

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ  
ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**НЕФЪ ВА ГАЗ ИШИ КАФЕДРАСИ**

**«НЕФТЬ ВА ГАЗ КОНЛАРИ МАШИНА ВА  
ЖИҲОЗЛАРИ»**

фанидан амалий машғулотлар бўйича услубий кўрсатма

5540300-«Нефть ва газ иши» бакалавриат йўналиши  
талабалари учун

**Тошкент-2007**

Тузувчилар: Б.Ш.Акрамов, С.Н. Боймуродов

Нефть ва газ конлари машина ва жиҳозлари. Амалий машғулотлар бўйича услубий кўрсатма. Тошкент Давлат техника университети; Тузувчилар: Акрамов Б.Ш., Боймуродов С.Н. Тошкент 2007. 27 бет.

Услубий кўрсатма 5540300-«Нефть ва газ иши» бакалавриат йўналиши талабаларининг «Нефть ва газ конлари машина ва жиҳозлари» фанидан амалий машғулотлар бўйича шуғулланиш ва муҳандислик масалаларини ечишда ёрдам беради.

Ўрганиладиган. Берилган услубий кўрсатма кундузги ва сиртки таълим олаётган талабалар учун мўлжалланган.

«Нефть ва газ иши» кафедраси.

8 та жадвал. Адабиётлар рўйхати.

Абу Райхон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университети Нефть ва газ факультети илмий-услубий кенгаши қарорига мувофиқ chop этилди.

Тақризчилар: «Ўзнефтьгазказибчиқариш» ОАЖ бош мутахассиси А.Чиниқулов;  
«Нефть ва газ» кафедраси доценти  
Т. Ризаев

© Тошкент давлат техника университети, 2007

## 1 масала

Тебратма дастгоҳда ўрнатилган посанги юкнинг катталигини қуйидаги ҳолларда аниқлаш:

1. а) Посанги мувозанатловчининг елкасида.
- б) бу ҳол учун, фақат мувозанатловчининг оғирлиги ҳам ҳисобга олинади.
2. а) Посананги кривошигга ўрнатилган;
- б) Шу ҳол учун фақат мувозанатловчининг оғирлиги ҳам ҳисобга олган ҳолга.

### МАЪЛУМОТЛАР

1. Қудуқ насос туширилган чуқурлин  $H=1600\text{м}$ .
2. Насосдан юқорида бўлган нефтнинг қудуқ ичидаги сатҳи  $H_1=200\text{ м}$ .
3. 22 миллиметрлик қудуқ насоси тангасинин 1 метр узунлигининг оғирлиги  $g=2,4\text{кгс}$
4.  $\gamma = 0,85$  нефтим нисбий зичлиги,
5.  $\gamma_{\text{п}}=7,8$ - штанга материални исбий зичлиги
6. Насос плунжеринин юриш сони  $n_1=12$  юриш/мин
7. Насос плунжерини диаметри  $d=44,4\text{ мм}$ .

### МАСАЛАНИ ЕЧИМИ

1.а) Посанги мувозанатловчининг елкасида (расмга қаранг), посанги юки катталигини қуйидаги ифоладан аниқлаймиз.

$$X_c = \left(\rho_w + \frac{G}{2}\right) \frac{K}{C} \quad (1)$$

Бу ерда насос штангаларнинг кубурларининг оғирлиги

$$P_u = Hg = Hg\left(1 - \frac{\gamma}{\gamma_n}\right);$$

$$P_u = 1600 \cdot 2,4 \cdot \left(1 - \frac{0,86}{7,8}\right); \quad P_u \text{ 3420кг}$$

Нефтнинг маълумотларни (1)- ифодада куйсак:

$$X_c = (3420 + 1875/2) \cdot 3850 / 4000 = 4200 \text{ кгс.}$$

Посанги юкки ката булгани учун, инерция кучининг максимал кучи

$$X_{ux} = \frac{W_{msx}}{g} X_c \frac{C}{K} = \frac{\omega^2}{g} X_c \frac{C}{K} = \frac{n^2 r}{900} X_c \frac{C}{K} \quad (2)$$

Буларни (2)- ифодада куйиб куйидагини оламир;

б) Мувозанатловчи оғирлигини ҳисобга олган ҳолда мувозанатловчи бошчасининг оғирлиги  $q_1=500$  кгс, олдинги елканнинг оғирлиги  $q_2=530$  кгс, орқа елканнинг оғирлиги  $q_3=360$  кгс; шату оғирлиги  $q_4=450$  кгс. Мувозанатловчи ҳаракат қиладиган 0 нуқтага нисбатан роментини езамиз:.

$$q_1 k + q_2 k / 2 = X_c C + q_3 C / 2$$

бу ерда

$$X_c = 500 \cdot 3,85 - 530 \cdot 3,85 / 2 - 560 \cdot 4 / 2 - 130 \cdot 3,85 / 4 = 74 \text{ кгс}$$

Тескари юг учун куйидаги ифодани оламир:

$$X_c = \left(\rho_u - \frac{G}{2}\right) \frac{K_1}{C} + X_c = X_c + X_{ин};$$

$$X_c = 4200 + 74 = 4940 \text{ кгс}$$

2.а) Посанги кривошипга ўрнатилганда посанги юкнинг оғирлиги.

$$X = \left(\rho + \frac{G}{2}\right) \frac{K_1}{C} \cdot \frac{r}{R};$$

$$X = \left(3420 + \frac{1875}{2}\right) \frac{3.85}{3.4} \cdot \frac{1.25}{1.8} = 3420 \text{ кгс}$$

б) Мувозонатловчи оғирлиги ҳисобланганда орқа елканнинг оғирлиги

$q_3 = 480$  кгс, қолганда 1 б) қолдаги каби бўлади.

