

УДК 622.276.3; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-6.14>
<https://orcid.org/0000-0002-4795-7673>
<https://orcid.org/0000-0002-4039-4900>
<https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>

ҚАРАШЫҒАНАҚ МҰНАЙ КЕН ОРНЫНДАҒЫ ГОРИЗОНТАЛЬДЫ ҰҢҒЫМАЛАРДЫҢ ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАР



С.С. СЕЙТЖАНОВ,
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

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

Мақала горизонтальды мұнай ұңғымасының өнімділігін әртүрлі әдістермен есептеуге, есептеу нәтижелерін салыстыруға және бұрын зерттелмеген басқа факторлардың әсерін ескеретін мұнай дебитін анықтау бойынша ұсыныстар жасауға арналған.

Горизонтальды ұңғымалардың әр түрлі қабат қалыңдығының әсері, көлденең оқпанының ұзындығы, абсолютті өткізгіштігі, қабат пайда болатын депрессия кезінде көлденең ұңғымалардың дебиттерін есептеу нәтижелері Ю.П. Борисов, S. D Joshi, F. M. Giger, G. I. Renard, J. M. Dupug, З. С. Алиев, В. В. Шеремет әдісі бойынша есептелген.

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

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН КАРАЧАГАНАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С.С. СЕЙТЖАНОВ, 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

КЫЗЫЛОРДИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. КОРКЫТ АТА,
Республика Казахстан, 120014, г. Кызылорда, ул. Айтеке би, 29А

Статья посвящена проведению расчетов производительности горизонтальной нефтяной скважины различными методами, сравнению результатов расчетов и разработке рекомендаций по определению дебита нефти, учитывающих влияние других, ранее не изученных факторов.

Полученные результаты расчета дебитов горизонтальных скважин при различных толщинах пласта h , длины горизонтального ствола $L_{гор}$, абсолютной проницаемости k , депрессии на пласт ΔP , рассчитанной по методу Ю.П. Борисова, S.D Joshi, F.M. Giger, G.I. Renard, J.M. Dupug, З.С. Алиева, В.В. Шеремета.

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

FACTORS AFFECTING THE PERFORMANCE OF HORIZONTAL OIL WELLS OF THE KARACHAGANAK FIELD

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

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

The article is devoted to carrying out calculations of the productivity of a horizontal oil well by various methods, comparing the results of calculations and developing recommendations for determining the flow rate of oil, taking into account the influence of other previously unexplored factors.

The obtained results of calculating the flow rates of horizontal wells at different reservoir thicknesses h , the length of the horizontal trunk L , the absolute permeability k , depression on the reservoir ΔP in which calculated by the method of Yu.P. Borisov, S.D Joshi, F.M. Giger, G.I. Renard, J.M. Dupug, Z.S. Aliyev, V.V. Sheremet.

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



Қысқашы. Әлемдік практика көрсеткендей, шельфте мұнай кен орындарын пайдалану және өндеуде болашағы бар бағыттардың бірі мұнай бергіштікті айтарлықтай арттыратын горизонтальды ұңғымаларды пайдалану болып табылады.

Горизонтальды ұңғымалардың үлкен дебитпен 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. Қабаттың ұқсас параметрлері кезінде әртүрлі әдістермен алынған горизонтальды ұңғымалардың дебиттерін салыстыру. Қазіргі уақытта горизонтальды мұнай ұңғымаларының өнімділігін анықтау үшін көптеген әдістер ұсынылған. Негізгі әдістерге келесілерді жатқызған дұрыс:

1. Ю.П. Борисовтың әдісі және т.б. [1] – бұл әдіс горизонтальды ұңғымамен дренаждалатын аймақтың шеңбер пішінді болатынын айтады:

$$Q_M = \frac{2\pi kh\Delta P}{\mu_M B_M \left[\ln \frac{4R_K}{L} + \frac{h}{L} \ln \frac{h}{2\pi R_C} \right]} \quad (1.1)$$

2. S.D. Joshi әдісі [1,5÷6] – бұл әдіс горизонтальды ұңғымамен аудан бойынша дренаждалатын аймақтың эллипсоид пішінді болатынын айтады:

$$Q_M = \frac{2\pi kh\Delta P}{\mu_M B_M \left[\ln \left(\frac{A + \sqrt{A^2 - (L/2)^2}}{L/2} \right) + \frac{h}{L} \ln \frac{h}{2R_C} \right]} \quad (1.2)$$

$$A = \frac{L}{2} \left[\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \left(\frac{2R_K}{L} \right)^4} \right]^{0,5} \quad (1.3)$$

