

УДК 622.276.3; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-4.06>

<https://orcid.org/0000-0002-4795-7673>

<https://orcid.org/0000-0002-4039-4900>

<https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>

<https://orcid.org/0000-0002-6138-068X>

ҚАБАТ АНИЗОТРОПИЯСЫНЫҢ ӘР ТҮРЛІ ПАРАМЕТРЛЕРІ КЕЗІНДЕГІ ГОРИЗОНТАЛЬДЫ ОҚПАННЫҢ АССИМЕТТРИЯЛЫ ОРНАЛАСУЫНЫҢ ӘСЕРІ



С.С. СЕЙТЖАНОВ,
доктор PhD, Инжинирингтік
технологиялар білім беру
бағдарламаларының аға
оқытушысы,
seitzhanov_saken@mail.ru



Н.С. СҮЛЕЙМЕНОВ,
техника ғылымдарының
кандидаты, Инжинирингтік
технологиялар білім беру
бағдарламаларының жетекшісі,
nurzhan_suleymen@mail.ru



П.А. ТАНЖАРИКОВ,
техника ғылымдарының
кандидаты, Инжинирингтік
технологиялар білім беру
бағдарламаларының
профессоры,
pan_19600214@mail.ru



Д.Т. ҚҰРБАНОВ,
«Ақпараттық модельдеу
технологиялары» секциясының
аға оқытушысы,
tolegenuly@mail.ru

ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ ҚЫЗЫЛОРДА УНИВЕРСИТЕТІ,
Қазақстан Республикасы, 120014, Қызылорда қ., Әйтеке би көшесі, 29А

Мақала мұнай немесе мұнай-газ кен орындарын игеру үшін көлденең мұнай ұңғымасының өнімділігін есептеуге арналған. Көлденең ұңғымаларды пайдалану қажеттілікке айналады және іс жүзінде балама жоқ. Бірақ бұл ереже ұзақ уақыт бойы тік ұңғымалардан едәуір асып түсетін мұнай өнімін алудың кепілі емес.

Көлденең ұңғыманың үлкен өніммен жұмыс істеуінің тұрақтылығы көлденең мұнай ұңғымаларының өнімділігіне бірнеше факторлардың әсерін зерттеуді қажет етеді. Атап айтқанда, бұл факторларға мыналар жатады: қабаттың параметрлері (өткізгіштік, анизотропия, қабатқа депрессия және т.б.); көлденең ұңғы оқпанының жолақ тәрізді қабаттың жабыны және табанын қатысты орналасуы және көлденең ұңғымадағы қысымның жоғалуы.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: гидродинамика, қабылдау профилі, кеуекті ортадағы ағын, қабат, субкапиллярлық канал, сулану, мұнай мен газ өндіру, кеуекті орта.

ВЛИЯНИЕ АСИММЕТРИЧНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ АНИЗОТРОПИИ ПЛАСТА

С.С. СЕЙТЖАНОВ, доктор PhD, seitzhanov_saken@mail.ru

Н.С. СУЛЕЙМЕНОВ, кандидат технических наук, nurzhan_suleymen@mail.ru

П.А. ТАНЖАРИКОВ, кандидат технических наук, профессор, pan_19600214@mail.ru

Д.Т. КУРБАНОВ, старший преподаватель tolegenuly@mail.ru

ҚЫЗЫЛОРДИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. ҚОРҚЫТ АТА,
Республика Казахстан, 120014, г. Кызылорда, ул. Айтеке би, 29А

Статья посвящена проведению расчетов производительности горизонтальной нефтяной скважины для освоения нефтяных или нефтегазовых месторождений носит важный характер. Нет сомнений в том, что для мощных пластов, плотных коллекторов, трещиноватых залежей с вертикальными трещинами и т.д. использование горизонтальных скважин становится необходимостью и практически не имеет альтернативы. Но это положение не является гарантией получения в течение длительного времени дебита нефти, значительно превышающего дебит вертикальных скважин.

Устойчивость работы горизонтальной скважины с большим дебитом требует изучения влияния нескольких факторов на производительность горизонтальных нефтяных скважин. В частности, эти факторы включают: параметры пласта (проницаемость, анизотропии, депрессии на пласт и т.д.); расположения горизонтального ствола относительно кровли и подошвы пологообразного пласта и потери давления в горизонтальном стволе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидродинамика, профиль приемистости, течение в пористой среде, мощность, субкапиллярный канал, заводнение, добыча нефти и газа, пористая среда.

