

ӨОЖ 622.022

ГТАХР 52.47.15

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108703>

Қабылданды: 17.01.2024

Мақұлданды: 12.06.2024.

Жарияланды: 30.06.2024.

Түпнұсқа зерттеу

Бұрғылау ерітінділерінің технологиялық қасиеттеріне газдалған полимер ерітіндісінің әсерін талдау

С.Ә. Губашев, А.Ж. Бердыев, Р.Н. Блгалиев, Б.Ф. Сабиров

ҚМГ Инжиниринг Атыраулық филиалы, Атырау қаласы, Қазақстан

АННОТАЦИЯ

Негіздеу. Көмірсутектерге сұраныстың үздіксіз өсуі жағдайында мұнай-газ саласының операторлары бұрын қол жетімсіз көмірсутектерге қол жеткізу үшін әрқашан тереңірек ұңғымаларды бұрғылауға ұмтылады. Мұнай мен газға өсіп келе жатқан жаһандық сұранысты қанағаттандыру үшін терең және өте терең ұңғымаларды барлаудың маңыздылығы тез артып келеді. Мұндай тереңдікте бұрғылау көптеген қиындықтарды тудырады. Апаттар мен шиеленістердің көпшілігі бұрғылау шарттарына сай келмейтін бұрғылау ерітіндісін пайдаланудан болады. Терең жатқан өнімді кен орындарын игеру қажеттілігі сазды жыныстардың дисперсиясы мен ылғалдануын болдырмайтын және ұңғыма оқпанының ұзақ мерзімді тұрақтылығын және өнімді қабаттардың жоғары сапалы енуін қамтамасыз ете алатын бұрғылау ерітінділерін қолдануды талап етеді.

Мақсаты. Осы тақырып бойынша талдаудың мақсаты акриламидті полимерлі қоспалар негізіндегі бұрғылау ерітіндісінің қасиеттерінің тәуелділігін қарастыру және бұрғылау ерітінділерінің технологиялық параметрлеріне полиакриламид концентрациясының әсерін талдау.

Материалдар мен әдістер. Мақалада, мысал ретінде, бұрғылау ерітінділерін өңдеу үшін қолданылатын синтетикалық жоғары молекулалық қосылыстарды – полиакриламидті және газ тәрізді бұрғылау агенттерін қарастырамыз. Полиакриламид тек сазды бұрғылау ерітінділерінде сүзуді төмендеткіш ретінде жұмыс істейді және қатты фазасы жоқ ерітінділерде бұл жағдайда тиімсіз. Дегенмен, сулы фазалық қоюлатқыш ретінде оны балшықсыз жүйелерде, соның ішінде минералданған сулы ерітінділерде сәтті қолдануға болады.

Негізделері. Жуу сұйықтығының параметрлері мен сапасын негіздеу және Жоламанов кен орнында қолданылатын және «PETRO-UNIT» ЖШС-де тәжірибе жүзінде сыналған ерітінділерді пайдалану.

Қорытынды. Газдалған сұйықтықтарды пайдалану бірқатар артықшылықтарды қамтамасыз етеді: қабаттың шамалы деградациясы, көмірсутектер үшін кесінділерді жылдам бағалау, айналымның алдын алуды жоғалту және қатты жыныс түзілімдеріндегі ену жылдамдығының айтарлықтай жоғары болуы. Кәдімгі бұрғылау ерітінділерімен бұрғылау үшін де, газтәрізді агенттермен бұрғылау үшін де қажетті жабдықпен байланысты қосымша шығындар ескеріледі. Бұрғылау сұйығын қатты фазадан тиімді тазартуды қамтамасыз ету үшін бұрғылау қондырғысында дұрыс жұмыс істейтін тазарту жүйесінің жабдығы болуы қажет, бұл ерітіндіні өңдеуге кететін шығынды азайтады, өйткені қатты фаза құрамының жоғарылауымен ерітіндінің тығыздығы, реологиялық қасиеттері және саздың коллоидты фазасы артады.

Негізгі сөздер: полимер дисперсті емес ерітінділер, биополимер ерітінділері, гидролизденген полиакриламид (ПАА), газ тәрізді бұрғылау агенттері, газдалған ерітінділер, гидрофобты эмульсиялы бұрғылау ерітіндісі, PETRO-PAC LV сұйықтық шығынын төмендететін суспензия.