3. F.M. Giger әдісі [1,7÷8] – бұл әдіс S.D. Joshi әдісіндегідей горизонтальды ұңғымамен аудан бойынша дренаждалатын аймақтың эллипсоид пішінді болатынын айтады:

$$Q_M = \frac{2\pi kh\Delta P}{\mu_M B_M} \frac{1}{\left[\frac{L}{h} \ln \frac{1 + \sqrt{1 - (L/2R_K)^2}}{L/(2R_K)} + \ln \frac{h}{2R_C} \right]} \quad (1.4)$$

4. G.I. Renard, J.M. Dupug әдісі [1,9] – бұл әдіс аудан бойынша горизонтальды ұңғымамен дренаждалатын аймақ жұмыстарда қабылданған [7] және [8] пішіндерге ұқсас болатынын айтады:

$$Q_M = \frac{2\pi kh\Delta P}{\mu_M B_M \left(\cos h^{-1}(X) + \frac{h}{L} \ln \frac{h}{2\pi R_C} \right)} \quad (1.5)$$

5. З.С. Алиева, В.В. Шеремета әдісі [1÷2] – бұл әдіс горизонтальды ұңғымамен дренаждалатын аймақ горизонтальды оқпанмен толықтай ашылған, полоосообразды пішіндегі қабат болып келетінің айтады:

$$Q_M = \frac{2kL\Delta P}{\mu_M B_M} \frac{1}{\left[1 + \frac{2R_C}{h-2R_C} \ln \frac{2R_C}{h} \right] + \frac{R_K - (h-2R_C)}{2h}} \quad (1.6)$$

Барлық формулалар келесі шарттарды қолданады: фильтрацияның стационарлық режимі, біртекті қабат және горизонтальды оқпан қалыңдығы бойынша симметриялы (немесе [1÷4] жұмыста асимметриялы) болып орналасқан, бірақ бұл әдістер дренаждалатын аймақтың геометриясы бойынша ажыратылады.

Жоғарыда ұсынылған әдістер бойынша мұнай дебиттің есептеу үшін Қарашығанақ кен орнында орналасқан №918 ұңғыманың (*1-кестеге* қараңыз) бастапқы мәліметтері қабылданды. Әртүрлі қабат қалыңдығы h , горизонтальды оқпан ұзындығы L_{top} , абсолютті өткізгіштік k , қабаттың депрессиясы ΔP және коректену контурына дейінгі қашықтық R_K кезіндегі (1.1)÷(1.6) формулалармен анықталған горизонтальды ұңғымалардың дебиттері *2-кестеде* көрсетілген. Мұнда Q_1 –

Ю.П. Борисов әдісімен есептелген дебит, Q_2 – S.D. Joshi әдісімен, Q_3 – F.M. Giger әдісімен, Q_4 – G.I. Renard, J.M. Dupug әдісімен, Q_5 – З.С. Алиева, В.В. Шеремета әдісімен есептелген.

Нәтижелер және талқылаулар. 2-кестеде көрсетілгендей бұл әдістермен анықталған дебиттер айтарлықтай әртүрлі болып шықты және бұл дебиттердегі айырмашылық тек қабылданған дренажда аймағының геометриясымен байланысты. Айтып өткен формулалар мен қабылданған дренаждау аймағының пішіндері үшін горизонтальды оқпанның ұзындығына шектеу қойылмайды. Бірақ (1.6) формуладан басқа әдістердің барлығында горизонтальды оқпанмен дренаждау қабылданған аймақты толық ашқан кезде түптік және контур қысымының шамасы сәйкес келеді, бұл алынған есептеу формулаларын мұнай дебитің анықтау үшін тұрақсыз етеді. Бұл жағдай қоректену контуры параметріне жақын болып келетін горизонтальды оқпан ұзындығының бойының облысында ұсынылған формулалардың көбісі тиімсіз екенін білдіреді.