THE EFFECT OF THE ASYMMETRIC ARRANGEMENT OF THE HORIZONTAL SHAFT AT DIFFERENT PARAMETERS OF THE FORMATION ANISOTROPY

S.S. SEITZHANOV, PhD, seitzhanov_saken@mail.ru

N.S. SULEYMANOV, Candidate of Technical Sciences, nurzhan_suleymen@mail.ru

P.A. TANZHARIKOV, Candidate of Technical Sciences, professor, pan_19600214@mail.ru

D.T. KURBANOV, senior lecturer, tolegenuly@mail.ru

KORKYT ATA KYZYLORDA UNIVERSITY,
Republic of Kazakhstan, 120014, Kyzylorda, 29A, Aiteke bie str.

The article is devoted to the calculation of the productivity of a horizontal oil well for the development of oil or oil and gas fields is important. There is no doubt that for powerful formations, dense reservoirs, fractured deposits with vertical cracks, etc., the use of horizontal wells is becoming a necessity and has practically no alternative. But this provision is not a guarantee of obtaining an oil flow rate for a long time that significantly exceeds the flow rate of vertical wells.

The stability of a horizontal well with a high flow rate requires the study of the influence of several factors on the performance of horizontal oil wells. In particular, these factors include: reservoir parameters (permeability, anisotropy, depression on the formation, etc.); the location of the horizontal trunk relative to the roof and sole of the skid-shaped formation and pressure loss in the horizontal trunk.

KEYWORDS: hydrodynamics, pickup profile, flow in a porous medium, power, subcapillary channel, flooding, oil and gas production, porous medium.

Қабат анизотропиясының әр түрлі параметрлері кезіндегі горизонтальды оқпанның ассиметриялы орналасуының әсері

Кіріспе. Горизонтальды ұңғымалардың үлкен өніммен жұмыс істеу тұрақтылығы горизонтальды ұңғымалардың өнімділігіне бірнеше факторлардың әсер етуін зерттеуді талап етеді. Сонымен қатар, бұл факторларға қабаттың параметрлері жатады: өткізгіштік, қабат депрессиясы, горизонтальды оқпанның қабаттың жабыны мен табанына қатысты орналасуы, қысымды оқпанның горизонтальды бөлігінің бойымен жоғалту және т.б.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Горизонтальды ұңғыма өнімділігіне анизотропия параметрі тік ұңғымаға қарағанда қаттырақ әсер етеді. Анизотропты қабат үшін анизотропия параметрін ескергенде формула келесі түрде болады.

$$Q_M = \frac{2kL\Delta P}{\mu_m B_m} \frac{1}{\left[\frac{1}{v h_i} \left(v h_i + R_c \ln \frac{R_c}{R_c + v h_i} \right) \right] + \frac{R_c - v h_i}{R_c + v h_i}} \quad (1)$$

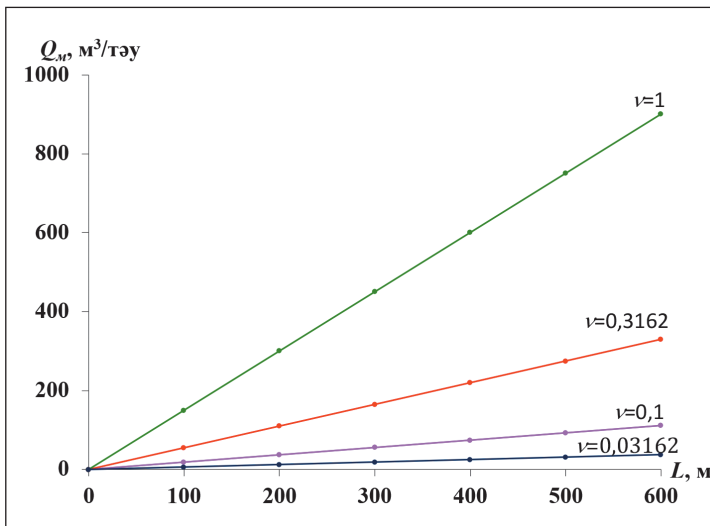
мұндағы h – қабат қалыңдығы; $h_i = (h - h_2) - R_c$ – ұңғыма радиусын шегергеннен кейінгі i -ші аймақтың қабат қалыңдығы; v – анизотропия параметрі, ол келесі теңдік арқылы анықталады: $v = \sqrt{k_{\text{тик}}/k_{\text{гор}}}$, $k_{\text{тик}}$, $k_{\text{гор}}$ – тік және горизонтальды бағыттардағы өткізгіштік коэффициенттері.

