УДК 622.276; https://doi.org/10.37878/2708-0080/2022-4.05
https://orcid.org/0000-0002-6490-9972
https://orcid.org/0000-0003-2103-646X
https://orcid.org/0000-0002-4039-4900

МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КЕН ОРЫНДАРЫН ПАЙДАЛАНУДАҒЫ ТЕРЕҢ СОРАПТЫ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫҢ ШТАНГАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРЫН ЖЕТІЛДІРУ

П.А. ТАНЖАРИКОВ,
техника ғылымдарының кандидаты, Инжинирингтік технологиялар және экология кафедрасының профессоры,
pan_19600214@mail.ru

А.Ж. ТЛЕУБЕРГЕН,
Инжинирингтік технологиялар және экология кафедрасының, аға оқытушысы, магистр,
aibek_mn@mail.ru

Н.С. СУЛЕЙМЕНОВ,
техника ғылымдарының кандидаты, Инжинирингтік технологиялар және экология кафедрасының меңгерушісі,
nurzhan_suleymen@mail.ru

ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ ҚЫЗЫЛОРДА УНИВЕРСИТЕТІ,
Республикасы Қазақстан, 120000, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі 29 а

Қазіргі уақытта кәсіпшілік жабдықтарды бірінші кезекте тереңдік сораптарды, сорапты-компрессорлық құбырларды, сорап штангілерін қызмет көрсетуге, таңдауға және сатып алуға арналған шығындарды қысқарту өзекті болып табылады. Өйткені олар барынша тозуға бейім және олардың жай-күйіне штангалы сорап қондырғысының берілуі байланысты болады. Алайда өндіріс технологиясының белгілі жетілдірілуіне қарамастан, сораптардың қызмет ету мерзімі өсіп қана қоймай, төмендеу үрдісі де байқалады.Тереңдік сораптарының қызмет ету мерзімінің төмендеуі, оларды пайдалану жағдайларының үздіксіз нашарлауы болып табылады.

Тереңдік сораптарының қызмет ету мерзімінің төмендеуінің себебі, оларды пайдалану жағдайларының үздіксіз нашарлауы болып табылады. Бұл сорапты компрессорлы құбырлардың (СКҚ) түсу тереңдігінің артуымен, ұңғымалар өндірісінің үдемелі сулануымен, сорылатын сұйықтықтың коррозиялық қасиеттерінің жоғарылауымен және т. б. байланысты болатыны анықталды.

Мақалада жоғарыда көрсетілген себеп салдарды зерттей отырып, келесі жолмен шешілді. Стендтің ұсынылған модификациясының міндеті-сорап жетегінің орналасуын өзгерту

арқылы штангалық сораптарды сынау үшін қондырғының дизайнын жетілдіру және плунжер жұбы арқылы ағып кетуді есепке алуды қамтамасыз ету. Сорап цилиндріндегі плунжердің өзара әсер ету механизмі, сорап параметрлерін өлшеу және тіркеу жүйесі бар штангалық сораптарды сынау қондырғысы плунжерінің ішкі арнасының бітелгендігімен, қысым сызығында жоғары қысымды инертті газы бар манометрдің орнатылғандығымен шешіледі.

Стенд жағдайында сұйықтық ағынын модельдеу жүргізілді. Эксперимент матрицасының жоспары құрылды және тәжірибені қайталаудың ең аз саны анықталды. Алынған эксперименттік деректер статистикалық түрде өңделді. Алынған регрессиялық модельдер статистикалық маңыздылыққа тексерілді. Анықтау коэффициенттері барлық жағдайларда 90%-дан астам болды. Сұйықтықтың турбулентті ағымы кезінде тікбұрышты үшбұрыш түрінде тұрақты микрорельефі бар плунжер жұптарындағы сұйықтықтың ағып кету мөлшері тегіс плунжер жұптарына қарағанда аз екендігі анықталды. Әр саңылау үшін сандық эксперименттерге арналған Рейнольдс саны, тұрақты тұтқырлық мәнін, плунжер жұбының саңылауына кіретін сұйықтықтың берілген ағынын өзгерту арқылы жүргізілді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: *сулы мұнай кәсіпшілігі, кәсіпшілік жабдықтар, тереңдік сораптар, сорапты-компрессорлық құбырлар, штангалы сорап қондырғысы.*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ШТАНГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГЛУБИННЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

П.А. ТАНЖАРИКОВ, кандидат технических наук, профессор, *pan_19600214@mail.ru*
А.Ж. ТЛЕУБЕРГЕН, магистр технических наук, *aibek_mn@mail.ru*
Н.С. СУЛЕЙМЕНОВ, кандидат технических наук, *nurzhan_suleymen@mail.ru*

КЫЗЫЛОРДИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ КОРКЫТ АТА,
Республика Казахстан, 120000, г. Кызылорда, ул. Айтеке би, 29а

В настоящее время актуальным является сокращение расходов на обслуживание, выбор и приобретение промыслового оборудования, в первую очередь глубинных насосов, насосно-компрессорных труб, насосных штанг. Ведь они максимально подвержены износу и от их состояния зависит подача штангового насосного агрегата. Однако, несмотря на известное совершенствование технологии производства, внедренное производителями, наблюдается тенденция не только увеличения срока службы насосов, но и снижения. Причиной снижения срока службы глубинных насосов является непрерывное ухудшение условий их эксплуатации.

Причиной снижения срока службы глубинных насосов является непрерывное ухудшение условий их эксплуатации. Установлено, что это связано с увеличением глубины спуска насосных компрессорных труб (ПВК), прогрессирующим обводнением производства скважин, повышением коррозионных свойств перекачиваемой жидкости и др.

