüksiz baglydyr, magistral nebitgeçirijileri prinsipial täze ylmy - tehniki esaslarynda taslanmaly, gurulmaly we ulanylmaly. Daşamagyň başga görnüşlerine göre magistral turwageçirijiler has amatly bolsada käbir - ýagdaylarda atmosferanyň, suwgorlarynyň we topragyň hapalanmasy ýüze çykýar.

Olaryň esasy sebäpleri şeýledir

1) Rezerwuarlar doldurylanda we ondaky gaz boşlugynyň temperarasynyň üýtgäp durmagynda ýeňil uglewodorodlaryň we kükürt birleşmeleriň zyňylmasy.

2) Hapa akym suwlaryň syzylyp we awariýalarda joşgun dökülmeginde, olaryň üstünden nebitiň bugaryp

çykmagy, netijede ol nebitler ýagyn suwlar bilen suwgorlaryna akyp gitmegi.

- 3) Turbageçirijileri we rezerwuarlary parafin gatlaklaryndan arassalanýan serişdeleriň önümleri we beýlekiler.

EDEBIÝAT

1. Türkmenistanyň Konstitusíýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin 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-ýaşayyş 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. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин. Под ред. З.С.Алиева. Москва. Недра. 1980.

11. Исследование нефтяных пластов и скважин. В.Н.Васильевский, А.И.Петров. Москва. Недра. 1973.
12. Инструкция по исследованию газовых скважин. М., «Недра», 1961.
13. Инструкция по исследованию газовых и газоконденсатных скважин. М., «Недра», 1971.

MAZMUNY

	GIRIŞ.	
	DERS WE ONUŇ MAKSADY, BEÝLEKI DERSLER BILEN ARABAGLANYŞYGY	7
I.	NEBITIŇ WE GAZYŇ FIZIKI-HIMIKI WE YLLYK HÄSIÝETLERI. NEBITIŇ WE GAZYŇ TEBIGY KOLLEKTORLARYŇ ESASY HÄSIÝETLERI	9
1.1.	Gazlaryň şepbeşikligi	11
1.2.	Guýyny derňemegiň esasy meseleleri	23
1.3.	Gazogidrodinamiki derňewiň klassifikasiýasy	26
1.4.	Guýyny gaz gidrodinamiki derňewe taýýarlamak	28
1.5.	Gazyň absolýut basyşyny we saklanan guýynyň düýp basyşyny hem-de işleýän guýynyň düýbündäki basyşy kesgitlemek	31
1.6.	Gatlakda temperaturanyň ýaýramagyny kesgitlemek	35
II.	ÖNÜMLI GATLAKLARY ÖWRENMEGIŇ USULLARY WE MAKSADY	44
2.1.	Guýyny we gatlaklary gidrodinamiki derňemegiň esasy usullary	44
2.2.	Izobar kartasynyň kömegi bilen gatlagy derňemek	45
2.3.	Atmosfera basyşynda we dürli temperaturada gazyň şepbeşiklik koeffisiýenti kesgitlemegiň analitiki usuly	48

2.4.	Gazyň çyglylygy.	56
2.5.	Gazyň ýylylyk sygymy.	71
2.6.	Gazyň akymynda suwuklyk bolanda düýp basyşyny kesgitlemek	75
III.	GUYNY WE GATLAKLARY GIDRODINAMIKI BARLAMAK	81
3.1.	Barlaglaryň maksady	81
3.2.	Guýylaryny durnukly iş düzgünde barlamak	84
3.2.1.	Umumy ýagdaýlary	84
3.2.2.	Barlagyň tehnologiýasy we tehnikasy	86
3.2.3.	Barlagyň tetijelerinin düşündirip many çykarmak	92
3.2.4.	Guýynyň düýbine ýakyn zolagyň	98
3.3.	Çylşyrymly indikator diagrammalary	101
IV.	FILTRASİYANYŇ DURNUKLY REŽIMLERINDÄKI GAZ WE GAZKONDENSATLY GUÝULARYŇ GAZGIDRODINAMIKI USULLARYŇ DERŇEWLERI	107
4.1.	Guýyny gazogidrodinamiki derňewlere taýýarlamak	107
4.2.	Gaz guýularda barlag geçirmegiň usuly	111
4.3.	Derňewiň netijelerini gaýtadan işlemegiň usullary	113
4.4.	Syzyjylygyň a we b garşylyk koeffisiýentlerini kesgitlemek	115
4.5.	Indikator çyzyklaryň formasyna dürli ýagdaýlaryň täsiri. Düýp we gatlak basyşynyň nätakyk kesgitlenmesiniň indikator egrisiniň formasyna täsiri	118
4.6.	Basyşa görä gazyň real häsiýetleriniň üýtgemegini hasaba almak bilen indikator çyzygyny işlemegiň usuly	124
4.7.	Basyşyň dikelme egrisiniň almagyň usuly	126

4.8.	Kritiki akymda gazyň harçlanşyny kesgitlemek	132
4.9.	BDE-ne dürli ýagdaýlaryň täsiri	136
4.10.	Gidrat döreme şertinde guýyny derňemegiň usuly	142
V.	GUYNYŇ IŞINIŇ DÜZGÜNDURNUKLY BOLMADYK ÝAGDAÝYNDAKY BARLAGLAR	144
5.1.	Teoretiki esaslary	144
5.2.	Barlaglaryň tehnologiya esaslary we basyşyň gyşyk çyzgynyň dikeldilmegini işläp gecmek (KBĐ)	148
5.3.	Basyşynyň dikeldilmeginiň egri çyzygyny (KBĐ) hasaba alman barlagyň netijelerinden many çykarmak	151
5.4.	Gaz guýularynda süzülmegiň kadalaşmadyk düzgüninde guýynyň derňemegiň gazogidrodinamiki usullary	153
VI.	GUÝNYŇ DÜÝBINE ÝAKYN ZOLAKDA ÖNÜMLI GATLAK DÖWRÜNDE, AKYMYŇ GELMEGI ÜPJÜN EDILENDE, ÖZLEŞDIRME DÖWRÜNDE WE ULANYLÝAN DÖWÜRDE GEÇÝÄN FIZIKI ÝAGDAÝY	157
6.1.	Guýa suwuklyk akymynyň gelmegi guýynyň düýbine ýakyn zolak	168
6.2.	Guýynyň gidrodinamiki ýokary derejesi	174
6.3.	Gidrodinamiki beýik derejeliginiň koeffisiýenti. Guýynyň getirilen radiusy	183

6.4.	Ilkinji açmaklykdan soňra islerin netijililigini bahalamak	185
VII.	GUÝULARYŇ TERMOMETRIKI BARLAGLARYNYŇ NETIJELERI BOÝUNÇA GAZ AKYP GELIŞINI ÇAKLAMA MÜMKINÇILIGI BARADA	189
7.1.	Guýylaryň termometriki barlaglarynyň netijeleri boýunça dürli önümlü gatlaklaryň çykymyny kesgitlemek mümkinçiligi barada	198
VIII.	NEBITGAZ ÝATAKLARYNY ÖZLEŞDIRMEKDE DAŞKY GURŞAWY GORAMAK EDEBIÝAT	219 222