Нәтижелер және талқылаулар. I -кесте мен I -суретте горизонтальды оқпанның әртүрлі ұзындығы мен анизотропия параметрлерінің әртүрлі шамасы v кезіндегі мұнай өнімін (1) формуламен есептеу нәтижелері келтірілген. I -суреттегі анизотро-

пия параметрі бірге тең $\nu=1$ қисық изотропты қабаттағы мұнай өнімінің Q_m оқпан ұзындығына L тәуелділігін көрсетеді. $K_{мик}=k_{гор}/10$ теңдеуіне мәндес анизотропия параметрі $\nu=0,3162$ болған кезде тік бағыттағы өткізгіштігі төмен қабат есебінен анизотропия параметрінің 3-есе азайуы мұнай өнімін төмендетеді.

1 кесте – Қабаттың әр түрлі анизотропиясы кезіндегі мұнай өнімін есептеу нәтижелері

Анизотропия параметрі $\nu = \sqrt{\frac{k_{мик}}{k_{гор}}}$	Горизонтальды ұңғыма өнімі, Q_m м ³ /тәу, оқпанның әртүрлі ұзындығы кезінде $L_{гор}$					
	$L_{гор}=100$ м	$L_{гор}=200$ м	$L_{гор}=300$ м	$L_{гор}=400$ м	$L_{гор}=500$ м	$L_{гор}=600$ м
0,03162	6,3	12,6	18,8	25,1	31,4	37,7
0,1	18,6	37,1	55,7	74,3	92,8	111,4
0,3162	55,0	110,0	165,0	220,0	275,0	330,0
1	150,2	300,4	450,6	600,7	750,9	901,1

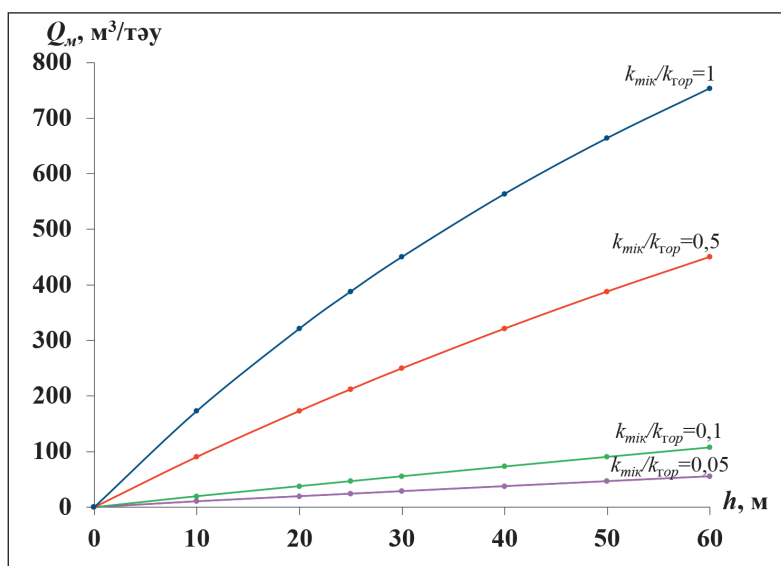


1-сурет – Анизотропияның әр түрлі параметрлері кезіндегі горизонтальды ұңғыманың мұнай өнімінің оқпанның ұзындығына тәуелділігі

2-кестеде қабаттың әртүрлі қалыңдығы мен әртүрлі өткізгіштігі $k_{мик}/k_{гор}$ кезіндегі горизонтальды ұңғыманың мұнай өнімінің есептеу нәтижелері көрсетілген. 2-суретте $k_{мик}/k_{гор}$ түрлі қатынаста және $L_{гор}=300$ м болған кездегі горизонтальды ұңғыма өнімінің қабат қалыңдығына тәуелділігі көрсетілген. Мысалы, қатынастың артуы $k_{мик}/k_{гор}=0,1$ -ден $0,5$ -ке дейін, (1) сәйкес мұнай өнімі $19,8$ м³/тәу-тен $450,6$ м³/тәу артады. $k_{мик}/k_{гор}=1$ болған кезде $Q_m=753,9$ м³/тәу максималды мәніне жетеді.