Авторами предлагается усовершенствовать конструкцию установки для испытания штанговых насосов путем изменения положения привода насоса и обеспечить учет протечек через плунжерную пару. Механизм взаимного действия плунжера в цилиндре насоса, установка испытания штанговых насосов с системой измерения и регистрации параметров насоса решается засорением внутреннего канала плунжера, установкой манометра с инертным газом высокого давления на линии давления.

Проведено моделирование потока жидкости в условиях стенда. Был составлен план матрицы эксперимента и определено минимальное количество повторений опыта. Полученные экспериментальные данные были статистически обработаны. Полученные регрессионные модели проверялись на статистическую значимость. Коэффициенты детерминации во всех случаях превышали 90%. Установлено, что при турбулентном течении жидкости объем утечки жидкости в парах плунжеров с постоянным микрорельефом в виде

прямоугольного треугольника меньше, чем в парах плунжеров плоских. Число Рейнольдса для численных экспериментов для каждой щели проводили путем изменения значения постоянной вязкости, заданного потока жидкости, поступающей в щель плунжерной пары.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *месторождение нефти, промысловое оборудование, насосно-компрессорные трубы, штанговая насосная установка.*

IMPROVEMENT OF ROD EQUIPMENT OF DEEP PUMPING UNITS IN THE CONDITIONS OF OIL FIELD DEVELOPMENT

P.A. TANZHARIKOV, c.t.s., professor, *pan_19600214@mail.ru*
A.ZH. TLEUBERGEN, master of technical sciences, *aibek_mn@mail.ru*
N.S. SULEYMENOV, candidate of technical sciences, *nurzhan_suleymen@mail.ru*

KORKYT ATA KYZYLORDA UNIVERSITY
29a Aiteke bi Street, Kyzylorda, 120000, Republic of Kazakhstan

Currently, it is relevant to reduce the cost of maintenance, selection and purchase of fishing equipment, primarily deep-water pumps, tubing, pumping rods. After all, they are most susceptible to wear and the supply of the rod pumping unit depends on their condition. However, despite the well-known improvement of production technology introduced by manufacturers, there is a tendency not only to increase the service life of pumps, but also to decrease. The reason for the decrease in the service life of deepwater pumps is the continuous deterioration of their operating conditions.

The reason for the decrease in the service life of depth pumps is the continuous deterioration of their operating conditions. It is established that this is due to an increase in the depth of discharge of pump compressor pipes (SCS), progressive wetting of well production, an increase in the corrosive properties of the pumped liquid, etc.

The cause mentioned above in the article was solved in the following way, studying the consequences. The task of the proposed modification of the stand is to improve the design of the unit for testing rod pumps by changing the position of the pump drive and ensuring accounting for leaks through the plunger pair. The mechanism of mutual action of the plunger in the pump cylinder is solved by the fact that the internal channel of the plunger of the rod pump testing unit with a system for measuring and recording pump parameters is blocked, a pressure gauge with a high-pressure inert gas is installed on the pressure line.

Modeling of fluid flow in the stand position was carried out. A plan of the experiment Matrix was drawn up and the minimum number of repetitions of the experiment was determined.The obtained experimental data were processed statistically. The obtained regression models were tested for statistical significance. Detection rates were more than 90% in all cases. It was found that during turbulent fluid flow, the amount of fluid leakage in plunger pairs with a constant microregion in the form of a right triangle is less than in smooth plunger pairs. The Reynolds number for quantitative experiments for each hole was carried out by changing the value of the constant viscosity, a given flow of liquid entering the hole of the plunger pair.

KEY WORDS: *high-water oil field, field equipment, submersible pumps, pump-compressor pipes, rod pumps, rod pumping unit.*

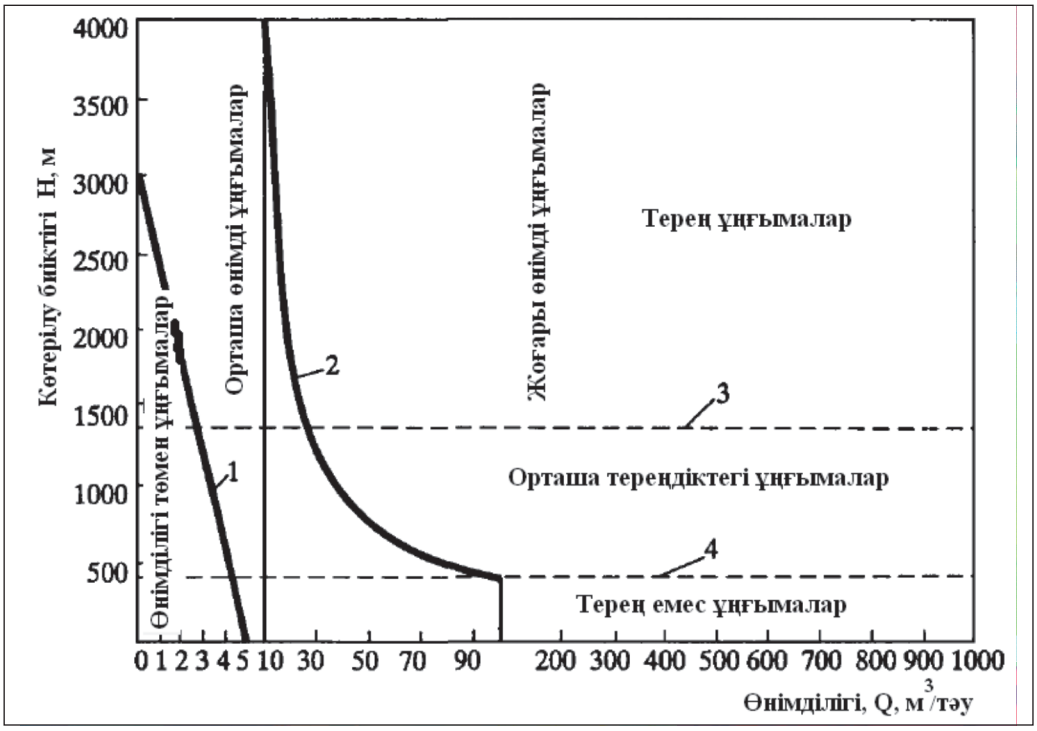
Кіріспе. Қазіргі уақытта кәсіпшілік жабдықтарды, бірінші кезекте тереңдік сораптарды, сорапты-компрессорлық құбырларды, сорап штангілерін қызмет көрсетуге, таңдауға және сатып алуға арналған шығындарды қысқарту өзекті мәселе болып табылады, өйткені олар барынша тозуға бейім және олардың жай-күйіне штангалы сорап қондырғысының өнім беруіне байланысты болады. Алайда, өндірушілер енгізген өндіріс технологиясының белгілі жетілдірілуіне қарамастан, сораптардың қызмет ету мерзімі өсіп қана қоймай, төмендеу үрдісі де байқалады.