Вариантлар бўйича маълумотлар 1-жадвалда берилган.

## 2 масала

Пневматик мувозонатлаш шароитида тебратма дастгоҳининг цилиндрида ўртача босимини аниқланг.

Қурилманинг кўрсаткичлари:

1. Қудуқ насосининг туширилиш чуқурлиги  $H = 1600$  м
2. Насосдан юқорида бўлган нефтнинг қудуқ ичидаги сатҳи  $H_1 = 200$  м.
3. Насос устидаги нефтнинг нисбий солиштирма оғирлиги  $\gamma = 0,85 \text{ кг/м}^3$
4. Насос плунжерининг юриш сони  $n = 12$  юриш/мин.
5. Узунлиги  $1 \text{ м } 3/4$  булган насос штангасининг оғирлиги  $= 2,4$  кгс.
6. Насос плунжерининг диаметри  $d = 44,4$  мм.
7. Мувозонатловчидан тебраниш марказигача бўлган елканнинг узунлиги  $C = 1900$  мм.
8. Ҳаволи цилиндр ва унинг поршенининг диаметри  $D = 400$  мм.

### МАСАЛА ЕЧИМИ

Посанги оғирлиги  $X = \left(P + \frac{G}{2}\right) \cdot \frac{K_1}{C}$

Бу ерда  $P$ -насос штангалари оғирлиги.



$$P = Hg' = Hg\left(1 - \frac{\gamma}{\gamma_n}\right) = 1600 \cdot 2,4\left(1 - 0,86/7,8\right) = 3420 \text{ кгс}$$

$G_n$ - нефть оғирлиги (нефтнинг плунжерга бераётган босими)

$$G_n = (H - H_1) \frac{\pi d}{4} \gamma = (1600 - 200) \frac{3,14 \cdot 0,444^2}{4} 0,86 = 1875 \text{ кгс}$$

Олинган маълумотларни ифодага куйсак

$$X = \left(3420 + \frac{1875}{2}\right) \frac{3850}{4000} = 4200 \text{ кгс}$$

Посанги оғир бўлгани учун, максимал инерция кучи

$$X_{ux} = \frac{W_{msx}}{g} X \frac{K_1}{K} = \frac{\varpi^2 n}{g} X \frac{K}{K} = \frac{n^2 r \pi^2}{900} X \frac{C}{K};$$

$$X_{ux} = \frac{n^2 r \pi^2}{900} X \frac{C}{K}$$

Буларни (2)га қўйиб қуйидагиларни оламиз.

$$X_{un} = \frac{12^{12} \cdot 1,25 \cdot 4200 \cdot 4}{900 \cdot 3,4} = 987 \text{ кг}$$

Бу курсаткич насос штангаларига ва шунигдек поршени юзасига таъсир этадиган кучни белгилайди.

$$X_{ux} = \frac{n^2 r \pi^2}{900} X \frac{C}{K} \text{ буларни (2) ифодага қуйиб}$$

қуйидагини оламиз:

б)Мувозанатловчи оғирлигини ҳисобга олган ҳолда мувозанатловчи бошчасининг оғирлиги  $q_1=500$  кгс, олдинги елканинг оғирлиги  $q_2=530$  кгс; орқа елканинг оғирлиги  $q_3=660$  кгс; шатун оғирлиги  $q_4=450$  кгс.

Мувозанатловчи ҳаракат қиладиган 0 нуқтага нисбатан моментини езамиз:

$$q_1 k_1 + q_2 \frac{k_2}{2} - q_4 k = X_c C$$

Бу ерда

$$X_c = \frac{500 \cdot 3,85 - 530 \frac{3,85}{2} - 560 \frac{4}{2} - 450 \cdot 3,4}{4} = 74 \text{ кгс}$$

Тескари юк учун қуйидаги ифодани оламиз:

$$X = \left(P + \frac{G}{2}\right) K_1 / C + X_c = X' + X_c = 4200 + 74 = 4274 \text{ кгс}$$

2) а) Посанги кривошипга ўрнатилганда орқа олканинг оғирлиги  $q_3=480$  кгс, қолганлари

б) ҳолдаги каби бўлади. Вариантлар буйича маълумотлар 2-чи жадвалда берилган.

### 3-масала

Плунжер юриш узунлигини статик ва динамик назариялар ердамида аниқлаш ва уларни таққослаш.