Дәйексөз келтіру үшін:

Губашев С.Ә., Бердыев А.Ж., Блгалиев Р.Н., Сабиров Б.Ф. Бұрғылау ерітінділерінің технологиялық қасиеттеріне газдалған полимер ерітіндісінің әсерін талдау // Қазақстанның мұнай-газ саласының хабаршысы. 2024. 6 том, №2. 39–49 б. DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108703>.

UDC 622.022
CSCSTI 52.47.15

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108703>

Received: 17.01.2024

Accepted: 12.06.2024.

Published: 30.06.2024.

Original article

Analysis of the impact of an aerated polymer solution on the technological properties of drilling fluids

Sarsenbay A. Gubashev, Arslanbek Zh. Berdyev, Raphail N. Blgaliyev, Bolatkhan F. Sabirov

Atyrau branch of KMG Engineering, Atyrau, Kazakhstan

ABSTRACT

Background: As demand for hydrocarbons continues to grow, oil and gas industry operators are faced with drilling deeper wells to access previously unattainable hydrocarbons. The importance of deep and ultra-deep well exploration is rapidly increasing to meet the growing global demand for oil and gas. Drilling at such depths poses a wide range of challenges. Most accidents and complications are caused by the use of drilling fluid that does not meet the drilling conditions. The need to develop deep pays requires the use of drilling fluids that can prevent dispersion and hydration of clayey rocks and ensure long-term wellbore stability and high-quality penetration of productive formations.

Aim: The purpose of the analysis on this subject is to consider the dependence of the properties of drilling fluid based on acrylamide polymer additives and to analyse the influence of polyacrylamide concentrations on the technological parameters of drilling fluids.

Materials and methods: This study considers a synthetic high-molecular compound used for treatment drilling fluids – polyacrylamide and gaseous drilling agents. Polyacrylamide works as a filtration reducer only in clayey drilling fluids and is ineffective in this capacity in solutions without a solid phase. However, as an aqueous phase thickener, it can be successfully used in clay-free systems, including mineralized aqueous solutions.

Results: Justification of the parameters and quality of the flushing liquid and the use of solutions used at the Zholamanov field and practically tested by PETRO-UNIT LLP.

Conclusion: The use of aerated fluids provides a number of benefits: minor deterioration of reservoir properties, rapid evaluation of cuttings for hydrocarbons, loss of circulation prevention, and significantly higher penetration rates in hard rock formations. Additional costs associated with the necessary equipment are taken into account, both for drilling with conventional drilling fluids and for drilling with gaseous agents. It is necessary to have properly functioning purification system equipment at the drilling rig in order to ensure effective purification of the drilling fluid from the solid phase, which will reduce the cost of processing the solution, since with an increase in the solid phase content, the density of the solution, rheological properties and clay colloidal phase increase.

Keywords: *polymer non-dispersing solutions; biopolymer solutions; hydrolyzed polyacrylamide (paa), gaseous drilling agents; aerated solutions; hydrophobic emulsion drilling mud; suspension with fluid loss reducer PETRO-PAC LV.*

To cite this article:

Gubashev SA, Berdyev AZ, Blgaliyev RN, Sabirov BF. Analysis of the impact of an aerated polymer solution on the technological properties of drilling fluids. *Kazakhstan journal for oil & gas industry*. 2024;6(2):39–49.

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108703>.

УДК 622.022
МРНТИ 52.47.15

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108703>

Получена: 17.01.2024.

Одобрена: 12.06.2024.

Опубликована: 30.06.2024.

Оригинальное исследование

Анализ воздействия азрированного полимерного раствора на технологические свойства буровых растворов

С.А. Губашев, А.Ж. Бердыев, Р.Н. Блгалиев, Б.Ф. Сабиров

Атырауский филиал КМГ Инжиниринг, г. Атырау, Казахстан

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В связи с продолжающимся ростом спроса на углеводороды операторы нефтегазовой отрасли сталкиваются с вопросами бурения более глубоких скважин, чтобы получить доступ к ранее недостижимым углеводородам. Значение разведки глубоких и сверхглубоких скважин имеет большое значение, чтобы удовлетворить растущие глобальные потребности в нефти и газе. Бурение на такой глубине ставит широкий спектр сложных задач. Большинство аварий и осложнений обусловлено применением бурового раствора, несоответствующего условиям бурения. Необходимость освоения глубокозалегающих продуктивных отложений требует использования буровых растворов, способных предупреждать диспергирование, гидратацию глинистых пород и обеспечивать длительную устойчивость ствола скважины и качественное вскрытие продуктивных пластов.