Тереңдік сораптарының қызмет ету мерзімінің төмендеуінің себебі, оларды пайдалану жағдайларының үздіксіз нашарлауы болып табылады. Бұл сорапты компрессорлы құбырлардың (СКҚ) түсу тереңдігінің артуымен, ұңғымалар өндірісінің үдемелі сулануымен, сорылатын сұйықтықтың коррозиялық қасиеттерінің жоғарылауымен және т. б. байланысты болатыны анықталды.

1-суретте әртүрлі топтардағы ұңғымалардың өнімі және сұйықты көтеру биіктігі бойынша аймақтары мен шекаралары көрсетілген. Техникалық-экономикалық есептеулер, сонымен бірге штангалық ұңғымалық сораптық қондырғылар (ШҰСҚ) және электрлі батырмалы ортадан тепкіш сорапты (ЭБОТСҚ) қондырғыларын тәжірибеде ұзақ қолдану, терең жеткілікті негізделген екі қорытындыларды жасауға мүмкіндік болып табылатынын көрсетті:

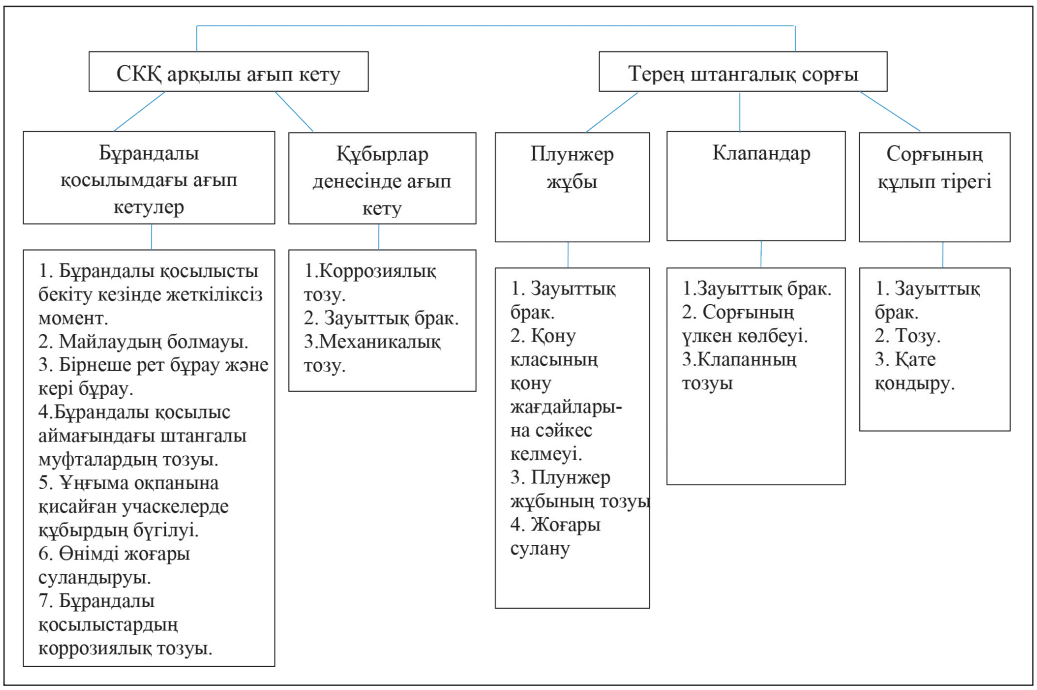
1. Штангалы ұңғымалық сорапты қондырғылар негізінен, өнімділігі төмен және орташа, сонымен бірге терең емес және орташа тереңдіктегі ұңғымаларды пайдалануға арналған. Дегенмен, өнімділігі жоғары және терең ұңғымаларды пайдалануда рентабелді болып қала алады (белгілі аралықта).

2. Батырмалы электртортадан тепкіш сорапты қондырғылар, негізінен өнімділігі орташа және жоғары, тереңдігі әртүрлі ұңғымаларды пайдалануға арналған. Штангалық тереңдік сораптарының (ШТС) қызмет ету мерзімін ұлғайтудың ең тиімді тәсілі олардың тозуға төзімділігін арттыру болып табылады. Бұл поршень мен сорап



Сурет 1 – **Әртүрлі топтардағы ұңғымалардың өнімі және сұйықты көтеру биіктігі бойынша аймақтары мен шекаралары: *1* – төмен және орташа өнімділіктегі ұңғыманың шекарасы; *2* – орташа және жоғары өнімділіктегі ұңғыманың шекарасы; *3* – терең және орташа тереңдіктегі ұңғыманың шекарасы; *4* – терең емес және орташа тереңдіктегі ұңғыманың шекарасы**