#### МАЪЛУМОТЛАР

1. насос плунжерининг диаметри  $D_{пл}=43$  мм,
2. насос штангасининг диаметри  $d_{шт}=22$  мм
3. насос кувурларининг диаметри  $d_r=62$  мм
4. насос тушириш чуқурлик  $L=1500$ м,
5. сальникли штокнинг юриш узунлиги  $S=2,1$  м,
6. 1 минутдаги тебранишлар сони  $n_1=9$  ва 15,
7. суюқлик зичлиги  $\rho=90$  кг/м<sup>3</sup>.

#### МАСАЛА ЕЧИМИ

1. Статистик назария буйича плунежр юриш узунлиги ифодаси



$$S_{nl} = S \left( 1 + \frac{225 L^2 n^2}{10^{12}} \right) - \lambda_{y\phi} = S \left( 1 + \frac{225 L^2 n^2}{10^{12}} \right) - \frac{F \rho g L^2 (f_u + f_m)}{E f_u f_m}$$

Бу ерда  $\lambda_{y\phi}$  - насос штанга ва қувурлари узунлашиши натижасида юришни йўқотиш.  $F_{пл}$ -плунжернинг кундаланг кесим юзаси  $f_{ш}$ -штанганинг кундаланг кесим юзаси.  $f_{\tau}$ -кувур девори кундаланг кесимининг юзаси. Е-пулатнинг таранглик модули. Масала шартига кура бу кўрсатмалар:  $F_{пл}=14,6 \text{ см}^2$ ;  $f_{ш}=3,8 \text{ см}^2$ ;  $f_{\tau}=11,7 \text{ см}^2$ ;  $E=0,21 \text{ Па}$  ифодага бу маълумотларни киритиб  $n=9$  бўлган натижани оламиз:

$$S_{nl} = 2,1 \cdot \left( 1 + \frac{225 \cdot 1500^2 \cdot 9^2}{10^{12}} \right) - \frac{14,6 \cdot 900 \cdot 9,81 \cdot 1500^2}{0,21 \cdot 10^{12} \cdot 3,8 \cdot 11,7} = 1,69 \text{ м}$$

$n=15$  булган:

$$S_{nl} = 2,1 \cdot \left( 1 + \frac{225 \cdot 1500^2 \cdot 15^2}{10^{12}} \right) - 0,49 = 1,85 \text{ м}$$

Динамик назария буйича плунжернинг юриш узунлиги  $n=9$  га тенг булганда.

а) Чарний ифодасига асосан:

$$S = \frac{\rho}{\cos \varphi} \sqrt{1 + \left( \frac{2\lambda_1}{S} \right)^2 - \frac{4\lambda_1}{S} \cos \varphi}$$

Бу ерда  $\varphi$  плунжер ва салникли шток ҳаракати вақтидаги фазалар сурилиш бурчаги  $\varphi = \omega L / a$ , бу ерда  $\omega$  - бурчак тезлик  $\omega = 3,14 \cdot 9/30 = 0,94 \text{ рад/с}$

$\alpha$  - штанга материалидаги товуш тезлиги,  $\alpha = 5100 \text{ м/с}$ ,  $\varphi = 0,94 \cdot 1500 / 5100 = 0,276 \text{ рад еки}$

$$180 \cdot 0,276 / 3,14 = 15,8 \quad \cos \varphi = \cos 15^{\circ} 8' = 0,962$$

$$\lambda_1 = \frac{2}{3} \lambda_{y\phi} = \frac{2}{3} 0,49 = 0,33$$

Олинган натижаларни асосий ифодага кититамиз:

$$S_{нл} = \frac{2,1}{0,962} \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot 0,33}{2,1}\right)^2 - \frac{4 \cdot 0,33}{2,1} \cdot 0,962} = 1,54 м$$

б) Лейбензон ифодаси буйича

$$S_{нл} = \frac{S}{\cos \varphi} - \lambda_{yo} = \frac{2,1}{0,962} - 0,49 = 1,69 м$$

n=15 булганда

а) Чарний ифодасига кура  $\sigma = 3,14 \cdot 15 / 30 = 1,57 c^{-1}$

$$\varphi = 1,57 \cdot 1500 / 5100 = 0,46 \quad 1 \text{ ро еки } 26^0 24^1$$

$$\cos \varphi = 26^0 24^1 = 0,896$$

$$S_{нл} = \frac{2,1}{0,896} \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot 0,33}{2,1}\right)^2 - \frac{4 \cdot 0,33}{2,1} \cdot 0,896} = 1,71 м$$

Б) Лейбензон ифодасида:  $S_{нл} = \frac{2,1}{0,896} - 0,49 = 1,86 м$

Олинган натижаларни ушбу жадвалга киратамиз:

3 жадвал

Ҳисоб назарияси номи	n=9 да	n=15 да
Статистик	1.96	1.85
Чарний ифодаси буйича данимак	1.54	1.71

Вариатнтлар буйича маълумотлар 4- жадвалда берилган

#### 4- масала

А.С.Вирновский ва И.А.Чарний тенгламалари ердамида тебранма дастгоҳнинг балансири бошмасига тушга максимал кучланишни ҳисоблаб натижаларини таққосланг.