1 кесте – Әртүрлі әдістермен мұнай дебитің анықтауда қолданылған мұнай кеніші фрагментінің бастапқы мәліметтері

Параметрлері	Өлшем бірлігі	Мәні
Қабат қысымы	МПа	44,5
Түптік қысым	МПа	43,5
Ұңғыма радиусы	м	0,076
Қоректену контур радиуысы	м	250
Орташа тереңдігі	м	5050
Өткізгіштік коэффициенті	Дарси	0,05÷0,237
Қабат қалыңдығы	м	60
Қабат температурасы	С°	89
Мұнайдың көлемдік коэффициенті	доли ед.	2,05
Мұнай тығыздығы	г/см ³	0,826
Кеуектілік	доли ед.	0,2
Қабат жағдайындағы мұнай тұтқырлығы	мПа·с	0,57

2-кесте – Әртүрлі әдістермен горизонтальды мұнай ұңғымасының өнімділігін есептеу нәтижелері

$R_{к'}$ м	$L_{гор'}$ м	h , м	k , Дарси	D	Горизонтальды ұңғыманың дебиті, Q_m , м ³ /сут				
					Борисов Ю.П. және т.б.	JoshiS.D.	GigerF.M.	Renard G.I. және т.б.	Алиев З.С.
250	600	30	0,225	1	1035,0	377,4	-	433,9	497,7
500	"	30	0,225	1	527,0	351,6	277,8	304,4	262,3
1000	"	30	0,225	1	353,4	321,0	174,3	177,0	134,8
250	"	30	0,225	0,1	103,6	37,7	-	43,4	49,8
250	"	30	0,225	0,5	517,0	188,7	-	216,9	248,9
250	"	30	0,225	1,5	1553,9	566,2	-	650,8	746,6
250	"	50	0,225	1	1379,5	364,4	-	594,7	774,4
500	"	10	0,225	1	197,6	362,3	105,2	116,8	90,8
1000	"	10	0,225	1	127,3	329,9	62,8	63,9	45,8
500	"	50	0,225	1	778,7	340,3	406,8	440,5	421,3
1000	"	50	0,225	1	542,5	311,5	267,3	271,1	220,4
250	"	30	0,0225	1	103,6	37,7	-	43,4	49,8
500	"	30	0,0225	1	52,7	35,2	27,8	30,4	26,2
1000	"	30	0,0225	1	35,3	32,1	17,4	17,7	13,5
250	"	30	0,5	1	2302,1	838,7	-	964,1	1106,1
500	"	30	0,5	1	1171,2	781,4	617,4	676,4	582,9
1000	"	30	0,5	1	785,4	713,4	387,4	393,4	299,5

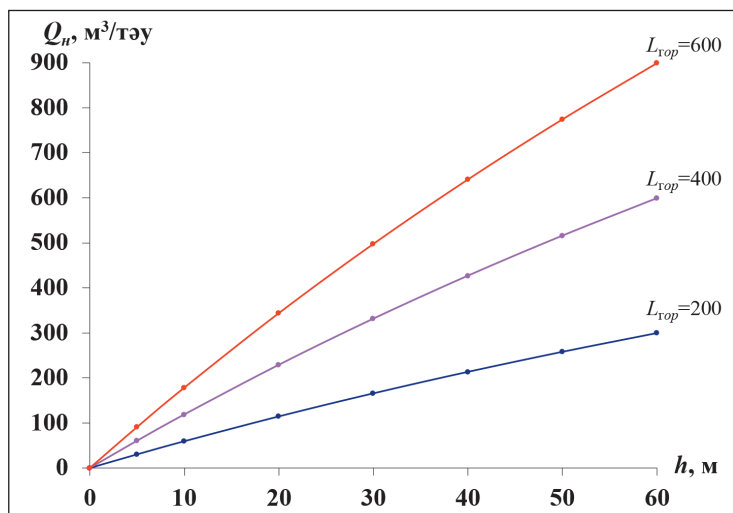
Қабат қалыңдығының әсері. Қабат қалыңдығы горизонтальды ұңғыма өнімділігіне тік ұңғыма дебитіне қарағанда аз дәрежеде әсер етеді [10÷14]. Бұдан шығатыны, қабат қалыңдығының әсерін зерттеу мақсатымен оның әртүрлі қалыңдығы кезінде горизонтальды ұңғыманың мұнай дебитін анықтау үшін есептеулер келтірілді. Оның нәтижелері 3-кестеде көрсетілген. Төменде тік және горизонтальды ұңғымаларға мұнай ағынының формулалары келтірілген, олардан алынған нәтижелер объективті болып табылады.

$$Q_B = \frac{2\pi kh\Delta P}{\mu_n \ln \frac{R_K}{R_C}} \quad \text{және} \quad Q_\Gamma = \frac{2kL\Delta P}{\mu_n B_H} \frac{1}{\left[1 + \frac{2R_C}{h-2R_C} \ln \frac{2R_C}{h}\right] + \frac{R_K - (h-2R_C)}{2h}} \quad (1.7)$$

Q_B және Q_Γ – тік және горизонтальды ұңғыма дебиттері.