цилиндрі арасындағы өндіріс кезінде алынған бастапқы арақашықтықты сақтауға және сол арқылы жұмыс кезінде ұңғымалар өнімдерінің ағып кетуіне жол бермеуге мүмкіндік береді. Бірақ тозуға төзімділікті арттыру үшін, сораптардың үйкелетін бөлшектерін жасау кезінде жоғары беріктігі бар қорытпаларды қолдану қажет, ал оларды пайдалану жоғары шығындарға байланысты, сондықтан экономикалық тұрғыдан қолайсыз болуы мүмкін. Демек, пайдалану шығындарын төмендетудің негізгі бағыты, ұңғымалардағы сорап жабдығының жер асты бөлігінде ағып кетуді азайтудың дәстүрлі емес жолдарын анықтау және іздеу болып табылады. Іс жүзінде, терең сораптың жұмысы кезінде поршеньдік жұптың тозуы орын алады, поршень мен цилиндрдің арасындағы алшақтық арқылы ағып кету артады, бұл сорап қондырғысының мұнайды беруінің төмендеуіне әкеледі. Нәтижесінде алынған сұйықтықтың жоғалуы артады. Толтыру коэффициенті сұйықтықтың СКҚ-дан плунжер аймағына ағуына байланысты, яғни плунжер мен сорап цилиндрі арасындағы алшақтықтың байланысы өзгереді. Толтыру коэффициенті, сору кезінде сорап цилиндріне кіретін сұйықтық көлемінің, цилиндр көлеміне қатынасын білдіреді. Ұңғымалық сорап қондырғыларындағы ағып кетулердің түрлері *2 суретте* келтірілген. Жоғары сулы мұнайдың ерекшелігі-сорылатын өнімнің тұтқырлығы 1МПа сек-дан аз болуы мүмкін, бұл резервуардағы температурада судың тұтқырлық мәніне сәйкес келеді. Мұндай жағдайларда сұйықтықтың ағуы,сораптың берілу коэффициентіне айтарлықтай әсер етеді. Саңылау арқылы сорылатын сұйықтықтың ағып кету мөлшерін анықтайтын негізгі факторлар,плунжердің ұштарындағы қысымның төмендеуі және алшақтықтың мөлшерінің өзгеруі болып табылады. Мұнда негізінен екі



Сурет 2 – **Ұңғымалық сорап қондырғыларындағы ағып кетулердің түрлері**

өлшем-қысым және жұмыс келтірілген. Сорап параметрлерінің және сорылатын қоспаның құрылымының сораптың тиімділігіне әсерін зерттеуге арналған стенд құрамында өзара қозғалыс механизмі, рамаға орнатылған поршеньдік сорап, қысым және жұмыс сыйымдылығы бар. Сорапты шығару мен қабылдау арасындағы қысым айырмашылығы цилиндрмен реттеледі. Сораптың өзара қозғалыс механизмі, сорап параметрлерін өлшеу және тіркеу жүйесі, бұрандалы сораптың роторын айналдыруға арналған конустық беріліс, топсалы қосылысы бар тізбекті жетек, конустық редукторы бар электр қозғалтқышы, ұңғымалық штангалық және бұрандалы сораптарды сынау үшін белгілі қондырғы құлыптау бекіткіші бар жақтауға бекітілген.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Осылайша, стендтің ұсынылған модификациясының міндеті-сорап жетегінің орналасуын өзгерту арқылы штангалық сораптарды сынау үшін қондырғының дизайнын жетілдіру және плунжер жұбы арқылы ағып кетуді есепке алуды қамтамасыз ету. Қойылған міндет, сорап цилиндріндегі плунжердің өзара әсер ету механизмі, сорап параметрлерін өлшеу және тіркеу жүйесі бар штангалық сораптарды сынау қондырғысы плунжерінің ішкі арнасының бітелгендігімен, қысым сызығында жоғары қысымды инертті газы бар манометрдің орнатылғандығымен шешіледі. Ол арқылы плунжердің үстінде сұйықтық қабаты жасалады, сорап цилиндрінің төменгі бөлігі ашық болады және плунжер жұбы арқылы сұйықтықтың ағып кетуін өлшеуіш стаканға жинайтын және бағыттайтын шұңқырмен, өзара әрекеттесетін, механизмнің жылтыратылған өзегі-жүктеме ұяшығымен және сораптың бүкіл циклі ішінде жүктемені тіркейтін динамографпен жабдықталған. Штангалық сораптарды сынауға арналған қондырғы, сорап цилиндріндегі плунжердің өзара әсер ету механизмін, сорап параметрлерін өлшеу және тіркеу жүйесін қамтиды. Ол ұқсас қондырғылардан ерекшеленеді, өйткені плунжердіің ішкі каналы бекітілген болады. Плунжер жұбы арқылы ағып кетуге микрорельефтің (жарықшақтардың) әсері туралы зерттеулер жүргізілді. Егер Q_1 – қабаттан қапсырма құбырдың перфороциялық тесіктері арқылы келіп түсетін сұйықтықтың көлемдік шығысы; Q_2 – қапсырма құбыр мен сорапты-компрессорлық құбыр арасындағы кеңістіктегі (құбырдан тыс кеңістік), көлемді сұйықтық шығыны, онда сору клапанының өту тесігі арқылы сұйықтықтың көлемдік шығыны Q төмендегі өрнек арқылы анықталады:

$$Q=Q_1+Q_2 \qquad (1)$$

бұл жерден

$$Q_2=Q-Q_1 \qquad (2)$$

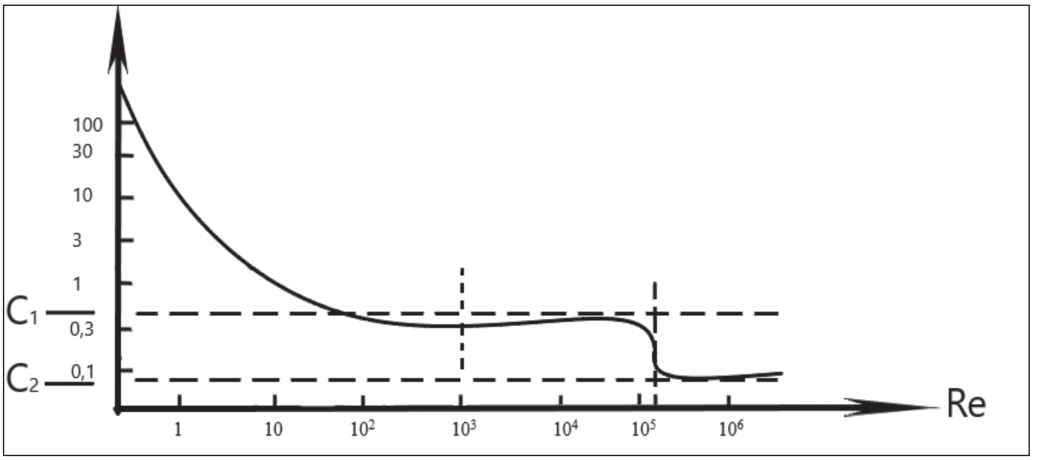
және шегендеу бағанасында сұйықтық деңгейінің өзгеруі f=0 болмайды.

Ағындағы ұңғыма сұйықтығы бөлшектері қозғалысының дифференциалдық теңдеуін жазамыз:

$$Md\nu/dt=P, \qquad (3)$$

мұнда: M – бөлшектердің массасы, ν – сұйықтық жылдамдығы; P – оған әсер ететін күш.

Мұнайы бар қабатта ламинарлық ағыс жүріп жатыр деп ойлап P күшін анықтаймыз. Сұйықтық ағынының, сұйықтықтың динамикалық тұтқырлық коэффициенті



3 сурет – **Кедергі коэффициентінің Рейнольдс санына тәуелділігі**

Рейнольдс санына байланысты (3 *сурет*) [1]. Оның жарықшақтары болған кезде сақиналы саңылаудағы сұйықтық ағыны бойынша жүргізген тәжірибелік зерттеулеріне сәйкес, Рейнольдс саны мәнінің 500-ден 1200-ге дейін ұлғайған кезінде жергілікті кедергі коэффициентінің айтарлықтай өсуі байқалады. Сонымен бірге 500 және 1200 мәндерінің аралығы, ағын режимін анықтау үшін маңызды деп есептеледі. 0-ден 580-ге дейін–ламинарлы ағын режимі, 500-ден 1200-ге дейін өтпелі ағын режимі және 1200-ден жоғары турбулентті режим жүретіні байқалған (*3 сурет*).

Рейнольдс санын анықтау кезінде, шартты тұтқырлық вискозиметрмен, Энглер градусымен (0E) анықталады. Энглер градусындағы шартты тұтқырлық эмпирикалық формула бойынша кинематикалық тұтқырлық коэффициентіне ауыстырылды:

$$v = \left(0{,}0731^0 E - 0{,}0631^0 / E\right) \cdot 10^{-4} \quad м^2 / с \qquad (4)$$

Динамикалық тұтқырлық коэффициенті келесі формула дананықталады

$$v = \frac{\mu}{\rho} \qquad (5)$$

Динамикалық тұтқырлықты өлшеу бірлігі паскаль*секунд (Па*сек)

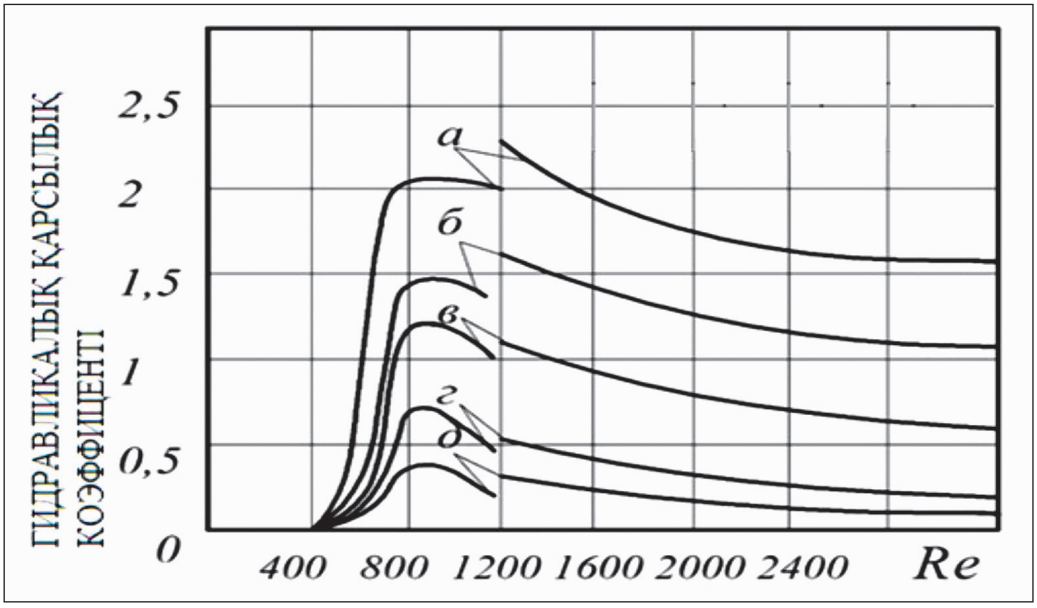
Оның жарықшақтары болған кезде сақиналы саңылаудағы сұйықтық ағыны бойынша жүргізген тәжірибелік зерттеулеріне сәйкес, Рейнольдс саны мәнінің 500-ден 1200-ге дейін ұлғайған кезінде жергілікті кедергі коэффициентінің айтарлықтай өсуі байқалады. Сонымен бірге 500 және 1200 мәндерінің аралығы, ағын режимін анықтау үшін маңызды деп есептеледі. 0-ден 580-ге дейін–ламинарлы ағын режимі, 500-ден 1200-ге дейін өтпелі ағын режимі және 1200-ден жоғары турбулентті режим жүретіні байқалған (*4-сурет*). Жергілікті кедергілер коэффициенттері тәжірибелік деректерді Дарси-Вейсбах формуласына ауыстыру арқылы анықталды (берілген қысымның төмендеуі кезінде сұйықтықтың ағу жылдамдығынан алынған).