Маълумотлар сукма насоснинг туширилиш чуқурлиги  $L=1800$  м; насос қувурлари ички диаметри  $d_T=50,3$  мм; насос штангалари икки поғонали бўлиб пастки диаметри  $d_{ш}=19$  мм узунлиги  $l_2=1296$ м, юқори поғонаси диаметри  $d=22$  мм, узунлиги  $l_1=504$  мм; тебранма дастгоҳ СКН 10 - 2115; салникли шток ҳаракати узунлиги  $S=2.1$  м; минутига тебраниш соти  $n=12$ ; суюқлик зичлиги  $\rho_{ж}-900$  кг/м<sup>3</sup>; пулат учун таранглик модули  $E=0.21$  ю

### МАСАЛА ЕЧИМИ:

А.Н.Адонинг тадқиқотлари кўра катта чуқурликдан суюқлик ҳолатдаги статик ва динамик режимлар чегарасининг фарқи

$$\mu = \omega L / a = 0.35 + 0.45;$$

бу ерда  $\omega$  -қривошип айланишнинг бурчак тезлиги, рад;  
 $a$  -штанга металлда товуш тарқалиши тезлиги, м/с;  
 $\mu < 0.5$ . Қривошипларнинг бурчак тезлигини аниқлаймиз:

$$\omega = \pi n / 30 = 3,14 \cdot 12 / 30 = 1,25 \quad \text{ва} \quad a = 5100 \text{ л/с}$$

Хайдаш режимини характерловчи параметри

$$\mu = \omega L / a = 1,26 \cdot 1800 / 5100 = 0,445$$

1.Элементлар назария буйича максимал кучланиш куйидаги тенглама ердамида аниқланади:

$$P_{\text{тск}} = P_c + P_{\text{ш}}(v+m),$$

Бу ерда  $P_c$ -насос урнатилиши чуқурлигига тенгравийда, плунжер устидаги суюқлик сатҳи баландлиги

$$P_c = F_{\text{пл}} L g \rho_{ж} / 10$$

Бу ерда  $F_{\text{пл}}$ -плунжер кесим юзаси -6,15 см<sup>2</sup>

$$P_c = \frac{900 \cdot 6,15 \cdot 1800 \cdot 9,81}{10^4} = 9,8 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Насос штангаларининг тула оғирлиги:

$$P_{\text{ш}} = q_1 l_1 + q_2 l_2 = 30,8 \cdot 504 + 23,1 \cdot 1296 = 45,5 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Бу ерда  $q_1 = 30,8$  ва  $q_2 = 23,1$  мос равишда 22 мм ва 19 мм ли штангаларнинг ҳар бир метри оғирлиги, Н.

Суюқликда штанганинг оғирлигини йуқотиш коэффициенти

$$v = (\rho_{ш} - \rho_{ж}) / \rho_{ш} = (7850 - 900) / 7850 = 0,885$$

Динамик омили  $m$  миқдори

$$m = S n^2 / 1440 = 0,21$$

Демак, тенглама буйича максимал кучланиш

$$P_{\max} = 9,8 \cdot 10^3 + 45,5 \cdot 10^3 (0,885 + 0,21) = 59,6 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

2. А.С.Вирновскийнинг динамик назариясига мувофиқ штангаларнинг шахсий тебранишлари ҳисобига олинган ҳолда максимал кучланиш

$$P_{\max} = P_{ш} + P_c - P' + \frac{1}{3} a \frac{D_{нл}}{d_{ш}} \sqrt{\frac{S \varpi^2}{g}} \cdot (P_{ш} + 0,3 E P_c) \cdot \sqrt{a \psi - \frac{\lambda}{S}} + a^2 \frac{S \varpi^2}{2g} P_c (1 - \psi_2) (a_1 - \frac{2\lambda}{\psi S})$$

Тенгламадаги курсаткичларнинг кийматлари куйидагича:

$P_{ш}$  – насос штангаларнинг тула оғирлиги.

$$P_{ш} = \rho_c g (F_{нл} L - f_1 l_1 - f_2 l_2) = \frac{900}{10^4} 9,81 (66,15 \cdot 1800 - 3,8 \cdot 5,04 \cdot 2,83 \cdot 1286) = 4,86 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

$$d_{ш} = (22,28 + 19,72) / 100 = 19,9 \text{ м}$$

$\lambda$  - суюқлик сатҳи таъсирида штангаларнинг чузилиши куйидагича аниқланади:

$$\lambda = \frac{F_{нл} \rho_{ж} g l^2}{E f_{шм}} = \frac{6,15 \cdot 900 \cdot 581 \cdot 1800^2}{0,21 \cdot 10^{12} \cdot 3,1} = 0,271 \text{ м}$$

Бу ерда 19,9 мм штангаларнинг ўртача кесим юзаси.

$$f_{шм} = 0,785 \quad d^2 = 0,785 \cdot 1,99^2 = 3,1 \text{ см}^2$$

$a$  ва  $a_1$  – тебранма дастгоҳ кинематикасига

мувофиқ узгарувчан коэффициентлар;

Коэффициент  $a$  – кривошип қайтиш бурчаи ( $\pi/2$ ) нинг тезлик максимумга етганда унинг айланиш бурчагига нисбати.

