

Код МРНТИ 52.47.15

С.Т. Закенов¹, Л.К. Нуршаханова¹, *Б.Т. Ратов², А.А. Жәңгірханова²¹Yessenov University (Ақтау қ., Қазақстан),
²Satpayev University (Алматы қ., Қазақстан)

ӨНДІРУШІ ҰҢҒЫМАЛАРДЫҢ ТҮПМАҢЫ ҚЫСЫМЫНЫҢ ОҢТАЙЛЫ ШАМАСЫН НЕГІЗДЕУ

Андатпа. Ұңғымаларды пайдаланудың неғұрлым оңтайлы технологиялық режимдеріне қол жеткізілетін және мұнай кен орындарын ұтымды игеру мен пайдаланудың негізгі қағидаттары бұзылмайтын ұңғыма түпмаңы қысымды қанығу қысымынан төмен төмендетудің мүмкін болатын шектерін негіздеу өзекті міндет болып табылады. Бұл күнделікті мұнай өндірудің өсуіне байланысты жағымды жақтан басқа, теріс жағы да бар – кенжар қысымының шамадан тыс төмендеуі, бұл ұңғыма түпмаңы аймағында мұнайдың газдануын тудырады, ол өз кезегінде өндіруші ұңғыма жерасты қондырғыларының жұмысына айтарлықтай әсер етеді. Бұл мәселені шешу үшін кәсіптік зерттеулердің нәтижелерін егжей-тегжейлі талдауды, аналитикалық есептеулерді және ұңғымаларды тиісті ұңғыма түпмаңы қысымымен.

Түйінді сөздер: талдау, ұңғыма, пайдалану, кенжар қысымы, қанықтыру қысымы, мұнай, ұңғыма, индикатор диаграммасы.

Justification of the optimal downhole pressure values of producing wells

Abstract. Justification of the possible limits of reducing the bottom-hole pressure below the saturation pressure, at which the most optimal technological modes of well operation are achieved and the basic principles of rational development and operation of oil fields are not violated, is an urgent task. This is due to the fact that due to the increase in daily oil production, in addition to the positive side, there is also a negative side – an excessive decrease in downhole pressure, which causes oil to decompose in the bottom-hole zone, which, in turn, significantly affects the operation of underground well equipment. To solve this problem, it is necessary to use an integrated approach, including a detailed analysis of the results of professional research, analytical calculations and hydrodynamic modeling of well operation at the appropriate bottom-hole pressure.

Key words: analysis, well, operation, downhole pressure, saturation pressure, oil, well, indicator diagram.

Обоснование оптимальной величины забойного давления добычных скважин

Аннотация. Обоснование возможных пределов снижения забойного давления ниже давления насыщения, при котором достигаются наиболее оптимальные технологические режимы эксплуатации скважин и не нарушаются основные принципы рациональной разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, является актуальной задачей. В связи с ростом ежедневной добычи нефти, помимо положительной, есть и отрицательная сторона – чрезмерное снижение забойного давления, что вызывает разгазирование нефти в призабойной зоне, а это, в свою очередь, существенно влияет на работу подземного оборудования скважины. Для решения этой задачи необходимо использовать комплексный подход, включающий детальный анализ результатов профессиональных исследований, аналитические расчеты и гидродинамическое моделирование эксплуатации скважин при соответствующем забойном давлении.

Ключевые слова: анализ, скважина, эксплуатация, забойное давление, давление насыщения, нефть, скважина, индикаторная диаграмма.

Кіріспе

Ұңғымаларды пайдалануды талдау мұнайдың газбен қанығу қысымына қатысты оңтайлы ұңғыма түпмаңы қысымы бар өндіруші ұңғыманың технологиялық жұмыс режимін белгілеу мәселесін тұтастай алғанда мұнай кен орнының жұмыс режимін зерттеуге байланыссыз қарастыруға болмайтынын көрсетеді¹ [1].

Бұл, біріншіден, ұңғыманың түпмаңындағы аймағының геологиялық – кәсіптік ерекшеліктеріне байланысты, ұңғыма түпмаңы қысымын төмендету есебінен депрессияның ұлғаюы ұңғыма маңындағы аймақтың жыныстарының жойылуына және мұнайдың физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруіне, оның ішінде қайтымсыз өзгеруіне ғана емес, сонымен қатар бүкіл қабат-сұйықтық жүйесінің сүзу-сыйымдылық параметрлерінің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Екіншіден, оңтайлы (сыни) сәйкес келетін қанығу қысымынан төмен ұңғыма түпмаңы қысымы бар өндіруші ұңғымаларды пайдалану мұнай (сұйықтық) бойынша жүйенің өткізгіштігінің қосымша төмендеуіне негізделген мұнай дебитінің шамасына теріс әсер етеді, ол мұнай бойынша фазалық өткізгіштіктің қабаттың газ қанықтылығына тәуелділігімен анықталады және

газдың тиісті негізсіз бөлінуі сорғы жабдықтарының берілу коэффициентін төмендетуге ықпал етеді.

Қанықтыру қысымының мөлшері әр кен орны, кенжар немесе көлбеу учаскесі үшін ғана емес, ол жеке ұңғыма үшін де жеке болып табылады, өйткені ұңғыма түпмаңы қысымын белгілі бір дәрежеде төмендету арқылы пайдалану ұңғымаларының сұйықтық дебитін реттеу қанықтыру қысымының мөлшерімен де шектеледі².