1 кесте – $k_{мик}/k_{гор}$ әртүрлі қатынаста болған кезде мұнай өнімін есептеу нәтижелері

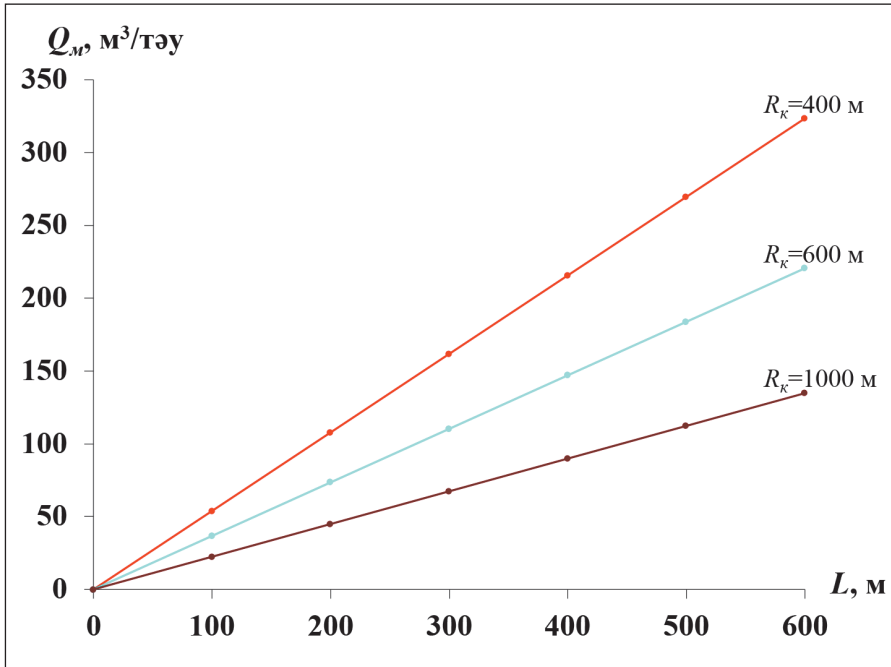
$K_{мик}/k_{гор}$ параметрі	Горизонтальды ұңғыма өнімі, қабаттың әр түрлі қалыңдығы h мен өткізгіштігі кезінде						
	$h=5$ м	$h=10$ м	$h=20$ м	$h=30$ м	$h=40$ м	$h=50$ м	$h=60$ м
0,05	10,6	19,8	24,3	28,9	37,9	46,8	55,7
0,1	19,8	37,9	46,8	55,7	73,3	90,6	107,6
0,5	90,6	173,2	212,3	250,0	321,5	388,2	450,6
1	173,2	321,5	388,2	450,6	564,0	664,4	753,9



2-сурет – Қабат өткізгіштігінің әртүрлі арақатынасы $k_{мик}/k_{гор}$ кезіндегі горизонтальды ұңғыма өнімінің қабат қалыңдығына тәуелділігі

Горизонтальды мұнай ұңғымасының өнімділігіне кеніштің полоособразды фрагментінің қоректену контурына дейінгі қашықтығының әсері

Горизонтальды ұңғымалар үшін дренаждау облысы оның конструктивті ерекшелігіне байланысты тік ұңғымаларға қарағанда үлкенірек. Сондықтан горизонтальды ұңғымаларды қолданғанда олардың торы тік ұңғымаларды қолданғанға қарағанда сирек болуы қажет. 3-суретте қабат депрессиясы $\Delta P=0,1$ МПа және оқпанның әртүрлі ұзындығы кезіндегі горизонтальды мұнай ұңғымасының өніміне қоректену контурына R_k дейінгі қашықтықтың әсері көрсетілген 3-суреттен мұнай өнімі қоректену контурына R_k кері пропорционал екені көрінеді. Ұқсас қабат депрессиясы мен ұқсас горизонтальды оқпан ұзындықтары кезінде R_k артқан жағдайда мұнай өнімінің төмендеуіне әкеледі.