СКН 10-215 дастгоҳ учун  $S = 2,1$  м ва  $a = 1,15$  бул анда коэффициент  $a$  қуйидаги тенгликда аниқланади.

$$a = 2r/S = 2 \cdot 0,86/2,1 = 0,82$$

Бу ерда  $r = 0,86$  м,  $S = 2,1$  м бўлганда кривошип радиуси)

$E$  – ёруғлик майдонлари юзаси;

$$E = \frac{F_{nl} - f_{ul}}{f_m - f_u} = \frac{6,15 - 3,1}{19,8 - 3,1} = 0,18;$$

бу ерда  $f_r = 19,8$  см<sup>2</sup> – диматри 50 мм ли насос компрессор қувурларининг кесим юзаси

$$\psi = f_m' / (f_m' + f_u) = 8,68 / (8,68 + 3,1) = 0,74$$

Бу ерда  $f_r' = 8,68$  см<sup>2</sup> диаметри 60 мм қувурнинг металл буйича кесим юзаси.

Маълумотларни А.С.Винревский т енгламасига қуйинг:

$$P_{mach} = 45,5 \cdot 10^3 + 4,86 \cdot 10^3 + \frac{1,15 \cdot 28}{19,8 \cdot 3} \sqrt{\frac{2,1 \cdot 1,26^2}{9,81}} (45,5 \cdot 10^3 + 0,3 \cdot 0,18 \cdot 4,86 \cdot 10^3) \cdot \sqrt{0,82 \cdot 0,74 - 0,271/2,1} + \frac{1,15^2 \cdot 2,1 \cdot 1,26^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 45,5 \cdot 10^3 \left(1 - \frac{0,74}{2}\right) \left(0,82 - \frac{2 \cdot 0,271}{0,74 \cdot 2,1}\right) = 63,5 \cdot 10^3 H$$

$$\mu = \omega L/a = 0,785 \quad \mu = \omega L/a = 0,785$$

кривошипнинг бурчак тезлиги қийматини ҳисобга олиб, тебранишлар сонинг чегаравий қийматини ҳисоблаймиз:

$$n = -\frac{38500}{L} - 2 = 38500/1800 - 2 = 19 \text{ тебр/ мин.}$$

Берилган масалада  $\mu = 0,445$  ва  $n = 12$

Шунинг учун Вирновский тенгламаси қабул қилиниши мумкин.

3. И.А.Чарний динамик назариясига мувофиқ , максимал кучланиш:

$$P_{\max} = P_c + P_u \left( b + \frac{Sn^2}{1800} \frac{tg\mu}{\mu} \right)$$

Бу тенгламада  $tg\mu / \mu$  – штангалар вибрациясиви ҳисобга оладиган коэффицент.

$\mu = 0,445$  рад/с ҳайдаш режимини характерловчи параметр

$$tg\mu = 0,445 \cdot 180 / 3,14 = 25,4 \quad \text{град/с}$$

еки

$$tg\mu / \mu = 25,4 / 0,445 = 1,055$$

Тенгламага мувофиқ

$$P_{\max} = 9,81 \cdot 10^3 + 45,5 \cdot 10^3 \left( 0,885 + \frac{2,1 \cdot 12^2 \cdot 1,055}{1800} \right) = 58 \cdot 10^3 \text{ H}$$

4. А.Н.Адониннинг электрик тенгламаси буйича динамик назарияга мувофиқ максимал кучланиш:

$$P_{\max} = P_u + P_c + (P_u + EP_c) \frac{mrn^{2,24-3,3L \cdot 10^{-4}}}{900} + 2500S$$

Бу ерда  $r$  – кривошип радиуси 0,86 ва шатун узунлиги  $l = 3,3$  м бўлганда СКН 10 -2115 тебранма дастгоҳи учун кинематик коэффицент  $m$

Топилган қийматларни тенгламага қуйиб:

$$m = \frac{1 - r/l}{1 - (r/l)^2} = \frac{1 + 0,86/3,3}{1 - (0,86/3,3)^2} = 1,3$$

Ҳисоблашлар натижасига кўра А.С.Вирновский ва А.Н.Адонинг тенгламаларидан фойдаланилганда балансир бошчасига энг катта кучланишлар туғри келади.