Жұмыста [2] Өзен мұнай кен орнындағы көптеген өндіруші ұңғымаларды орнатылған іріктеу (МҮО) әдісімен жүргізілген зерттеулерге сәйкес, мұнай өнімділігі коэффициентінің төмендеуінің қанығу қысымынан төмен ұңғыма түпмаңы қысымының төмендеуіне белгілі бір тәуелділігі анықталды, ал Өзен кен орнының ұңғымаларында байқалған өнімділік коэффициентінің төмендеу дәрежесі Ромашкин кен орны ұңғымаларына қарағанда бес есе жоғары болды.

Жұмыста³ белгілі бір фазалық арақатынаста мұнайдың фазалық өткізгіштігі төмендейді, бұл біріншіден, сүзу кедергісінің жоғарылауына, екіншіден, дебиттің төмендеуіне әкеледі. Әрине, ұңғыма түпмаңы қысымын қанығу қысымынан төмен төмендетудің өндіруші ұңғымалар мен қабаттардың жұмысына

¹Корнаева Д.А. Қанығу қысымынан төмен кенжар қысымында жұмыс істейтін Ұңғымаларды гидродинамикалық зерттеу әдістерін жетілдіру. / Техника ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін алуға арналған диссертацияның авторефераты. – Мәскеу, 2015. – 22 б. (орыс тілінде)

²Мищенко И.Т., Бравичева Т.Б., Ермолаев А.И. Алу қиын қорлары бар мұнай кен орындарының ұңғымаларын пайдалану тәсілін таңдау. – М.: Мұнай және газ, 2005. – 448 б. (орыс тілінде)

³Мищенко И.Т. Ұңғымалық мұнай өндіру: жоғары оқу орындарына арналған оқу құралы. – М.: Мұнай және газ, 2007. – 826 б. (орыс тілінде)

Кесте 1

Бұрқақты әдісімен пайдаланылатын ұңғымалардың жұмыс параметрлері

Table 1

Operating parameters of wells used by the fountain method

Таблица 1

Рабочие параметры скважин, эксплуатируемых фонтанным методом

Көлбеу	Ұңғымалар саны, (%)	Көлбеу бойынша орташа мәндер				Қанығу қысымы, $P_{қан}$ орташа мәні, МПа
		Сұйықтық дебиті, $Q_{жс}$, м ³ /сут., (%)	Қабат қысымы, $P_{қсым}$, МПа	Ұңғыма түпмаңы қысымы, $P_{оқпай}$, МПа	Депрессия, $\Delta P_{орташ}$, МПа	
XIII	26 (52)	83 (87)	10,3	9,6	0,7	5,9
XIV	9 (18)	82 (73)	11,1	9,2	1,9	6,8
XV	4 (8)	75 (91)	12,3	8,3	4	7,5
XVI	2 (4)	23 (80)	12,5	–	–	7,59
XVII	7(14)	81 (90)	12,6	10,1	2,5	7,59
XVIII	2 (4)	20 (35)	12,3	7,8	4,5	8,2
Барлығы	50	77 (85)	11,1	9,4	1,68	

әсері туралы кешенді кәсіптік зерттеулер жүргізу кен орнын игеру процесін сапалы бақылауға және басқаруға мүмкіндік береді. Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, қанығу қысымына қатысты белгіленген ұңғыма түпмаңы қысымының градациясын ескере отырып, өндіруші ұңғымалардың жұмысын талдау қызығушылық тудырады.

Кесте 2

Қабаттардың, ұңғыма түпмаңы және қанығу қысымдарының орташа мәндерін көлбеулер бойынша бөлу

Table 2

Distribution of average values of layers, well head and saturation pressure by slopes

Таблица 2

Распределение средних значений слоев, напора скважины и давления насыщения по наклонам

Материалдар мен әдістер

Қарастырылып отырған Өзен кен орны, оның кесіндісінде 20-ға жуық көлбеу анықталған, негізгі пайдаланылатын XIII-XVIII көлбеулер бойынша ұңғымалардың жалпы саны кен орнының жалпы қорының 94,4% құрайды. Ұңғымалардың жұмыс істеп тұрған өндіру қоры өндіруші ұңғымалардың жалпы санының 96,2% құрайды. Дәл осындай қатынас қолданыстағы айдау қоры бойынша байқалады. Пайдалану кезінде таратылған өндіру және айдау ұңғымаларының қорлары тиісінше жалпы таратылған қордың 38,2% және 61,8% – құрады.

Механикаландырылған тәсілмен пайдаланылатын өндіруші ұңғымалар қоры негізінен жалпы өндіруші қордың едәуір бөлігін құрайды және олардың өзгеруі 96,9-99,4% шегінде.

Жұмыс істеп тұрған өндіруші ұңғымаларды пайдаланудың негізгі тәсілі штангалық тереңдік сорғы – 91,9%, механикаландырылған пайдаланудың басқа тәсілдері (электрортдан тепкіш сорап, бұрандалы сорап) – 7,4% және бұрқақты – 0,7% құрайды. Бұрқақты ұңғымаларының негізгі үлесі 55,6% XIII көлбеуге; 14,2% – XV-XVI көлбеулерге; 30,2% – XVII және XVIII көлбеулерге тиесілі.

Жұмыс істемейтін ұңғымалар қорының жартысынан көбі физикалық жоюды күтуде, қалғандары апатты жою және пайдалану бағанының ағып кетуін жою бойынша күрделі жөндеулерді күтуде.