Бұл мұнай ресурстарын қорын игеру үшін горизонтальды ұңғымаларды бұрғылау рентабельді болып келетінің көрсететін себептердің бірі. Бірақ айтылған қорытынды қабат қалыңдығы горизонтальды ұңғыма өнімділігіне аз әсер ететінің білдірмейді. Әртүрлі қабат қалыңдығы кезіндегі горизонтальды ұңғыма дебиттері 3-кестеде көрсетілген.

3-кестеден қабат қалыңдығы үлкен емес болған кезде дебиттің өсуі горизонталді мұнай ұңғымасының ұзындығын арттырған кезде аз екендігі көрінеді. Қабат қалыңдығын арттыру $h=5$ м-ден $h=60$ м-ге дейін, яғни, мұнай дебитінің 12 есе артуына әкеледі $Q_m \approx 91$ м³/тәу-тен $Q_m \approx 899$ м³/тәу дейін, $L_{гор}=600$ м болған кезде 10 есе артады. Ұңғыма дебитінің қабат қалыңдығынан өзгеру сипаттамасы $L_{гор}=200$; 400 және 600 м болған кезде 1-суретте көрсетілген. Қабат қалыңдығы үлкен емес болған кезде L/h қатынасы айтарлықтай қалыңдық болған кездегіге қарағанда жоғары. Мысалы, $L_{гор}=600$ м және $h=5$ м болған кезде, бұл қатынас келесіні құрайды $L/h=120$, бұл $h=60$ м, $L/h=10$ м болған кездегіге қарағанда 12 есе артық.



1-сурет – Горизонтальды мұнай ұңғымасы дебитінің әртүрлі $L_{гор}$ кезінде қабат қалыңдығына тәуелділігі

3-кесте – Алиева З.С., Шеремета В.В. [1] әдісімен горизонтальды мұнай ұңғымасының дебитің есептеу нәтижелері

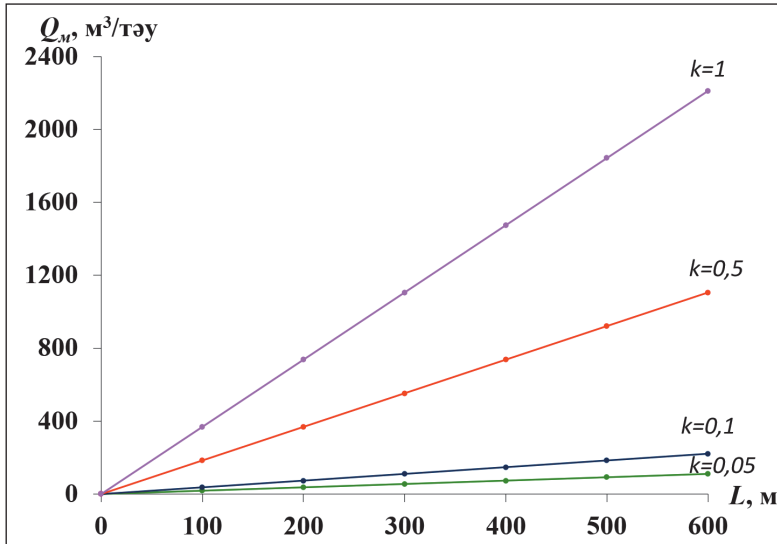
Қабат қалыңдығы h , м	Горизонтальды ұңғыма дебиті, Q_m м ³ /тәу, оқпанның әртүрлі ұзындығы кезінде $L_{гор}$					
	$L_{гор}=100$ м	$L_{гор}=200$ м	$L_{гор}=300$ м	$L_{гор}=400$ м	$L_{гор}=500$ м	$L_{гор}=600$ м
5	15,2	30,3	45,5	60,6	75,8	90,9
10	29,7	59,5	89,3	119,0	148,8	178,5
20	57,3	114,7	172,0	229,3	286,7	344,0
30	83,0	165,9	248,9	331,8	414,8	497,7
40	106,8	213,6	320,4	427,2	534,0	640,8
50	129,1	258,1	387,2	516,3	645,3	774,4
60	149,9	299,8	449,6	599,5	749,4	899,3