Сальникли штокка таъсир этувчи кучларнинг динамограф билан улчанган миқдори бу тенгламалар билан ҳисобланган миқдор билан мувофиқ келади. Қолан вариантлар бўйича масала шартлари 5 –жадвалда берилган.

$$P_{max} = 45,5 \cdot 10^3 + 9,8 \cdot 10^3 + (45,5 + 0,18 \cdot 9,8)10^3 \cdot \frac{1,3 \cdot 0,86 \cdot 12^{2,24-3,3 \cdot 180010^{-4}}}{900} + 2500 \cdot 2,1 = 64 \cdot 10^3 H$$

### 5 масала

Қуйидаги маълумотларга асосланиб, СКН 10-3315 тебранма дастгоҳнинг роторли мувезонатини ҳисобланг:

Плунжер диаметри  $D_{пл}$  -56 мм; насоснинг туширилиш чуқурлиги  $L = 1200$ м; насоснинг динамик сатҳга чуқиш чуқурлиги  $h = 50$  м; насос штангалари колоннаси икки поғонали (22 мм ли штангалар 56% ва 19 мм ли штангалар 44%); суюқлик зичлиги  $\rho_{ж} = 900$  кг/м<sup>3</sup>; сальникли штокнинг ҳаракат узунлиги  $S = 3,3$  м; штанганинг суюқликда вазн йуқотиш коэффициенти  $v = 0,875$ .

#### МАСАЛАНИНГ ЕЧИМИ:

Икки поғонали штангалар колонкаси оғирлиги:

$$P_{ж} = Lgb(0,56q_1 + 0,44q_2) = 1200 \cdot 9,81 \cdot 0,875 \cdot (0,56 \cdot 3,14 + 0,44 \cdot 2,35) = 28,9 \cdot 10^3 H$$

бу ерда  $q_1$  ва  $q_2$  – мос равишда 1 м 22 мм ва 19 мм ли штангалар оғирлиги, кгс.

Суюқлик оғирлиги:



$$P_{жс} = F_{пл} (L - h) \rho_{жс} g = 24,6 \cdot 10^{-4} (1200 - 50) 900 \cdot 9,81 = 25 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Кривошип вали ўқидан моторли посангилар оғирлиги марказигача бўлган масофа (ҳар бири 750 кг бўлган кривошипнинг тўрт посангиси шароитид) куйидагича аниқланади:

$$R = \left( \frac{P_c}{2} + P_{жс} \right) \frac{S}{91,2g} - (2,08 \cdot 23);$$

$$R = \left( \frac{25 \cdot 10^3}{2} + 28,9 \cdot 10^3 \right) \frac{3,3}{91,2 \cdot 9,81} - (2,08 \cdot 3,3 + 23) = 122,8 \text{ см}$$

## 6 масала

Насос компрессор қувурларини (НKK) ҳавфли кесимида узилиш мустаҳкамлигини ҳисобга олиб, куйидаги шароитда босқичли, силлиқ ва Д маркали пўлатдан ясалган НKK ларнинг тушурилиш чуқурлигини ҳисобланг.

Мустаҳкамловчи қувур диаметри  $D = 0,15 \text{ м}$ . Насос – компрессор қувурлари уч хил диаметрдан /60,73 ва 89 мм/ибора.

### МАСАЛА ЕЧИМИ:

Материалнинг оқувчанлик чегарасига тенг равишда ҳавфли кесимдаги чўзилиш кучланиши куйидагича аниқланади:

$$\pi/4 \quad /d_1^2 - d_2^2 / \sigma \text{ оқув}$$

бу ерда:  $d_1$ -қувурнинг кертик чуқурлигидаги диаметри, см;

$d_2$ -қувурнинг ички диаметри, см;

$\sigma$  – оқув, Д-гуруҳидаги қувур материалнинг оқувчанлик чегараси.  $\sigma$  оқув 372 МПа.



Тенгламага мувофиқ чегаравий кучланиш 69 мм қувурлар учун:

$$G_1 = 3,14/4/5,74^2 - 5,03^2/10^{-4} \cdot 3,72 \cdot 10^6 \cdot 223 \cdot 10^3 \text{ Н,}$$

73 мм қувурлар учун:

$$G = 3,14/4/7,01^2 - 6,2^2/10^{-4} \cdot 372 \cdot 10^6 \cdot 313 \cdot 10^3 \text{ Н } 81 \text{ мм}$$

қувурлар учун:

$$G_3 = 3,14/4/8,6^2 - 7,59^2/10^{-4} \cdot 372 \cdot 10^6 \cdot 477 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Узилишга мустаҳкамлик шартига мувофиқ насос-компрессор қувурлари ҳар бир поғонасининг узунлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$l_1 = \frac{G}{aq_1}; \quad l_2 = \frac{(G_2 - G_3)}{aq_2};$$

$$l_3 = (G_2 - G_3)aq_3;$$

бу ерда  $a$  – материал оқувчанлиги черасига нисбатан захир коэффициентини  $/a=1,5/$

$$q_1=68,7 \text{ н/м; } q_2=94,2 \text{ н/м; } q_3=134 \text{ н/м}$$

Тенгламага мувофиқ диаметри 60 мм қувурлар узунлиги

$$l_1 = 223 \cdot 10^3 / 1,5 \cdot 68,7 = 2170 \text{ м,}$$

70 мм ли қувурлар узунлиги

$$l_2 = (313 - 223) / 10^3 / 1,5 \cdot 94,2 = 637 \text{ м}$$

89 мм ли қувурлар узунлиги  $l_3 = (477 - 313) / 10^3 / 1,5 \cdot 134 = 816 \text{ м.}$