3-сурет – Дренаждау аймағының шекарасына дейінгі қашықтық әр түрлі болған кезде горизонтальды ұңғыма өнімінің оқпан ұзындығына тәуелділігі

Кеніштің полосообразды фрагменті бойынша горизонтальды оқпанның асимметриялы орналасуының ұңғыма өнімділігіне әсері

Бар теориялық негіздер мен горизонтальды ұңғыма өнімділігін анықтайтын методика горизонтальды ұңғымаға мұнайдың ағынының қабылданған сұлбалануымен тығыз байланысты. Мұнайдың горизонтальды ұңғыманың түбіне ағынының тік ұңғыма түбіне ағынынан принципті айырмашылығы горизонтальды ұңғыма әрқашан айтарлықтай бірнеше мыңдаған метрге дейін ағыны аралығын иеленеді. Оқпанға мұнайдың ағыны болатын жерде сүзгінің үлкен ұзындығы қажетті қабат депрессиясын жасауды шартты етеді, оның мүмкін болатын үлкендігі горизонтальды оқпан бөлігінде сорапты компрессор құбыр болмаған жағдайда оқпанның горизонтальды қалыптан тік қалыпқа өту нүктесінде болуы керек. Егер оның үлкендігі қандайда бір фактордың, яғни, табанындағы судың болуы немесе коллектордың тұрақсыздығымен шектеулі болса, онда мұнайдың оқпанмен қозғалысы кезінде туындайтын оқпанның горизонтальды бөлігінің айтарлықтай ұзындығы үйкеліске байланысты қысымының жоғалуы оқпанның аяқ жағындағы депрессия өте аз болуы мүмкін. Жағдайлар қатарындағы мүмкін болатын вариант оқпанның аяқ жағындағы түптік қысым $P_{түп}$ қабат қысымына $P_{қаб}$ жақын болады. Бұндай жағдайларда оқпанның горизонтальды бөлігінің ұзындығы оқпанның горизонтальды қалыптан тік қалыпқа өту нүктесіндегі қабат депрессиясы мен оқпанның горизонтальды бөлігіндегі қысымның жоғалуымен шектелуі керек.

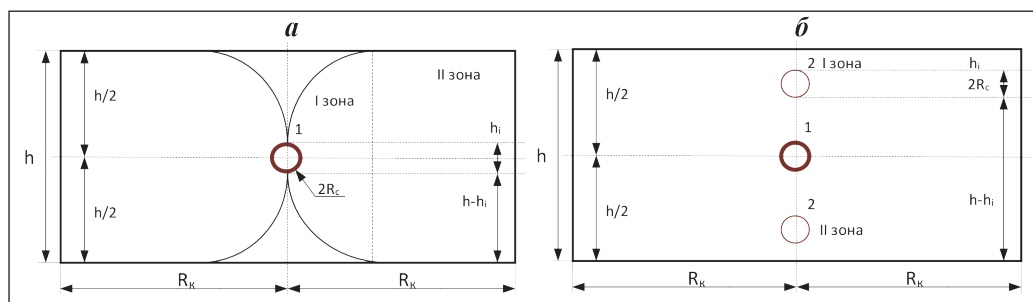
Қабаттың нақты қасиеттеріне байланысты горизонтальды ұңғыма өнімділігіне әсер ететін әр түрлі факторларды ескере отырып: оның қалыңдығы, жақын жерде табан судың болуы, коллекторлардың тұрақтылығы, ұңғыма оқпанының ұзындықтары, горизонтальды ұңғымаға мұнай сүзілу ережелері тік ұңғымаға қарағанда маңыздырақ мағынаға ие болып келеді, қалыңдығы шектеулі қабатты ашатын.

Мұнай газ қабатын ашқан горизонтальды ұңғыма өнімділігін анықтайтын жуық аналитикалық әдістерді іздеу, сүзілу процесінің физикалық болмысын бұрмаламай, осындай ұңғымалардың өнімін анықтайтын қарапайым формулалар алуға мүмкіндік беретін есеппен қаралатын моделін таңдауға бағытталған.

Бірақ сүзілу есептерін сұлбалау әдістерінің кең тараған түрі қабат сүзілуінің ақиқат аймағын З.С. Алиевпен [1÷5] ұсынылған эквиваленттік қарсыласуды қамтамасыз ететін аймаққа ауыстыру болып табылады.