Цель. Целью анализа по этой тематике является рассмотрение свойств бурового раствора на основе добавок полимеров акриламида и анализ влияния концентраций полиакриламида на технологические параметры буровых растворов.

Материалы и методы. В статье в качестве примера рассмотрено синтетическое высокомолекулярное соединение полиакриламида, применяемое для обработки промывочных жидкостей, и газообразные буровые агенты. Полиакриламид работает как понизитель фильтрации только в глинистых буровых растворах и малоэффективен в этом качестве в растворах без твердой фазы. Однако в качестве загустителя водной фазы может с успехом использоваться в безглинистых системах, в том числе, в минерализованных водных растворах.

Результаты. Обоснование параметров и качества промывочной жидкости и использование растворов, применяемых на месторождении Жоламанов и опробованных практически в ТОО «PETRO-UNIT».

Заключение. Использование азрированных жидкостей обеспечивает ряд преимуществ: незначительное ухудшение коллекторских свойств пласта, быструю оценку выбуренной породы на наличие углеводородов, предотвращение потери циркуляции и значительно более высокие скорости проходки в пластах с твердой породой. Учитываются дополнительные затраты, связанные с необходимым оборудованием, как для бурения на обычных промывочных жидкостях, так и для бурения на газообразных агентах. Необходимо иметь на буровой исправно функционирующее оборудование системы очистки с тем, чтобы обеспечить эффективную очистку бурового раствора от твердой фазы, которое позволит снизить затраты на обработку раствора, так как при повышении содержания твердой фазы происходит рост плотности раствора, повышение реологических свойств и увеличение концентрации глинистой коллоидной фазы.

Ключевые слова: полимерные недиспергирующие растворы, биополимерные растворы, гидролизированный полиакриламид, газообразные буровые агенты, азрированные растворы, гидрофобный эмульсионный буровой раствор, суспензия понизителем водоотдачи PETRO-PAC LV.

Как цитировать:

Губашев С.А., Бердыев А.Ж., Блгалиев Р.Н., Сабиров Б.Ф. Анализ воздействия азрированного полимерного раствора на технологические свойства буровых растворов // Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. 2024. Том 6, №2. С. 39–49. DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108703>.

Кіріспе

Бұрғылау инженері тұтқырлық, аққыштық екпіні және гелидің беріктігі сияқты бұрғылау ерітіндісінің реологиялық қасиеттерін дәл бағалауы керек және бұл бұрғылау операциясының сәтті өтуі үшін өте маңызды. Мұнай және газ ұңғымаларын салудағы күрделі техникалық және технологиялық мәселелерді шешу, сондай-ақ жер қойнауынан көмірсутектерді өндірудің ұзақ мерзімді объектісін құру мақсатына жетудің табыстылығы бұрғылау ерітінділерін пайдалану арқылы қамтамасыз етіледі. Әлемдік тәжірибеде қазіргі уақытта ұңғымалардың профилдерінің күрделілігін арттыру және бұрғылау тереңдіктерін арттыру тенденциялары бар, сонымен қатар өнімді қабаттарды барған сайын тиімді және толық пайдалану талаптары қойылуда. Осының барлығының салдары ретінде әртүрлі шиеленістердің ықтималдығы артады. Бұрғылау ерітіндісінің құрамы мен қасиеттері оған қойылатын талаптарға сәйкес өнімді қабаттың қабаттық қасиеттеріне теріс әсер етпеуі керек, сонымен қатар ықтимал асқынулардың көпшілігінің алдын алу мүмкіндігін қамтамасыз етуі керек [1]. Жуу сұйықтығы минералдану дәрежесі мен құрамы бойынша әртүрлі жағдайларда, сондай-ақ ұңғы түбінің жоғары температурасына ұшыраған кезде тұрақты болуы керек. Сонымен қатар, ол техникалық қызмет көрсету және жұмыс істейтін персонал үшін қауіпсіз болуы керек, өрт қаупі жоқ және қоршаған ортаға қауіп төндірмеуі жөн [2].