Уч поғонали қувурларнинг умумий туширилиш чуқурлиги

$$L = l_1 + l_2 + l_3 = 2170 + 637 + 816 = 3623 \text{ м.}$$

Д маркали силлиқ НКК нинг муфтали уланган қисмида Яковлев тенгламаси буйича синов ҳисобини бажарамиз:

$$P_{cmp} = \frac{\pi D \delta \sigma_{окув}}{1 + D / 2l \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi)}; H$$

Бу ерда  $D$  – кертик қисмида қувурнинг ўртача диаметри, см;

$\delta$  – қувур деворнинг ўртача қалинлиги, см;

I-кертик қисми узунлиги, см;  $\alpha = 60^0$  қувур ўқи ва кертик қирраси орасидаги бурчак;  $\varphi = 18^0$  металнинг ишқалиш бурчаги. Тенгламага мувофиқ, 60 мм ли қувур учун.

$$P_{cmp} = \frac{3,14 \cdot 5,758 \cdot 0,368 \cdot 10^{-4} \cdot 372 \cdot 10^6}{1 + 5,758 / 2 \cdot 2,93 \text{ctg}(60^0 + 18^0)} = 205 \cdot 10^3 \text{ H}$$

73 мм ли қувур учун.

$$P_{cmp} = \frac{3,14 \cdot 7,028 \cdot 0,415 \cdot 10^{-4} \cdot 372 \cdot 10^6}{1 + 7,028 / 2 \cdot 4,03 \text{ctg}(60^0 + 18^0)} = 287 \cdot 10^3 \text{ H}$$

89 мм ли қувур учун

$$P_{cmp} = \frac{3,14 \cdot 8,615 \cdot 0,52 \cdot 10^{-4} \cdot 372 \cdot 10^6}{1 + 8,615 / 2 \cdot 4,73 \cdot \text{ctg}(60^0 + 18^0)} = 452 \cdot 10^3 \text{ H}$$

Д гуруҳли пўлатдан ясалган қувурлар ҳар бир поғонасининг чуқурлик чегараси қуйидагича:

60 мм ли қувурлар учун  $l_1 = 205 \cdot 10^3 / 1,5 = 68,7 = 1992$  м,

73 мм ли қувурлар учун  $l_2 = (287 - 205) \cdot 10^3 / 1,5 = 94,5 = 583$  м.

89 мм ли қувурлар учун  $l_3 = (452 - 287) \cdot 10^3 / 1,5 = 134 = 820$  м.

Уччала поғонанинг умумий узунлиги

$$L = l_1 + l_2 + l_3 = 1992 + 583 + 820 = 3395 \text{ м.}$$

Барлод тенгламасига мувофиқ рухсат девори қалинлиги ва унинг ташқи диаметри, мм  
а-мустаҳкамлик зачираси коэффициентига ( $a=2$ )

Тенгламага мувофиқ, 60 мм ли қувурлар учун

$$\Gamma_{p.z.} = 2 \cdot 3,68 \cdot 372 \cdot 10^6 / 60,3 \cdot 2 = 22,7 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$73 \text{ мм ли қувурлар учун } \Gamma_{p.z.} = 2 \cdot 4,15 \cdot 372 \cdot 10^6 / 73,2 = 21,2 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$89 \text{ мм ли қувурлар учун } \Gamma_{p.z.} = 2 \cdot 5,2 \cdot 372 \cdot 10^6 / 89,2 = 21,7 \cdot 10^6 \text{ Па}$$



Насос-компрессор қувурларининг туширилиш чуқурлигига мос равишда бу қувурларнинг ички босими (сув зичлиги  $\rho_{\text{суб}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ )

Қуйидагича ҳисобланади:

89 мм ли қувурлар учун

$$\rho_c q l_3 = 1000 \cdot 9,81 \cdot 820 = 8,04 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

73 мм ли қувурлар учун

$$\rho_c q (l_2 + l_3) = 1000 \cdot 9,81 \cdot (583 + 820) = 13,75 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

60 мм ли қувурлар учун

$$\rho_c q l = 1000 \cdot 9,81 \cdot 3395 = 33,3 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

## 7 масала

Чекланган миқдорда суюқлик олаётган қудуқ учун компрессор қутаргичини (диаметри, узлиги, табал қилинадиган газ саффини) А.П.Крилов усулида ҳисобланг.

Масала шартлари: Қудуқ чуқурлиги  $H=1320$  м; ишлатилувчи қувурнинг ички диаметри  $D=0,15$  м; қатлам босими  $P_{\text{кап}}=5$  МПа, маҳсулдорлик коэффициенти  $K=80$  т/сут ж нефть зичлиги  $\rho_n=871$   $\text{кг/м}^3$ ; газ омили  $G=30$   $\text{м}^3/\text{сут}$ ; газнинг нефтда эриш коэффициенти  $\alpha=5$  1/МПа, абсолют ишчи босими  $P_n=2,85$  ж қудуқ устидаги абсолют босим  $P_y=0,12$  ю

Рухсат этилган босимлар фарқи  $\Delta P=1,2$  ж

Қудуққа нисбатан нефтнинг оқими чизикли қонунга буйсинади. Нефтда қум ва сув йук.