Өндіруші ұңғымалар жұмыстарының нақты деректерінің жай-күйін талдау қордың негізгі құрамы тәулігіне 5 т дейін (64,7%) мұнайдың төмен дебитімен сипатталатынын көрсетеді. Мұнай дебиті тәулігіне 20-дан 50 тоннаға дейінгі ұңғымалардың саны шамалы және орташа есеппен 5,3% құрайды. Бұл ретте олардың

Көлбеу	Көлбеу бойынша орташа қысым, МПа			$P_{қан}$ орташа мәні, МПа
	$P_{қсым}$	$P_{оқпай}$	$\Delta P_{орташ}$	
XIII	10,3	6,3	4,0	5,9
XIV	11,1	6,6	4,5	6,8
XV	12,3	7,3	5,0	7,5
XVI	12,5	7,7	4,8	7,59
XVII	12,6	8,4	4,2	7,59
XVIII	12,3	7,1	5,2	8,20
Орташа	11,85	7,2	4,65	7,3

сулануы дебиттердің өзгеруінің барлық диапазоны шегінде 75,8-ден 82,4%-ға дейін ауытқиды.

Бұрқақты әдісімен сұйықтықтың салыстырмалы түрде жоғары дебиті орташа тәулігіне 77 м³ (жоғарғы шегі тәулігіне 170 м³ дейін), сулануы 35-тен 99%-ға дейін және қабатқа аздап депрессия кезінде жоғары ұңғыма түпмаңы қысымы бар ұңғымалар пайдаланылады. Бұл ұңғымалардың әдетте өнімділігі жоғары.

Бұрқақты әдісімен пайдаланылатын ұңғымалардың жұмыс параметрлері 1 кестеде келтірілген.

1 кестеде келтірілген мәліметтерден көрініп тұрғандай бұрқақты қорының ұңғымалары, әдетте, әлеуетті мүмкіндіктерді іске асырмайды ($\Delta P_{орташ} = 1,68$ МПа) және оларды механикаландырылған өндіруге ауыстырған жөн.

Ұңғымаларды штангалық-терең сорғы қондырғыларымен (ҰШТСК) пайдалану әдісі ең аз өнімді және

Кесте 3

Ұңғымалар қорын пайдалану көлбеу бойынша және ұңғыма түпмаңы қысымы шамаларының мәндері бойынша бөлу

Table 3

Distribution of well reserves by operational slope and by values of well pressure values

Таблица 3

Распределение запасов скважин по эксплуатационному наклону и значениям величин давления скважины

Ұңғыма түпмаңы қысымы интервалы	Сорғы диаметрі, мм	Көлбеу бойынша ұңғымалар саны								Барлығы
		XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIII-XIV	XV-XVI	
	Барлығы	743	826	364	270	155	56	48	16	2478
$P_{оқпан} > 1,2P_{қан}$	44	37	19	8	6	9	1	1	-	81
	57	184	126	53	44	34	6	17	8	472
	70	66	60	19	19	15	2	11	1	193
	Барлығы	287	205	80	69	58	9	29	9	746
$0,8P_{қан} \leq P_{оқпан} \leq 1,2P_{қан}$	44	106	127	50	42	27	14	1	-	367
	57	192	295	148	97	45	8	12	5	802
	70	23	35	18	14	12	2	4	2	110
	Барлығы	321	457	216	153	84	24	17	7	1279
$P_{оқпан} < 0,8P_{қан}$	44	62	96	43	28	6	15	4	-	254
	57	71	61	23	20	7	8	2	-	192
	70	2	2	2	-	-	-	-	-	6
	Барлығы	135	159	68	48	13	23	6	-	452

Кесте 4

Ұңғымаларды $P_{оқпан}$ -дан $P_{қан}$ өзгеру шегіне қатысты топтарға бөлу

Table 4

Distribution of wells by groups relative to the threshold of change in the $P_{қан}$ from the $P_{оқпан}$

Таблица 4

Распределение скважин по группам относительно порога изменения $P_{оқпан}$ от $P_{қан}$

Атауы	$P_{оқпан}$ -дан $P_{қан}$ өзгеру шектері		
	$P_{оқпан} = (0,2-0,4)P_{қан}$	$P_{оқпан} = (0,4-0,65)P_{қан}$	$P_{оқпан} = (0,65 \text{ жоғары})P_{қан}$
Ұңғымалар саны	29	64	44

көп еңбекті қажет етеді. Бұл әдісті әлемдік тәжірибеде кеңінен қолдану кен орындарында салыстырмалы түрде төмен дебиттері бар ұңғымалардың көп болуымен түсіндіріледі, олар үшін поршеньді штангалық сорғыларды пайдалану басқа пайдалану әдістерімен салыстырғанда техникалық негізделген және экономикалық тұрғыдан тиімді болып қала береді.

Кен орнын игеру тәжірибесі ұңғымаларды пайдалануды мұнайдың газбен қанығу қысымы шегінде ұңғыма түпмаңы қысымы кезінде, ұңғымадағы ең оңтайлы ұңғыма түпмаңы қысымын қанығу қысымынан 0,85-ке тең етіп белгілеу арқылы жүзеге асыру керектігін көрсетті. Сондықтан, ҰШТСҚ жабдықталған ұңғымалардың жұмыс режимдерін талдау кезінде ұңғыма түпмаңы қысымының мәніне үлкен мән берілді.