Полимерлі бұрғылау ерітінділерін жетілдіру

Бұрғылау ерітінділерінің жүйелерін зерттеумен айналысатын ғылыми топ ғалымдарының соңғы жылдардағы жетістігі – бұл қабаттардың бастапқы өнімділігін барынша сақтауға ықпал жасайтын сазсыз полимер және биополимер ерітінділерін пайдалану. Бұл композициялардың негізін өсімдік тектес полимерлер, бағытталған синтез өнімдері және биополимерлер құрайды [3]. Құрамында полимерлер бар бұрғылау ерітіндісін қолданудың алғашқы тәжірибесі 20 ғасырдың 30-жылдарында АҚШ-та тіркелген. Ерітінді содыланған (кальцинированный) судан, бентониттен және қалыңдатқыш және флокуляциялық қасиетке ие полимерден (малеин қышқылы мен винилацетаттың сополимерінен) тұрды [4]. Полимерлі бұрғылау ерітінділерінің құрамы уақыт өте келе бұрғылау процесі кезінде бұрғылау сұйықтығының функционалдық қасиеттерінің тұрақтылығын қамтамасыз етуден бірте-бірте алшақтап, өнімді қабаттың қабаттық қасиеттерін бастапқы ашу кезінде максималды ықтимал сақтауға

қарай дамыды. Бастапқыда құрамында полимерлер бар бұрғылау ерітінділерін қолдану механикалық жылдамдықпен қатар ену жылдамдығын арттыру ниетімен туындады. Уақыт өте келе бұрғылау кезіндегі геологиялық жағдайлардың күрделенуімен (қысымдардың, температуралардың, тереңдіктердің жоғарылауы және үйлеспейтін аймақтардың болуы) бұрғылау ерітінділері экологиялық таза, тежелген, қабаттардағы жағдайлардың әсеріне төзімді болады, сонымен қатар жабындардың жабындарын қамтамасыз ететін сипаттамаларға ие болады. ұңғыма оқпанының тұрақтылығы және қабат қасиеттерінің сақталуы. қабаттың қасиеттері. 1-сурет бұрғылау ерітінділерінің эволюциясын бейнелейтін схемалық диаграмма болып табылады [4, 5]. Ол кезде өнімді қабаттың қауіпсіздігіне іс жүзінде мән берілмеді, ал көшкіндер, сырғымалар, бұрғылау сұйықтығының жоғалуы және басқа да асқынулар болмаса, жүріп өткен есептегіштер басты басымдық болды. Бұрғылаушылар қабаттарды баяу, бірақ сенімді түрде «көлтірді», ал әзірлеушілер кейіннен ұңғымадан қажетті дебитті ала алмады. Осыған сүйене отырып, жаңа бұрғылау ерітінділерін алу формуласындағы келесі эволюциялық секіріс өзін ұсынды, атап айтқанда өнімді қабаттың қабаттық қасиеттерін сақтауға бағытталған. Осылайша, табиғи органикалық полимерлер қосылған балшықсыз бұрғылау ерітінділері – табиғи модификацияланған полимерлер мен биополимерлер – мұқият назар аударуды қажет етті.

Синтетикалық полимерлер, полиакриламидтер негізіндегі бұрғылау ерітінділерінде полимерлерді қолдану

Көптеген полимерлер бірнеше функцияларды орындай алады. Полимерлердің ең көп таралған түрі сұйықтықтың жоғалуын реттеу және тұтқырлықты арттыру болып табылады. Белгілі бір полимерді таңдауды анықтайтын факторларға мыналар жатады: қолданылатын бұрғылау ерітіндісінің түрі, оның химиялық құрамы, рН, ыстыққа төзімділік, ашытуға және ығысуға төзімділік, реологиялық модификациялар және қабаттың өнімді қасиеттерінің сақталуы. Жуу сұйықтарын өңдеу үшін қолданылатын синтетикалық жоғары молекулалы қосылыстардың ішінде полиакриламидті ерекше атап өту керек. Полиакриламид сулы фазалық қоюлатқыш ретінде минералданған сулы ерітінділерді қоса, балшықсыз жүйелерде сәтті қолданылуы мүмкін. Полимерлі дисперсті емес ерітінділерді қолданудың негізгі мәселесі олардың бұрғылау шламымен байытылуын болдырмау болып табылады. Сондықтан ерітіндіге арнайы

селективті флокулянт реагенттер енгізіледі, мысалы, гидролизденген полиакриламид (әрі қарай ПАА) (2-сурет), ол кальций сазын және бұрғылау шламының ірі фракциясын флокуляциялайды [6].