Вариантлар буйича масала шартлари 8 жадвалда келтирилган.

### МАСАЛА ЕЧИМИ:

Компрессор кутаргични ҳисоблаш, бу кутаргичнинг диаметри, узунлиги ва талаб қилинадиган газ сарфланиш миқдорини аниқлашдан иборат.

Кудукнинг рухсат этилган маҳсулот миқдори.

$$Q_p = K\Delta P = 80 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2 \cdot 10^6 = 96 \text{ т/сут.}$$

Кудук туби босимини ишчи босимидан юқорилитни ва кудук маҳсулотда қум йиқлигини инобатга олиб кўтаргич узунлиги қуйидагича аниқланади:

$$L = H - \frac{P_{к.т.} - P_{бош}}{\rho_{ар} g}$$

Бу ерда  $P_{бош}$ -кўтаргич қувурлар бошмағидаги босим Па,  
 $P_{к.т.}$ -кудук туби босими, Па

$$P_{к.т.} = P_{кат} - \Delta P = (5 - 1,2)10^6 = 3,8 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Газнинг компрессорда кургич бошмоғигача харакати давомида тазйик йўқотишини  $\varphi = 0,4 \text{ МПа}$  деб қабул қиламиз

$$P_{бош} = (P_n - \varphi) = (2,85 - 0,4)10^6 = 2,45 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$\text{Кутаргич узунлиги } L = 1320 - \frac{(3,8 - 2,45) \cdot 10^6}{871 \cdot 9,81} = 1163 \text{ м}$$

Оптимал иш шароитида кутаргич диаэтри А.П.Крилов тенгламасига мувофиқ аниқланади.

$$d_{онм} = 188 \sqrt{\frac{\rho_n L}{P_{бош} - P_y}} \sqrt[3]{\frac{QgL}{\rho g l - (P_{бош} - P_y)}}$$

$$d_{онм} = 188 \sqrt{\frac{900 \cdot 1163}{(2,45 - 0,12)10^6}} \sqrt[3]{\frac{96 \cdot 9,81 \cdot 1,63}{900 \cdot 9,81 \cdot 1163 - (2,45 - 0,12)10 \cdot 6}} = 65 \text{ мм.}$$

Ички диаметри 62 мм бўлган стандарт қувурларни қабул қиламиз.

Газнинг нисбий сарфланиши (қудуқ маҳсулотигадаги йўлдош газ билан бирга) қуйидагича аниқланади:

$$R = \frac{9 \cdot 10^{-3} L(1 - \xi)}{d^{0.5} \xi \lg \frac{P_{\text{бош}}}{P_y}}$$

Бу ерда  $\xi$  -кутаргич қувурларнинг нисбий чўкиш

$$\xi = \frac{(2,45 - 0,12)10^6}{900 \cdot 9,81 \cdot 1163} = 0,227$$

Тенгламага мувофик:

$$R = \frac{9 \cdot 10^{-3} 1163 (1 - 0,227)}{62^{0.5} 0,227 \frac{2,45 \cdot 10^6}{0,12 \cdot 10^6}} = 146 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Эриган газни ҳисобга олганда:

Ҳайдаладиган газнинг солиштирма сарфланиши.

$$R = R - [G - \alpha \frac{P_{\text{бош}} - P_{\text{к.т.}}}{2}] = 146 - [30 - 5 \cdot 10^{-6} \frac{(2,46 + 0,12)10^6}{2}] = 123 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Газнинг суткалик сарфланиши

$$R_{\text{кайд}} Q_{\text{р.э}} = 123 \cdot 96 = 11500 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

## Адабиётлар рўйхати

1. А.М.Юрчук, А.З.Истомин. Расчеты в добыче нефти. М.; «Недра», 1979, 271с.
2. «Нефтепромысловое оборудование». Справочник под редакцией Е.Н.Бухаленко. М.; «Недра», 1990, 560с.
3. К.С.Аливердизаде, А.А.Даниелян и др. Расчет и конструирование и оборудование для эксплуатации нефтяных скважин. М.; 1959, 563с.
4. К.А.Ибатулов. Практические расчеты по буровым и эксплуатационным машинам и механизмам. Баку, «Азнефтиздат», 1956, 291с.
5. А.Г.Молчанов, Л.Г.Чичеров. «Нефтепромысловые машины и механизмы». М., «Недра», 1976, 327 с.
6. «Подбор оборудования для эксплуатации скважин штанговыми насосными установками. Методическое пособие. Уфа, 1986.
7. Л.Г.Чичеров. «Нефтепромысловые машины и механизмы». М., «Недра», 1983, 308с.