ҰШТСҚ-мен жабдықталған қолданыстағы қордың 2897 ұңғымасынан 2478 ұңғыма бойынша технологиялық режим деректері бойынша нақты орташа қабаттық және ұңғыма түпмаңы қысымдар, сондай-ақ қанығу қысымының ағымдағы орташа өлшеніп анықталған мәндері 2 кестеде көрсетілген.

2 кестеде келтірілген орташа деректерден ҰШТСҚ жабдықталған ұңғымалар оңтайлы жұмыс режимімен

сипатталады, яғни XIII көлбеуге тән ең төмен депрессия ($\Delta P_{орташа} = 4,0$ МПа) $P_{оқпан} \approx 0,94 P_{қан}$ кезінде, ең жоғары көрсеткіш XVIII көлбеу үшін ($\Delta P_{орташа} = 4,65$ МПа) $P_{оқпан} \approx 0,866 P_{қан}$ кезінде. Ұңғымалардың нақты жұмыс режимінің оңтайлы режимге сәйкестігі кен-жар қысымының мәндері бойынша бағаланды. Бұл ретте $0,8P_{қан} \leq P_{оқпан} \leq 1,2P_{қан}$ ұңғыма түпмаңы қысымы диапазонындағы ұңғымалардың жұмыс режимі оңтайлы болып табылады, өйткені $P_{оқпан} = (0,8P_{қан} \dots P_{қан})$ кезінде өнімділіктің айтарлықтай төмендеуі байқалмайды, ал $P_{оқпан} = (P_{қан} \dots 1,2P_{қан})$ кезінде ұңғыманың әлеуетті мүмкіндіктері жеткілікті толық көлемде іске асырылады.

Ұңғымалар қоры көбеулерге бөлініп, ұңғыма түпмаңы қысымының мәндері бойынша келесідей топтастырылды:

- ұңғыма түпмаңы қысымы $P_{оқпан} > 1,2P_{қан}$;
- ұңғыма түпмаңы қысымы $0,8P_{қан} \leq P_{оқпан} \leq 1,2P_{қан}$;
- $P_{оқпан} < 0,8P_{қан}$ ұңғыма түпмаңы қысымымен.

Ұңғымалар қорын пайдалану көлбеу бойынша және ұңғыма түпмаңы қысымы шамаларының мәндері бойынша бөлу 3 кестеде көрсетілген.

3 кестеде келтірілген кәсіпшілік деректердің статистикалық талдауы негізінде ұңғыма түпмаңы қысыммен

Кесте 5

XIII көкжиектің кейбір ұңғымаларының жұмыс режимдері

Table 5

Operating modes of some wells of the XIII horizon

Таблица 5

Режимы работы некоторых скважин XIII горизонта

Ұңғыма №	Қабат қысымы, P , кгс/см ²	Динамикалық тереңдік, H_0	$P_{\text{сир}}^3$, кгс/см ²	Нақты режим				$P_{\text{кит}}$, кгс/см ²	$P_{\text{кит}} \times 0,8$, кгс/см ²	$\Delta P_{\text{оқпан}}$	$K_{\text{проод}}$, (м ³ /сут.)/(кгс/см ²)	Күтілетін параметрлер				Сорапты түсіру тереңдігі, м	$P_{\text{оқпан}}$ – дан пайыздық мөлшері
				$P_{\text{оқпан}}$, кгс/см ²	Мұнай дебиті, Q	Сұйықтық дебиті, Q	Сулануы, %					$P_{\text{оқпан}}$, кгс/см ²	Мұнай дебиті, Q , м ³ /тәу	Сұйықтық дебиті, Q , м ³ /тәу	Сулануы, %		
3729	98,6	790	0,7	35,76	2	5	48	59,8	47,84	12,08	0,07	47,84	1,65	3,79	48,25	1000	0,60
2550	94,8	436	3	53,45	4	8	43	59,8	47,84	-5,61	0,19	47,84	4,28	8,95	43,00	944	0,89
3026	104,6	985	2	13,33	2	4	36	59,8	47,84	34,51	0,06	47,84	1,71	3,19	36,00	1040	0,22
6589	117,8	657	3,8	37,54	13	21	31	59,8	47,84	10,30	0,28	47,84	11,09	19,26	31,33	1064	0,63
8418	117,7	989	1,7	10,31	0	6	91	59,8	47,84	37,53	0,06	47,84	0,34	4,51	91,00	1000	0,17
2619	89,4	389	0	60,68	4	22	80	59,8	47,84	-12,84	0,76	47,84	5,45	31,69	79,50	872	1,01

Кесте 6

Ұңғымаларды гидродинамикалық зерттеу нәтижелері

Table 6

The results of the hydrodynamic study of wells

Таблица 6

Результаты гидродинамического исследования скважины

Ұңғыма №	Көлбеу	Блок	ҚГЖ*	ҮГДЗ	ҮГДЗ нәтижесі			
					$P_{\text{қысым}}$, кг/см ²	$P_{\text{оқпан}}$, кг/см ²	Скин-фактор, бір.	$K_{\text{проод}}$, (м ³ /сут.)/(кгс/см ²)
3729	XIII	1	17.11.2011	01.07.2014 ж. ДҚКҚ** – зерттеуде қателік				
2550	XIII	2	23.09.2005	–				
3026	XIII	2	13.11.2017	01-10.04.2014 ж. ДҚКҚ**	104,6	63,34	12,9	0,55
6589	XIII	6	15.08.2014	–				
8418	XIII	7		07-08.04.2017 ж. ДҚКҚ**	108	23,6	-3,39	0,0033
2619	XIII	2	26.06.2006	20.05.-01.06.2016 ж. ДҚКҚ**	89,4	60,3	0,14	0,86

*ҚГЖ – Қабатты гидро жару
**ДҚКҚ – Деңгейді қалпына келтіру қисығы

қанықтыру қысымынан оңтайлы ауытқу шегінде 1279 ұңғыма, яғни қордың жартысынан астамы (~52%) талданатын қордың 2478 ұңғымасының жалпы санынан пайдаланылады. Бұл ұңғымаларды оңтайлы режимде жұмыс істейтін қорға жатқызуға болады.