Полосообразды қабатты ашқан, горизонтальды ұңғымаға мұнай сүзілу есебін оңайлататын сұлбалау келесі әдістермен ұсынылуы мүмкін. $R=h/2$ радиусы шегінде симметриялы орналасу үшін горизонтальды оқпан ұзындығы бойымен мұнайдың ағыны жалпақ радиальды түрде болуы мүмкін, ал бұл шеңбердің шегінен тыс жерде ағыны іріленген ұңғымаға қарай жалпақ параллельді фильтрация түрінде қаралуы мүмкін.

Үлкен практикалық қызығушылықты қабат қалыңдығы бойынша горизонтальды оқпанның орналасуының ұңғыма өніміне әсерін зерттеу тудырады. Толығымен горизонтальды ұңғымамен ашылған, оған қарай мұнай ағыны болатын, қабат қалыңдығы бойынша асимметриялы орналасқан, полосообразды қабатты қарастырайық. Қабат қалыңдығы бойынша горизонтальды оқпанның орналасуына байланысты ұңғыма өнімін анықтау қажет. Сондықтан қарапайым аналитикалық формулаларды алу үшін кейбір жеңілдетілген болжамдарды қолдану қажет. Тапсырманы шешуге арналған сұлбасы суретте көрсетілген.



4 сурет – Қабаттың қалыңдығы бойынша көлденең ұңғыма оқпанының орналасу сұлбасы: 1-симметриялы; 2-асимметриялық

Сондықтан қарапайым аналитикалық формулаларды алу үшін, кейбір оңайлататын болжамдарды қолдану қажет. Joshi S.D. [6, 7] және З.С. Алиева, В.В. Шеремета [1÷4] формулалары бойынша қабат жабыны мен табанынан бірдей қашықтықтағы горизонтальды мұнай ұңғымасының өнімі анықталды. Зерттеу үшін үлкен практикалық қызығушылықты қабаттың жабыны мен табанына байланысты горизонтальды оқпанның орналасуының ұңғыма өнімділігіне әсері тудырады. [1÷4] және [5÷15]

жұмыстарда қабат қалыңдығы бойынша асимметриялы орналасқан горизонтальды ұңғыма өнімін анықтау үшін төмендегі түрдегі формулалар ұсынылған:

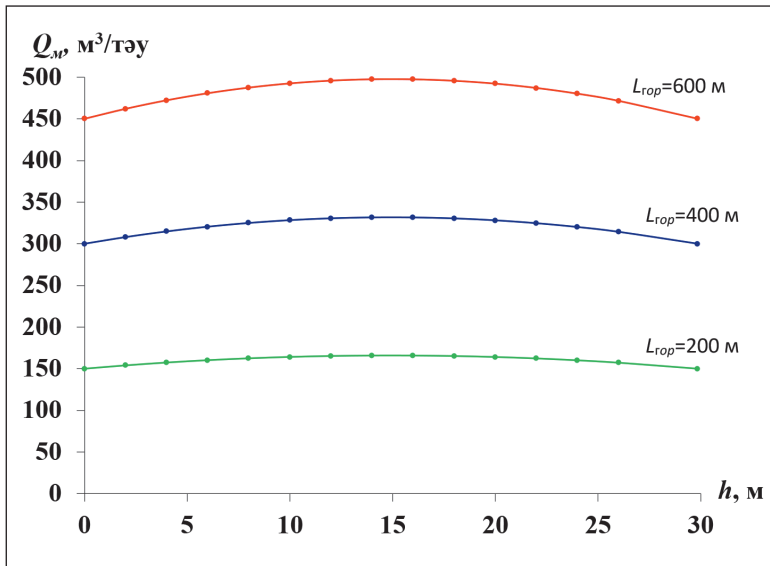
$$Q_M = \frac{2\pi kh\Delta P}{\mu_m B_m \left[\ln \frac{A + \sqrt{A^2 - (L/2)^2}}{L/2} + \frac{vh}{L} \ln \frac{(vh/2)^2 - v^2 \delta^2}{2R_c} \right]} \quad (2)$$

мұндағы, δ – ұңғыма центрі мен қабат қалыңдығы ортасының арасындағы тік қашықтық. [6,7] сәйкес (2) формула келесі шарттарды орындауды талап етеді: $L > vh$, $\delta < h/2$, $L < 1,8R_c$

$$Q_M = \frac{2kL\Delta P}{\mu_m B_m} \sum_{i=1}^2 \frac{1}{\frac{2}{h_i} \left[h_i + R_c \ln \frac{R_c}{h_i + R_c} \right] + \frac{R_K - h_i}{(h_i + R_c)}} \quad (3)$$

Әр аймаққа симметриялы орналасқан оқпан үшін қабылданған горизонтальды ұңғыма өнімін анықтау әдісі қолданылған. Қабылданған формулалар бойынша қабат жабыны мен табанынан әр түрлі қашықтықта орналасқан горизонтальды ұңғыма өнімін анықтау есептеулер жүргізілген.