Нәтижелер және талқылаулар. Әртүрлі ағын режимдері үшін *3 суретте* көрсетілген сәйкес тәжірибелік тәуелділіктер алынды. Жергілікті кедергілер коэффици-

енттері тәжірибелік деректерін Дарси-Вейсбах формуласына салу арқылы анықталды (берілген қысымның төмендеуі кезінде сұйықтықтың ағу жылдамдығынан алынған):

$$\Delta P = \lambda \frac{l_m}{D_г} \frac{\rho v^2}{2} + Z\,\zeta \frac{\rho v^2}{2}, \qquad (6)$$

мұндағы: ΔР–плунжер жұбының кірісі мен шығысындағы сұйықтық қысымының төмендеуі, Па; λ – тегіс ойықтың гидравликалық кедергі коэффициенті; *lm* – Саңылаудың тиімді ұзындығы (поршень жұбының жанасу ұзындығы минус жарықшақтар енінен), м; ρ – сұйықтықтың тығыздығы, кг/м^3; *v* – сұйықтық жылдамдығы, м/с; Z – жарықшақтарсаны; ζ – жарылған жердің жергілікті гидравликалық кедергісінің коэффициенті.



Сурет 4 – **Жергілікті гидравликалық кедергі коэффициентіне байланысты Рейнольдс санының тәуелділігі**

Ең үлкен кедергілер сүйір бұрышы артық қысым жағында болатын тік бұрышты үшбұрыштың қимасы бар ойықтарда пайда болатыны анықталды. Плунжердің шеңбері бойымен оның геометриялық пішінін сақтай отырып, ойықтарды қалыптасуының күрделілігіне байланысты тікбұрышты ойықтарды пайдалану ұсынылды, өйткені жарықшақтың енінде аздаған өзгерістермен тік бұрышты үшбұрыштың кесіндісі плунжердің шеңбері, цилиндрдегі плунжерді қысатын бүйірлік теңгерілмеген күштер пайдаболады. *1 кестеде* әртүрлі плунжер профильдері үшін ұзындық және жергілікті кедергілердің Рейнольдс санына тәуелділіктері көрсетілген [2].

Жергілікті гидравликалық кедергілер коэффициентінің Рейнольдс санына жалпы тәуелділігі анықталды. Осыған байланысты, штангалық сораптың плунжерінде ойықтар болған кезде сұйықтықтың ағып кетуінің өзгеруін одан әрі бағалау үшін,біз тікбұрышты қиманың ойығын қарастырдық. Әр түрлі профильдегі ойықтарды қолдану тиімділігін бағалау үшін біз Пирвердянның жұмыста алған тәуелділігін қолданып,

Кесте 1 – **Әртүрлі плунжер профильдері үшін ұзындық және жергілікті кедергілердің Рейнольдс санына тәуелділігі**

Плунжер профилі	Гидравликалық қарсылық коэффициенті	
	Цилиндрде плунжердің концентрлік орналасуы	Цилиндрде плунжердің эксцентрлік орналасуы(саңылаудың шамасына тең ең жоғары эксцентриктілік кезінде)
Ойықсыз (тегіс плунжер)	Ламинарлы режим: l=100/Re	Ламинарлы режим: l=57/Re
	Турбулентті режим: $l=19,63/Re^{0,77}$	Турбулентті режим: l=3,93/ $Re^{0,583}$
Тік бұрышты қималы ойықтармен:	Турбулентті режим $z=33,5/Re^{0,43}$	Турбулентті режим: $z=41/Re^{0,48}$
Тік бұрышты үш бұрыш түріндегі қима:	Турбулентті режим: $z=21,8/Re^{0,33}$	

1 кестеден алынған мәліметтерді сол жерге ауыстырамыз. Плунжер учаскесіндегі арын шығынының жарықшақпен және онсыз қатынасы тәуелділікпен анықталады:

$$\frac{H_k}{H_{гл}} = 8,5 \cdot \xi \cdot \mathrm{Re}^{0,25} \cdot \frac{\delta}{l_k} = 8,5 \frac{21,8}{\mathrm{Re}^{0,33}} \cdot \mathrm{Re}^{0,25} \cdot \frac{\delta}{l_k} = 8,5 \frac{21,8}{\mathrm{Re}^{0,08}} \cdot \frac{\delta}{l_k} \quad (7)$$

Сұйықтықтың ағып кету мөлшерін бағалау үшін гидравликалық кедергідегі қысымның жоғалуы саңылау арқылы сұйықтық ағынының квадратына пропорционал деген болжамды қабылдаймыз. Содан кейін тегіс плунжер арқылы сұйықтықтың ағып кету шамасының ойықтары (зақымдалған аудан) бар плунжерге қатынасы тегіс плунжер мен жарықшақтары бар плунжердің қарсыласу қатынасының квадрат түбіріне тең болады. Дарси – Вейсбах формуласы бойынша, өткізу қимасының ауданы өзгермейді деп болжаған кезде, қысым ағыны жылдамдығының квадратына пропорционал болады. Содан кейін сұйықтық шығындарының жарықшақтары бар бөлігінің тегіс саңылаудағы ағынға қатынасы 0,85 құрайды. Содан кейін сұйықтықтың ағып кетуі, суға қарағанда 15 пайызға кем болады. Дұрыс үшбұрыш түріндегі жарықшақтың пішіні сақина саңылауындағы сұйықтық ағынына ең үлкен қарсылықты тудыратындықтан және қазіргі технологиялық деңгей оны қажетті дәлдікпен қолдануға мүмкіндік беретіндіктен, одан әрі зерттеу үшін қиманың бұл формасы таңдалды.Зерттеулер штангалық сораптың отырғызу топтары бойынша саңылаулардың әртүрлі мәндері үшін жүргізілді (*2 кесте*).