Өткізгіштік пен қабат депрессиясының ұңғыма өнімділігіне әсері

Горизонтальды ұңғыма дебиті қабат депрессиясына және абсолютті өткізгіштікке k тура пропорционал. Бұл параметрлердің артуы немесе кемуі горизонтальды ұңғыма мұнай дебитінің өсуіне немесе төмендеуіне алып келеді. Өртүрлі өткізгіштік пен қабат депрессиясы кезінде горизонтальды ұңғыманың мұнай дебитің есептеу нәтижелері 4 және 5 кестелерде көрсетілген. Абсолютті өткізгіштіктің кемуі болған жағдайда $k=0,5$ -тен $k=0,1$ Дарсиға дейін және $L_{гор}=300$ м болған кезде мұнай дебиті $Q_m=553$ м³/тәу-тің орнына $Q_m=111$ м³/тәу болды. Ал қабат депрессиясы 2 есе кемігенде, оқпанның горизонтальды бөлігінің бірдей ұзындығы үшін мұнай дебитінің 2 есе төмендеуі жүреді (2-3 суреттірді қараныз).

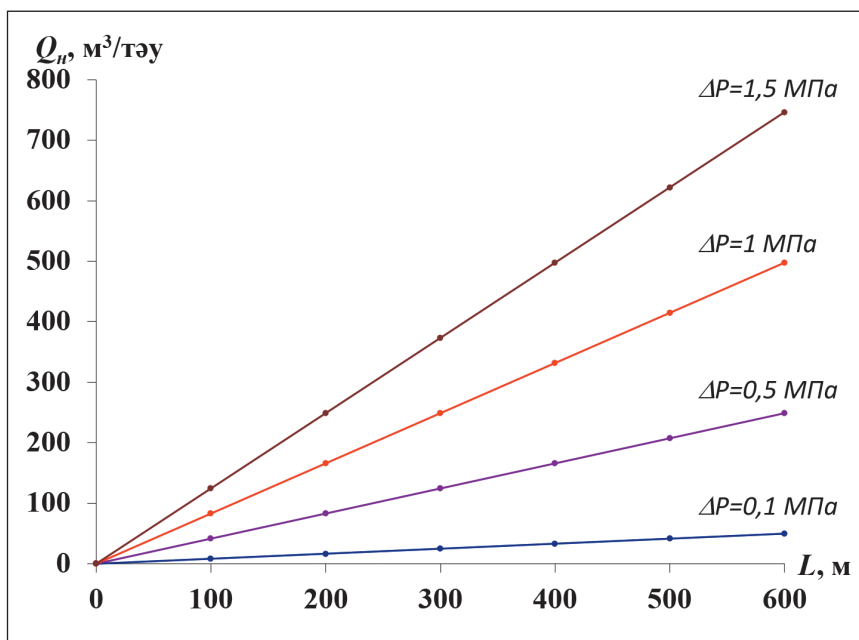
4 кесте – Өртүрлі қабат өткізгіштігі кезіндегі мұнай дебитін есептеу нәтижелері

Қабат өткізгіштігі k , Дарси	Горизонтальды ұңғыма дебиті, 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
0,05	18,4	36,9	55,3	73,7	92,2	110,6
0,1	36,9	73,7	110,6	147,5	184,3	221,2
0,5	184,3	368,7	553,0	737,4	921,7	1106,1
1	368,7	737,4	1106,1	1474,8	1843,5	2212,2



2-сурет – Өртүрлі қабат өткізгіштігі кезінде горизонтальды ұңғыма дебитінің оқпан ұзындығына тәуелділігі

Қорытынды. Қарашығанақ кенішіндегі мұнай объектісінің үлгісінде горизонтальды мұнай ұңғымаларының өнімділігін анықтаудың жуық әдістерінің көмегімен жасалған есептеулерде дебиттердің бірдей еместігі және осы дебиттердің айырмашылығы тек дренаждау аймағының геометриясына байланысты екендігі анықталды.