Қанығу қысымынан жоғары ұңғыма түпмаңы қысыммен 746 ұңғыма жұмыс істейді, яғни қордың үшінші бөлігі (~30%). Бұл ұңғымаларда табиғи әлеуетті мүмкіндіктер толық іске асырылмаған, осыған байланысты орнатылған сорғы жабдығының жұмыс

режимін ұлғайту немесе механикаландырылған өндірудің неғұрлым өнімді қондырғыларын, мысалы, электр ортадан тепкіш сорғы қондырғыларын қолдану арқылы оңтайлы шектерде ұңғыма түпмаңы қысымын қанықтыру қысымына дейін төмендету есебінен дебитті ұлғайтуға болады. Өндіруші ұңғымаларды бұрғылау, игеру және пайдалану процесінде ұңғымалардың ұңғыма түпмаңы аймағында (ҰТА) сүзу-сыйымдылық қасиеттерінің (ССҚ) нашарлауына байланысты өнімділіктің төмендеуі байқалады².

Кесте 7

XIII көлбеу қабатындағы мұнайдың терең және рекомбинацияланған сынамаларын зерттеу нәтижелері

Table 7

Results of studies of deep and recombined oil samples in the XIII slope layer

Таблица 7

Результаты исследования глубоких и рекомбинированных проб нефти в наклонном слое XIII

Ұңғыма №	Көлбеу	Сынама алынған күн	Перфорация интервалы, м	Қабат көрсеткіші		$P_{\text{қан}}, \text{МПа}$	Газмөлшері		Есетелген $P_{\text{оқпан.кр.}}, \text{МПа}$	$P_{\text{оқпан.кр.}}$ -дан $P_{\text{қан}}$ -дан пайыздық мөлшері
				$P, \text{МПа}$	$T, \text{°C}$		$\text{м}^3/\text{т}$	$\text{м}^3/\text{м}^3$		
6731 рек	XIII	29.12.15	1198-1200.6	10,41	57	5,50	37,00	31,19	4,8	0,85
6801	XIII	26.02.16	1217.2-1219; 1220.7-1224; 1227.5-1228,5	10,41	57	6,50	43,87	36,89	5,3	0,81
6937	XIII	27.04.16	1262-1263.6, 1279-1280	10,41	57	5,60	35,23	29,98	4,8	0,85
6948	XIII	03.06.15	1201.2-1202, 1206.2-1207.2, 1218-1218.8	10,41	57	5,20	35,95	30,71	4,7	0,9
9571	XIII	27.04.17	1131.5-1135, 1136-1137, 1142.5-1144, 1148.5-1150, 1151-1152.5, 1155-1156, 1158-1159, 1168-1172	10,41	57	7,33	60,53	51,49	6,4	0,87
XIII көлбеу бойынша орташа көрсеткіш						6,02	42,5	36,05	5,2	0,85

Жұмыста [2] ұңғымалардың өнімділік коэффициентінің кәсіпшілік зерттеулер нәтижелері бойынша белгіленген кенжар қысымына тәуелділігіне арналған жұмыстардың нәтижелері келтірілген.

Жұмыста³ [3-6] мұнай бойынша ұңғыманың дебиті барынша мүмкін (әлеуетті дебит) болатын қысым $P_{\text{оқпан.кр.}}$ сыни қысымының анықтамасы келтірілген. Ұңғымадағы түпмаңы қысымы $P_{\text{оқпан.кр.}}$ төмен төмендеген кезде мұнайдан газдың қарқынды бөлінуі байқалады, оның көлемі айтарлықтай болады, бұл ұңғымаға мұнай ағынының белгілі бір шектелуіне әкеледі. Оның келесі түрі бар:

$$P_{\text{оқпан.кр.}} = 3,5 + 68,33 \times 10^{-3} \Gamma_z \times P_{\text{қан}} / P_{\text{қысым}}, \quad (1)$$

мұндағы:

Γ_z – ұңғыманың газ факторы, $\text{м}^3/\text{т}$;

$P_{\text{қан}}$ және $P_{\text{қысым}}$ – сәйкесінше қанықтыру қысымы және ұңғымадағы ағымдағы қабат қысымы, МПа.

Жұмыста [3-9] қанығу қысымынан төмен қысымда жұмыс істейтін ұңғымалар бойынша кең ауқымды зерттеулер жүргізілгеніне және депрессияға байланысты дебиттің сызықтық емес өзгеру фактілеріне қарамастан, іс жүзінде осы параметрлер арасындағы сызықтық байланыс қолданылады, бұл жұмыс режимдерін орнатуда, әсіресе ұңғыма жабдықтарын таңдауда және оның жұмысын оңтайландыруда айтарлықтай қателіктерге әкеледі.