Ара қашықтық мәндері: 0,01; 0,025; 0,075; 0,1; 0,125; 0,2 мм аралығында өзгереді. ШТС пайдалану кезінде плунжер жұбының саңылауы арқылы сұйықтықтың ағу режимі ламинарлы, өтпелі және турбулентті болуы мүмкін. Плунжер жұптары арқылы сұйықтықтың ағып кетуін анықтау үшін тәжірибелік стенд жасалды.

ҚОРЫТЫНДЫ. Стенд жағдайында сұйықтық ағынын модельдеу жүргізілді. Эксперимент матрицасының жоспары құрылды және тәжірибені қайталаудың ең аз саны анықталды.Алынған эксперименттік деректер статистикалық түрде өңделді.

Кесте 2 – **Штангалық ұңғымалық сорапты пайдалану топтары**

Қондыру тобы	Еңазсаңылау, мм	Цилиндр мен плунжер дідайын дауға рұқсатты ескере отырып, еңүл кенсаңылау, мм
1	0,0	0,063
2	0,025	0,088
3	0,050	0,113
4	0,075	0,138
5	0,100	0,163

Алынған регрессиялық модельдер статистикалық маңыздылыққа тексерілді. Анықтау коэффициенттері барлық жағдайларда 90% - дан астам болды. Сұйықтықтың турбулентті ағымы кезінде тікбұрышты үшбұрыш түрінде тұрақты микрорельефі бар плунжер жұптарындағы сұйықтықтың ағып кету мөлшері тегіс плунжер жұптарына қарағанда аз екендігі анықталды. Бұл жағдайда сақиналы орналасқан сұйықтықтың ағып кету мөлшері олардың бұрандалы жағдайда орналасуына қарағанда аз болады. Тұрақты микрорельеф ойықтарындағы жергілікті гидравликалық кедергілерді анықтау үшін тәуелділіктер алынды. Әр саңылау үшін сандық эксперименттерге арналған Рейнольдс саны, тұрақты тұтқырлық мәнін, плунжер жұбының саңылауына кіретін сұйықтықтың берілген ағынын өзгерту арқылы жүргізілді. Сораптың жетегіне арналған өзара қозғалыс механизмі, жүктеме, сыналатын сораптың бұрышын өзгертуге қызмет ететін тірек элементтері, сорап корпусының ұзындығы бойымен иілу жүктемелері, қысымның төмендеуін реттеу және тіркеу жүйесі, екі сыйымдылық- қысым және жұмыс жағдайы анықталды. Бұл стендтің кемшілігі-бірқатар жағдайлардың болуынан тұратын пайдаланудың күрделілігі-көлбеу бұрышы жоғарылаған бірқатар ұңғымалар қажет, ұңғымалардың осьтері икемді байланыстың иілу нүктесінде қиылысуы керек, ұңғымалар арасында гидравликалық байланыс болуы қажет. Сораптың дизайнын жетілдіруге бағытталған міндеттер-ұңғымалық сорапты механикалық қоспалардан қорғаудың тиімділігін және плунжердің беріктігін арттыру, ағынды турбулизациялау арқылы плунжер жұбындағы ағып кетуді азайту болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Кириченко В.В. УЭЦН для малодебитного фонда скважин // Neftegaz.ru .– 2019. – №6. –С. 70-72. [KirichenkoV.V. UE`CzN dlya malodebitnogo fonda skvazhin // Neftegaz.ru.–2019.– №6. – S. 70-72.]

2 Ивановский В.Н., Сабиров А.А., Фролов С.В. Проблемы применения установок скважинных штанговых насосов в условиях интенсификации добычи нефти // Территория нефтегаз. – 2006. – № 10. – С. 30-33. [Ivanovskij V.N., Sabirov A.A., Frolov S.V.Problemy` primeneniya ustanovok skvazhinny`kh shtangovy`kh nasosov v usloviyakh intensifikaczii doby`chi nefti // Territoriya neftegaz. – 2006. – №10. – S. 30-33.]

3 Покрепин Б.В. Способы эксплуатации нефтяных и газовых скважин. – М.: Ин-Фолио, 2008. – 352 с. [Pokrepin B.V. Sposoby` e`kspluataczii neftyany`kh i gazovy`khskvazhin. – M.: ID In-Folio, 2008. – 352 c.]

4 Абуталипов У.М. Совершенствование эксплуатации наклонно направленных скважин установками винтовых насосов с поверхностным приводом / Кандидатская диссертация, 2005. – 111 с. [Abutalipov U.M. Sovershenstvovanie ekspluatacii naklonno napravlennyh skvazhin ustanovkami vintovyh nasosov s poverhnostnym privodom / Kandidatskaya dissertaciya, 2005. – 111 c.]

5 Подкорытов А.А. Повышение эффективности добычи нефти на малодебитном фонде скважин путем внедрения винтовых насосных установок // Научный форум. – 2017. – Т. 3. – № 2. [Podkorytov A.A. Povyshenie effektivnosti dobychi nefti na malodebitnom fonde skvazhin putem vnedreniya vintovyh nasosnyh ustanovok // Nauchnyj forum. – 2017. – T. 3. – № 2.]