5-суретте көрсетілген есептеулер нәтижесінен полосообразды кенішті ашқан горизонтальды ұңғыма өнімінің шамасы ұңғыма оқпаны өнімді қабаттың ортасынан оның жабыны мен табанына қарай орын ауыстырғанда өзгереді.



5 сурет – Горизонтальды мұнай ұңғымасы өнімінің қабат қалыңдығы бойынша оқпанның орналасуына тәуелділігі

Оқпанның ең жақсы орналасуы, оның біртекті өнімді қабаттың ортасында болуы болып табылады. Оқпанның жабынға немесе түпке қарай орын ауыстыруы, бірдей дәрежеде горизонтальды ұңғыма өніміне әсер етеді. Ұңғыма өнімінің оның қолайлы орналасуы кезіндегі өнімі (оқпан қабаттың ортасында орналасқан кезде)

мен қабылданған бастапқы деректер кезіндегі максималды ауытқуы 9,5%. Оқпан жабынға немесе түпке қарай орын ауыстырған жағдайда, өнімінің максималды ауытқуы қабат қалыңдығы бойымен жоғарылай өседі.

Қорытынды Есептеу нәтижелері көрсеткендей, көлденең ұңғыманың өндірімділігі анизотропия параметрінің және қабат қалыңдығының өсуімен сызық бойы жоғарылайды және қоректену контурына дейінгі арақашықтықтың ұлғаюымен пропорционал көлемде төмендейді. Полосообразды тәрізді түзілген көлденең ұңғымадағы мұнай көлемінің ұңғыма оқпанын қабаттың қалыңдығы бойынша асимметриялы түрде орналастыру кезінде азаятыны анықталды. Оқпанды жабынға немесе табанға бірдей деңгейде жылжыту көлденең ұңғыманың өніміне әсер етеді. Қабат қалыңдығының $h=30$ м қабылданған шамасына байланысты көлденең мұнай ұңғымасындағы өнімінің ең көп азауы симметриялы орналасқан өніммен салыстырғанда 9,5%-ды құрады. 

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Сейтжанов С.С. Диссертация «Разработка методов обоснования производительности горизонтальных нефтяных скважин при различных формах зоны дренирования». – РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, 2011. - 144 с. [Sejtzhanov S.S. Dissertaciya «Razrabotka metodov obosnovaniya proizvoditel'nosti gorizontal'nyh neftyanyh skvazhin pri razlichnyh formah zony drenirovaniya». – RGU nefti i gaza (NIU) im. I. M. Gubkina, 2011. - 144 p].
- 2 Алиев З.С., Шеремет В.В. Определение производительности горизонтальных скважин, вскрывших газовые и газонефтяные пласты. - М.: Изд. Нефть и газ, 1995, С.64-68. [Aliev Z.S., SHeremet V.V. Opredelenie proizvoditel'nosti gorizontal'nyh skvazhin, vskryvshih gazovye i gazoneftyanye plasty. - M.: Izd. Neft' i gaz, 1995, S.64-68.].
- 3 Сейтжанов С.С., Сүлейменов Н.С., Ахметов Н.Х. Табаны сулы кенішті ашқан горизонталь оқпанды мұнай ұңғымасының шектік сусыз өнімін анықтау әдістемесі. НЕФТЬ И ГАЗ ,5 (137), 2023, С.107-114, Алматы. [Sejtzhanov S.S., Sulejmenov N.S., Akhmetov N.Kh. Tabany suly kenishti ashkan gorizontal' oқpandy munaj ungymasynyn shektik susyz onimin anyktau adistemesi. NEFT' I GAZ ,5 (137), 2023, S.107-114, Almaty.].
- 4 Сейтжанов С.С., Сүлейменов Н.С., Танжариков П.А. Қарашығанақ мұнай кен орнындағы горизонтальды ұңғымалардың өнімділігіне әсер ететін факторлар. НЕФТЬ И ГАЗ ,6 (138), 2023, С.151-159, Алматы. [Sejtzhanov S.S., Sulejmenov N.S., Tanzharikov P.A. Qarashyғanaq mұnaj ken ornynдағы gorizontaldy ұңғymалардың өnimdiligine әсер etetin faktorlar. NEFT' I GAZ ,6 (138), 2023, S.151-159, Almaty.].
- 5 Борисов Ю.П., Пилатовский В.П., Табаков В.П. «Разработка нефтяных месторождений горизонтальными и многозабойными скважинами». М.: Недра, 1964.-154 с. [Borisov YU.P., Pilatovskij V.P., Tabakov V.P. «Razrabotka neftyanyh mestorozhdenij gorizontal'nyimi i mnogozaboynymi skvazhinami». M.: Nedra, 1964. -154 s].
- 6 Joshi S.D. “Horizontal well technology”. Monograph. Oklahoma. 1991.-535 p.
- 7 Joshi S.D. “Augmentation of well productivity with slant and horizontal wells”. Paper presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, New Orleans, Louisiana, October 1986. Paper Number: SPE-15375-MS
- 8 Giger F.M. “The Reservoir Engineering Aspects of Horizontal Drilling”. Paper presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Houston, Texas, September 1984. Paper Number: SPE-13024-MS