Ұңғымаларды $P_{\text{оқпан.кр.}}$ -дан $P_{\text{қан}}$ өзгеру шегіне қатысты топтарға бөлінді. Нәтижелер 4 кестеде келтірілген. 4 кестеден көріп отырғанымыздай, ұңғымалардың 68% $(0,2-0,65)P_{\text{қан}}$ шегінде кең ауқымда өзгеретін

қанықтыру қысымынан төмен ұңғыма түпмаңы қысымымен жұмыс істейді.

Біз қосымша нақты кәсіптік материалдарды қорытындылауымыз керек және мүмкіндігінше қанығу қысымынан төмен ұңғыма түпмаңы қысымының оңтайлы (сыни) шамасын анықтау үшін тәуелділікті қолдануды ұсынуымыз керек.

Осыған байланысты алынған нәтижелерді түсіндіру жөніндегі қорытындыға сәйкес келетін ұңғыны гидродинамикалық зерттеу (ҰГДЗ), индикаторлық диаграмма (ИД) материалдарын егжей-тегжейлі талдау және зерттеу үшін әр топтан 2 ұңғымадан 5-кестеден көрсетілген келесі 6 ұңғыма таңдалды.

Таңдалған ұңғымалар бойынша ҰГДЗ зерттеулерінің нәтижелерімен бірге 5-кестеде келтірілген кәсіпшілік деректер алынып, 6-кестеде келтірілген мәліметтерге талдау жасалды.

Сонымен қатар қарастырып отырған XIII көкжиек бойынша ұңғыманың сынамалары іріктеліп, зерттелді. 7 кестеде сынамалар қабылданбаған ұңғымаларды қоспағанда, ұңғымалардың қабаттық мұнай сынамаларын зерттеу нәтижелері келтірілген.

Нәтижелерін талдау және қорытынды

6 кестенің деректерінен 8418 ұңғымасы бойынша Роқпан $23,6 \text{ кг}/\text{см}^2$ -ге тең және теріс скин факторы – $3,39$ -ға тең, өнімділіктің өте төмен коэффициенті $\Theta_{\text{эск}} = 0,0033 (\text{м}^3/\text{тәулік})/(\text{кгс}/\text{см}^2)$ көрсетіп, ал 2619 ұңғымасы бойынша Роқпан $60,3 \text{ кг}/\text{см}^2$ -ге тең (іс жүзінде

шамасына тең қанықтыру қысымы) және оң скин факторы 0,14-ке тең, өнімділіктің жеткілікті жоғары коэффициенті $\Theta_{жск} = 0,86$ ($\text{м}^3/\text{тәулік})/(\text{кгс}/\text{см}^2)$ болып анықталды. Бұл 3026 ұңғымасынан да байқалады, оның өнімділік коэффициенті $\Theta_{жск} = 0,55$ ($\text{м}^3/\text{тәулік})/(\text{кгс}/\text{см}^2)$, скин факторы 12,9-ға тең.

Бұл 8418 ұңғыма маңы аймағының жақсы сұзусыйымдылық сипаттамаларында $P_{оқпан} = 23,6$ $\text{кг}/\text{см}^2$ шамасы $P_{қан}$ қатысты өте төмен көрсеткіш екені анық. Егер XIII көлбеудің $P_{қан}$ орташа мәні 59,8 $\text{кг}/\text{см}^2$ тең болса, онда осы ұңғыманың түпмаңы қысымы 0,39 $P_{қан}$ болады. Бұл ұңғыма маңы аймағында бос газдың бөлінуіне әкеліп соқтырды, сол себептен ұңғыманың өнімділік коэффициентінің төмендеуіне әкелді.