6 Галикеев И. А., Насыров В. А., Насыров А. М. Эксплуатация месторождений нефти в осложненных условиях. – Ижевск: ООО «ПарацельсПринт», 2015. – 354 с. [Galikeev, I. A., Nasy`rov, V. A., Nasy`rov, A. M. E`kspluatacziya mestorozhdenij nefti v oslozhnenny`kh usloviyakh. – Izhevsk: OOO «Paraczel`s Print», 2015. – 354 s.]

7 Молчанов А.Г. Основные направления работ по оптимизации эксплуатации нефтепромыслового оборудования в наклонно-направленных скважинах // Нефтепромысловое дело. – М.: Альянс, 2010. – 588 с. [Molchanov A.G. Osnovnye napravleniya rabot po optimizacii ekspluatacii neftepromyslovogo oborudovaniya v naklonno-napravlennyh skvazhinah // Neftepromyslovoe delo. – M.: Al'yans, 2010. – 588 s.]

8 Корабельников М.И., Джунисбеков М.Ш. Анализ и пути повышения эффективности механизированной добычи нефти из малодебитных скважин в кризисных условиях // Вестник ЮУрГУ. Серия Энергетика. – 2016.– Т. 16, № 1. – С. 75-79. [Korabel'nikov M.I., Dzhunisbekov M.SH. Analiz i puti povysheniya effektivnosti mekhanizirovannoj dobychi nefti iz malodebitnyh skvazhin v krizisnyh usloviyah // Vestnik YUUrGU. Seriya Energetika. – 2016.– T. 16, № 1. – S. 75-79.]

9 Кузьмичев Н.П. Кратковременная эксплуатация скважин для добычи вязкой нефти с помощью УЭЦН // Neftegaz.ru. – 2015. – № 3. – С. 28-35. [Kuz'michev N.P. Kratkovremennaya ekspluataciya skvazhin dlya dobychi vyazkoj nefti s pomoshch'yu UECN // Neftegaz.ru. – 2015. – № 3. – S. 28-35.]

10 Рыжов Е.В., Рыжов М.Е. Модернизированный штанговый глубинный насос «BeeOilPump», повышающий экономичность нефтедобычи // Computation alnanotechnology. – 2016. – №2. – С. 139-145. [Ryzhov E.V., Ryzhov M.E. Modernizirovannyj shtangovyj glubinnyj nasos «BeeOilPump», povyshayushchij ekonomichnost' neftedobychi // Computation alnanotechnology. – 2016. – №2. – C. 139-145.]

11 Таңжарықов П.А., Амангельдиева Г.Б.,Кабыл С.Б.Сұйық мұнайлы эмульсияны тасымалдайтын құбырларды пайдалану кезіндегі коррозия жылдамдығын анықтау // Вестник ПГУ. – 2018. – № 4. – С. 89-96. [Таңzharуқov P.A., Amangel'dieva G.B.,Kabyl S.B.Sұjұқ mұnajly emul'siyany tasymaldajtyn құbyrlardy pajdalanu kezindegi korroziya zhyldamdyғyn anyқtau // Vestnik PGU. – 2018. – № 4. – C. 89-96.]

12 Таңжарықов П. А., Амангельдиева Г.Б., Сейілбекова Ж.С. Мұнай-газ өнеркәсібі жабдықтарын коррозиялық бұзылудан қорғау// Вестник национальной академии горных наук. – 2018. – №4 (5). – С. 47-52. [Таңzharуқov P. A., Amangel'dieva G.B., Sejilbekova ZH.S. Mұnaj-gaz өnerkәsibi zhabdyқtaryn korroziyalyқ bұzyludan қorғau// Vestnik nacional'noj akademii gornyh nauk. – 2018. – №4 (5). – C. 47-52.]

13 Таңжарықов П.Ә., Амангельдиева Г.Б. Мұнай жабдықтарының коррозиялық зақымдануын ингибиторлар арқылы төмендету // Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университитетінің хабаршысы. – 2019. – №2(49). – С.73-80. [Таңzharуқov P.Ә., Amangel'dieva G.B. Mұnaj zhabdyқtarynұn korroziyalyқ zaқymdanuyn ingibitorlar arқyly

tөmendetu // Қorқyt Ata atyndaғy Қyzylorda memlekettik universititetinің habarshysy. – 2019. – №2(49). – C.73-80.]

14 Таңжарықов П.Ә., Амангельдиева Г.Б., Тлеуберген А.Ж. Ұңғымалық ортаның коррозиялық белсенділігін бағалау // Нефть и газ. – 2021. – №6. – С. 79-90. [Таңzharyқov P.Ә., Amangel'dieva G.B., Tleubergen A.ZH. Ұңғymalyқ ortanyң korroziyalyқ belsendiligin bағalau // Neft' i gaz. – 2021. – №6. – S. 79-90.]

15 Сулейменов Н.С. Факторы, влияющие на снижение гидропроводности призабойной зоны скважины // Нефть и газ. – 2021. – №6. – С. 100-109. [Sulejmenov N.S. Faktory, vliyayushchie na snizhenie gidroprovodnosti prizabojnoj zony skvazhiny // Neft' i gaz. – 2021. – №6. – S. 100-109.]

16 Таңжарықов П.А., Ержанова А.Т., Кабыл С.Б. Мұнай жабдықтарының коррозиялық бұзылуын анықтау // Вестник ПГУ. – 2018. – №2. – С.80-87. [Таңzharyқov P.A., Erzhanova A.T., Kabyl S.B. Mұnaj zhabdyқtarynyң korroziyalyқ bұzyluyn anyқtau // Vestnik PGU. – 2018. – №2. – C.80-87.]