3-сурет – Өртүрлі қабат депрессиясы кезінде горизонтальды ұңғыма дебитінің оқпан ұзындығына тәуелділігі

5-кесте – Өртүрлі қабат депрессиясы кезіндегі мұнай дебитін есептеу нәтижелері

Қабат депрессиясы D	Горизонтальды ұңғыма дебиті, Q_n , м³/тәу, оқпанның әртүрлі ұзындығы кезінде $L_{гор}$					
	$L_{гор}=100м$	$L_{гор}=200м$	$L_{гор}=300м$	$L_{гор}=400м$	$L_{гор}=500м$	$L_{гор}=600м$
0,1	8,3	16,6	24,9	33,2	41,5	49,8
0,5	41,5	83,0	124,4	165,9	207,4	248,9
1,0	83,0	165,9	248,9	331,8	414,8	497,7
1,5	124,4	248,9	373,3	497,7	622,2	746,6

Есептеу нәтижелері көрсеткендей, көлденең ұңғыманың өнімділігіне арналған қабат параметрлері - k , ΔP тік ұңғымалардың дебитіне қарағанда мейлінше аз әсер етеді. Горизонтальды ұңғыманың өнімділігі қабатқа қатысты депрессияның, қабаттың абсолютті өткізгіштігінің, өсуімен сызық бойы жоғарылайды және қоректену контурына дейінгі арақашықтықтың ұлғаюымен пропорционал көлемде төмендейді. 🌐

ӘДЕБИЕТ

- 1 Сейтжанов С.С. Диссертация «Разработка методов обоснования производительности горизонтальных нефтяных скважин при различных формах зоны дренирования». – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, 2011. – 144 с. [Sejtzhanov S.S. Dissertaciya «Razrabotka metodov obosnovaniya proizvoditel'nosti gorizontal'nyh neftnyanh skvazhin pri razlichnyh formah zony drenirovaniya». – М.: RGU нефти i gaza (NIU) im. I. M. Gubkina, 2011. –144 p].

- 2 Алиев З.С., Сейтжанов С.С. Метод определения текущей длины горизонтального участка нефтяной скважины в условиях истощения залежи // Нефть, газ и бизнес. – 2010. – №12. – С.80-82. [Aliiev Z.S., Sejtzhanov S.S. Metod opredeleniya tekushchej dliny gorizonta'l'nogo uchastka neftjanoj skvazhiniy v usloviyah istoshcheniya zalezhi // Neft', gaz i biznes. – 2010. – №12. – S.80-82].
- 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. – 2023. – № 5 (137). – С. 107-114. [Sejtzhanov S.S., Sulejmenov N.S., Akhmetov N.Kh. Tabany suly kenishti ashkan gorizonta'l' oқpandy munaj ungymasynyn shektik susyz onimin anyktau adistemesi // Neft' i gaz. – 2023. – №5 (137). – S.107-114].
- 4 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 neftjanyh mestorozhdenij gorizonta'l'nymi i mnogozabojnymi skvazhinami. – M.: Nedra, 1964. . – 154 s].
- 5 Joshi S.D. Horizontal well technology. Monograph. – Oklahoma, 1991. – 535 p.
- 6 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
- 7 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
- 8 Giger F.M. Analytic Two-Dimensional Models of Water Cresting Before Breakthrough for Horizontal Wells. Reservoir Engineering. Nov., 1989 Paper Number: SPE-15378.
- 9 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
- 10 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. – 2021. – №3. – С. 73-79. [Ermolaev A.I., Efimov S.I., Kharitonov I.P., Metody intensifikacii pritoka gaza k skvazhinam podzemnogo hranilishcha gaza - ocenka masshtabov primeneniya // Nauka i tekhnika v gazovoj promyshlennosti. – 2021. – №3. – S. 73-79].
- 11 Насрадин А.Ж., Танжариков П.А., Сүлейменов Н.С. Кен орындарында мұнайды сусыздандыруды зерттеу және жетілдіру // Нефть и газ. – 2022. – №5 (131). – С. 87-95. [Nasradin A.ZH., Tanzharikov P.A., Sulejmenov N.S. Ken oryndarynda munajdy susyzdandyруды zertteu zhane zhetildiru // Neft' i gaz. – 2022. – №5 (131). – S. 87-95].
- 12 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 vodoneftjanye zony. Neftjanaya provinciya. – 2023. – № 3 (20). – S. 129-139].
- 13 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. Oпыt razrabotki karbonatnyh otlozhenij s aktivnoj vodoneftjanoj zonoj // Neftjanaya provinciya. – 2019. – № 4. – S. 129–139].
- 14 Сулейменов Н.С. Факторы, влияющие на снижение гидропроводности призабойной зоны скважины // Нефть и газ. – 2021. – № 6 (126). – С. 100-109. [Sulejmenov N.S. Faktory, vliyayushchie na snizhenie gidroprovodnosti prizabojnoj zony skvazhiniy // Neft' i gaz. – 2021. – № 6 (126). – S. 100-109].