01.07.2017 ж. жағдай бойынша 2015 – I жартыжылдық кезеңінде 2017 ж. 71 ұңғыма іріктеліп, зерттелді, оның ішінде 81 тереңдік сынама және 9 рекомбинацияланған сынама. 1 формула бойынша 7 кестеде келтірілген шарттармен өндіруші ұңғымалардың $P_{оқпан,кр.}$ сыни кенжар қысымын анықтау есебін жүргіземіз. Есептеу нәтижелері 7 кестенің 10 және 11 бағандарында берілген. Есептеу нәтижелері бойынша 1 формула XIII көлбеу бойынша орташа сыни кенжар қысымын есептеу үшін қолайлы және қолдануға ұсынылады, сонымен қатар қысым 5,2 МПа тең болғанда ұңғыманың максималды мүмкін дебиті күтіледі, бұл ұңғымадағы ең оңтайлы кенжар қысымын қанықтыру қысымынан 0,85-ке тең орнатуға сәйкес келеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кашиников О.Ю., Савельев О.Ю., Сатюков Ю.А. Өндіруші ұңғымалардағы оңтайлы кенжар қысымын кәсіпшілік және аналитикалық әдістермен негіздеу. // Мұнай шаруашылығы. – М., 2012. – №2. – Б. 76-79 (орыс тілінде)
2. Qi Yin., Peilin Xu, Xiumin Chen, Li Liu, Bo Liu, Lianfeng Yan, Xiran Zhao, Zhuo Sheng, Dongqin Li, Bin Yang, Baoqiang Xu, Wenlong Jiang, Dachun Liu. Механизмі және бір сатылы вакуумдық карботермиялық тотықсыздандырғыш нитрлеу әдісімен жоғары сапалы ванадий нитридін алуды эксперименттік зерттеу. // Шаңсорғыш. – 2023. – Т. 208. – Б. 111672 (ағылшын тілінде)
3. Мищенко И.Т., Сагдиев Р.Ф. Кенжар қысымы қанығу қысымынан төмен болған кезде өндіруші ұңғыманы пайдалану режимін белгілеу. // Мұнай шаруашылығы. – М., 2003. – №4. – Б. 104-106 (орыс тілінде)
4. Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Куттыбаев А.Е., Койбақова С.Е., Бораиш А.Р. Сақиналы типті сауһар бұрғылау құралдарын жасаудың ғылыми негіздері. // Мұнай және газ – Алматы, 2022. – №4(130). – Б. 58-73 (орыс тілінде)
5. Dzyubyk A., Sudakov A., Dzyubyk L., Sudakova, D. Пайдалы қазбаларды байыту кезінде көп тіректі айналмалы агрегаттардың берілген жағдайын қамтамасыз ету. // Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру. – 2019. – №13(4). – Б. 91-98 (ағылшын тілінде)
6. Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Кудайкулова Г.А., Куттыбаев А.Е., Бондаренко В.А., Омирзакова Э.Ж. Қатты жыныстарды барлау бұрғылау үшін жоғары өнімді алмаз коронка жасау. // ҚР ҰҒА жаңалықтары. – Бішкек, 2022. – №2. – Б. 42-52 (орыс тілінде)
7. Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Исонкин А.М., Закенов С.Т., Бораиш Б.Р. Ұңғымаларды бұрғылауға арналған алмазды биттердің заманауи конструкциялары. // Мұнай және газ. – Алматы, 2022. – №2(128). – Б. 92-102 (орыс тілінде)
8. Sudakov A., Chuduk I., Sudakova D., Dzyubyk L. Термопластикалық материалдармен сіңіру аймақтарын оқшаулаудың инновациялық технологиясы. // E3S Веб-конференция. – 2019. – Т. 123. – Б. 1-10 (ағылшын тілінде)
9. Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Исонкин А.М., Сыздықов А.Х., Ильницкая Г.Д. Алмазды бұрғылау тәждерін жетілдірудің негізгі бағыттары. // Мұнай және газ. – Алматы, 2021. – №5(125). – Б. 46-59 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Kashnikov O.Yu., Savel'ev O.Yu. Satyukov Yu.A. Obosnovanie optimal'nogo zaboynogo davleniya v dobyvayushhix skvazhinax promyslovymi i analiticheskimi metodami [Justification of optimal downhole pressure in producing wells by field and analytical methods]. // Neftyanoe khozyajstvo = Oil industry. – 2012. – №2. – P. 76-79 (in Russian)
2. Qi Yin., Peilin Xu, Xiumin Chen, Li Liu, Bo Liu, Lianfeng Yan, Xiran Zhao, Zhuo Sheng, Dongqin Li, Bin Yang, Baoqiang Xu, Wenlong Jiang, Dachun Liu. Mechanism and experimental study on preparation of high-quality vanadium nitride by one-step vacuum carbothermal reduction nitridation method. // Vacuum. – 2023. – Vol. 208. – P. 111672 (in English)