- 9 Giger F.M. "Analytic Two-Dimensional Models of Water Cresting Before Breakthrough for Horizontal Wells". Reservoir Engineering. Nov., 1989 Paper Number: SPE-15378.
- 10 Renard G.I., Dupug J.M. "Influence of Formation Damage on the flow Efficiency of Horizontal Wells". Paper SPE 19414, Presented at the Formation Damage Control Symposium, Lafayette, Louisiana, February 22- 23, 1990
- 11 Ермолаев А.И., Ефимов С.И., Харитонов И.П., Методы интенсификации притока газа к скважинам подземного хранилища газа - оценка масштабов применения. Наука и техника в газовой промышленности, №3, 2021. С.73-79 [Ermolaev A.I., Efimov S.I., Kharitonov I.P., Metody intensivatsii pritoka gaza k skvazhinam podzemnogo hranilishcha gaza - ocenka masshtabov primeneniya. Nauka i tekhnika v gazovoy promyshlennosti, №3, 2021. S.73-79].
- 12 Насрадин А.Ж., Танжариков П.А., Сүлейменов Н.С. Кен орындарында мұнайды сусыздандыруды зерттеу және жетілдіру. НЕФТЬ И ГАЗ,5 (131), 2022, С.87-95, Алматы. [Nasradin A.ZH., Tanzharikov P.A., Sulejmenov N.S. Ken oryndarynda munajdy susyzdandyrudy zertteu zhane zhetildiru. NEFT' I GAZ,5 (131), 2022, S.87-95, Almaty].
- 13 Кожин В.Н., Демин С.В., Бакиров И.И. Изучение новых способов разработки карбонатных залежей, имеющих контактные водонефтяные зоны. Нефтяная провинция. – 2023. – № 3 (20). – С. 129–139. [Kozhin V.N., Demin S.V., Bakirov I.I. Izuchenie novyh sposobov razrabotki karbonatnyh zalezhej, imeyushchih kontaktnye vodoneftyanye zony. Neftyanaya provinciya. – 2023. – № 3 (20). – S. 129–139].
- 14 Бакиров И.И., Бакиров А.И., Бакиров И.М. Опыт разработки карбонатных отложений с активной водонефтяной зоной. Нефтяная провинция. – 2019. – № 4. – С. 129–139. [Bakirov I.I., Bakirov A.I., Bakirov I.M. Opyt razrabotki karbonatnyh otlozhenij s aktivnoj vodoneftyanoj zonoj. Neftyanaya provinciya. – 2019. – № 4. – S. 129–139].
- 15 Сулейменов Н.С. Факторы, влияющие на снижение гидропроводности призабойной зоны скважины. НЕФТЬ И ГАЗ ,6 (126), 2021, С.100-109, Алматы. [Sulejmenov N.S. Faktory, vliyayushchie na snizhenie gidroprovodnosti prizabojnoj zony skvazhiny. NEFT' I GAZ ,6 (126), 2021, S.100-109, Almaty].