3. Mishchenko I.T., Sagdiev R.F. Ustanovlenie rezhima e'kspluatatsii dobyvayushhej skvazhiny pri zabojnom davlenii nizhe davleniya насыshheniya [Establishing the operating mode of a producing well at bottom-hole pressure below saturation pressure]. // Neftyanoe hozyajstvo = Oil industry. – M., 2003. – №4. – P. 104-106 (in Russian)
4. Ratov B.T., Fedorov B.V., Kuttybaev A.E., Kojbakova S.E., Borash A.R. Nauchnye osnovy sozdaniyaalmaznyx burovyx instrumentov kol'cevogo tipa [Scientific bases of creation of diamond drilling tools of ring type]. // Neft' i Gaz = Oil and Gas. – Almaty, 2022. – №4(130). – P. 58-73 (in Russian)
5. Dzyubyk A., Sudakov A., Dzyubyk L., Sudakova D. Provision of a given position of multi-support rotating units during mineral processing // Development of mineral deposits. – 2019. – №13(4). – P. 91-98 (in English)
6. Ratov B.T., Fedorov B.V., Kudajkulova G.A., Kuttybaev A.E., Bondarenko V.A., Omirzakova E.Zh. Sozdanie vysokoproizvoditel'nyxalmaznyx koronok dlya razvedochnogo bureniya tverdyyx gornyyx porod [Creation of high-performance diamond crowns for exploratory drilling of solid rocks]. // Izvestiya NAN KR = News of NAS KR. – Bishkek, 2022. – №2. – P. 42-52 (in Russian)
7. Ratov B.T., Fedorov B.V., Isonkin A.M., Zakenov S.T. Borash B.R. Sovremennyye konstrukciialmaznyx koronok dlya bureniya skvazhin [Modern designs of diamond crowns for drilling wells]. // Neft' i Gaz = Oil and Gas. – Almaty, 2022. – №2(128). – P. 92-102 (in Russian)
8. Sudakov A, Chudyk I., Sudakova D., Dziubyk L. Innovative technology of isolation of absorption zones by thermoplastic materials. // Web conference E3S. – 2019. – Vol. 123. – P. 1-10 (in English)
9. Ratov B. T., Fedorov B.V., Isonkin A.M., Syzdykov A.H. Il'nickaya G.D. Osnovnyye napravleniya sovershenstvovaniyaalmaznyx burovyx koronok [The main directions of improvement of diamond drill bits]. // Neft' i Gaz = Oil and Gas. – Almaty, 2021. – №5 (125). – P. 46-59 (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кашиников О.Ю., Савельев О.Ю., Сатюков Ю.А. Обоснование оптимального забойного давления в добывающих скважинах промышленными и аналитическими методами. // Нефтяное хозяйство. – М., 2012. – №2. – С. 76-79 (на русском языке)
2. Qi Yin, Peilin Xu, Xiumin Chen, Li Liu, Bo Liu, Lianfeng Yan, Xiran Zhao, Zhuo Sheng, Dongqin Li, Bin Yang, Baoqiang Xu, Wenlong Jiang, Dachun Liu. Механизм и экспериментальное исследование получения высококачественного нитрида ванадия методом одностадийного вакуумного карботермического восстановительного нитрирования. // Вакуум. – 2023. – Т. 208. – С. 111672 (на английском языке)
3. Мищенко И.Т., Сагдиев Р.Ф. Установление режима эксплуатации добывающей скважины при забойном давлении ниже давления насыщения // Нефтяное хозяйство. – М., 2003. – №4. – С. 104-106 (на русском языке)
4. Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Куттыбаев А.Е., Койбакова С.Е., Бораш А.Р. Научные основы создания алмазных буровых инструментов кольцевого типа. // Нефть и газ. – Алматы, 2022. – №4(130). – С. 58-73 (на русском языке)
5. Dzyubyk A., Sudakov A., Dzyubyk L., Sudakova D. Обеспечение заданного положения многоопорных вращающихся агрегатов при обогащении полезных ископаемых. // Разработка месторождений полезных ископаемых. – 2019. – 13(4). – С. 91-98 (на английском языке)
6. Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Кудайкулова Г.А., Куттыбаев А.Е., Бондаренко В.А., Омирзакова Э.Ж. Создание высокопроизводительных алмазных коронок для разведочного бурения твердых горных пород. // Известия НАН КР. – Бишкек, 2022. – №2. – С. 42-52 (на русском языке)
7. Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Исонкин А.М., Закенов С.Т. Бораш Б.Р. Современные конструкции алмазных коронок для бурения скважин. // Нефть и газ. – Алматы, 2022. – №2(128). – С. 92-102 (на русском языке)
8. Sudakov A, Chudyk I., Sudakova D., Dziubyk L. Инновационная технология изоляции зон поглощения термопластичными материалами. // Веб-конференция E3S. – 2019. – Т. 123. – С. 1-10 (на английском языке)
9. Ратов Б. Т., Федоров Б.В., Исонкин А.М., Сыздыков А.Х. Ильницкая Г.Д. Основные направления совершенствования алмазных буровых коронок. // Нефть и газ. – Алматы, 2021. – №5(125). – С. 46-59 (на русском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Закенов С.Т., техника ғылымдарының докторы, Yesenov University, «Мұнай-газ инжинирингі» кафедрасының профессоры (Ақтау қ., Қазақстан), senbek@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1225-3203>

Нуршаханова Л.К., техника ғылымдарының кандидаты, Yesenov University, «Мұнай-газ инжинирингі» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Ақтау қ., Қазақстан), aitore2010@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8745-9874>

Ратов Б.Т., техника ғылымдарының докторы, Satbayev University, Қ. Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты, «Геофизика» кафедрасының меңгерушісі (Алматы қ., Қазақстан), ratov69@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4707-3322>

Жәңгірханова А.А., инженер, Satbayev University, Қ. Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты, «Геофизика» кафедрасының магистранты (Алматы қ., Қазақстан), zhangirxanova@list.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9999-1243>

Information about the authors:

Zakenov S.T., Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department «Oil and Gas Business and Geology» of the Yesenov University (Aktau, Kazakhstan)

Nurshakhanova L.K., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department «Oil and Gas Engineering» of the Yesenov University (Aktau, Kazakhstan)

Ratov B.T., Doctor of Technical Sciences, Head at the Department of Geophysics of the Institute of Geology and Oil and Gas Business named after K.Turysov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Zhangirxanova A.A., Engineer, Master's Student at the Department of Geophysics of the Institute of Geology and Oil and Gas Business named after K.Turysov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Закенов С.Т., д-р техн. наук, профессор кафедры «Нефтегазовое дело и геология» Yesenov University (г. Ақтау, Казахстан)

Нуршаханова Л.К., канд. техн. наук, ассоциированный профессор кафедры «Нефтегазовый инжиниринг» Yesenov University (г. Ақтау, Казахстан)

Ратов Б.Т., д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Геофизика» Института геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова Satbayev University (г. Алматы, Қазақстан)

Жәңгірханова А.А., инженер, магистрант кафедры «Геофизика» Института геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова Satbayev University (г. Алматы, Қазақстан)

ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С УЧАСТИЕМ ИНОСТРАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ «ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ»

13-16 июня
Горный институт КНЦ РАН, Апатиты

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Цифровые технологии и компьютерное моделирование объектов и процессов горного производства для решения задач рациональной и безопасной отработки месторождений полезных ископаемых
- Цифровые технологии в геомеханическом обеспечении горных работ
- Цифровые технологии для решения задач повышения полноты и комплексности извлечения полезных ископаемых из рудного и техногенного минерального сырья
- Цифровые технологии и компьютерное моделирование в решении экономических и экологических проблем горной отрасли

Заявки на участие принимаются по электронной почте conf2023@ksc.ru

Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, 184209 г. Апатиты Мурманской обл., ул. Ферсмана, д.24
Телефоны: (81555) 79567, (81555) 79268, факс: (81555) 74625