Полимерлі дисперсті емес ерітінділердің ыстыққа төзімділігі қолданылатын полимерлерге байланысты. Акрил полимерлеріне негізделген ерітінділер ең үлкен ыстыққа төзімділікке ие (250°C дейін). Полимерлі дисперсиялық емес ерітінділер саздың жоғары құрамымен сипатталатын шөгінділерде, оның ішінде (80%-ға дейін) коллоидтылығы жоғары және потенциалды тұрақсыз, сондай-ақ берік, тұрақты карбонатты-сазды учаскелердегі өндіру және барлау ұңғымаларын жаппай бұрғылауға арналған. өнімді формацияларды ашуға қатысты. Полимер ерітінділері балшықсыз болуы мүмкін. Бұл жағдайда ерітінді судың реологиялық қасиеттерін және оның өткізу қабілетін жақсартатын және кесінділерді флокуляциялайтын, әдетте гидролизденген ПАА емес, полимер қосылған су болып табылады. Полимерді дисперсті емес ерітінді сапасының негізгі көрсеткіштерінің бірі сазды фазаның аз болуы болып табылады, оның көлемдік үлесі 1,5–2% аспауы керек. Полимерлі дисперсті емес ерітінді дайындау үшін көмірсілтілі реагент (будан әрі – КСР) өңделген жаңа ерітіндіні пайдалануға болады. Сазды фазаның құрамын алдын ала анықтайды және оны азайту қажет болған жағдайда ерітіндіні сумен сұйылтады, содан кейін 10–20 л/м³ мөлшерінде 0,5% ПАА ерітіндісін енгізеді.

Газ тәрізді бұрғылау агенттері анамальды төмен қабат қысымы жағдайында ұңғымаларды бұрғылау судың тығыздығынан төмен тығыздығы бар бұрғылау ерітінділерін пайдалануды талап етеді. Сығылған ауаны немесе газды ұңғыма оқпанынан бұрғылау шламын алу үшін пайдалануға болады. Газ тәрізді бұрғылау агенттері үш санатқа бөлінеді: тек ауа немесе газ, газдалған сұйықтық және көбік. Тазартумен бұрғылау жұмыстарын жүргізу үшін жер бетіне көтерілген бұрғыланған тау жыныстары мен қабат сұйықтарын қауіпсіз өңдеуді қамтамасыз ететін арнайы жабдық қажет: компрессорлар, құбырлар, бұрғылау үшін газды пайдалануға немесе бұрғылау ерітіндісінің немесе көбіктің ауасымен қанықтыруға байланысты арматура [7]. Газ тәріздес сұйықтықтарды пайдалану бірқатар артықшылықтарды қамтамасыз етеді: қабат қасиеттерінің нашарлауы немесе мүлдем нашарлауы, көмірсутектер үшін кесінділерді жылдам бағалау, айналымды жоғалтудың алдын алу және қатты жыныс түзілімдеріндегі ену жылдамдығының айтарлықтай жоғары болуы. Газ тәріздес агентті пайдаланып тұтас ұңғыманы бұрғылау мүмкін болмағандықтан, әдеттегі

бұрғылау ерітінділерімен бұрғылау үшін де, газтәрізді агенттермен бұрғылау үшін де қажетті жабдықпен байланысты қосымша шығындарды ескеру қажет. Ең кең таралған және тиімді әдіс – көбік түзетін беттік белсенді заттарды қолданатын көбіктерді қолдану. Қабат қысымы 0,3–0,8 гидростатикалық болса, қатты жыныстарда (әктастарда, доломиттерде), мәңгі тондарда, кеуекті сіңіру горизонттарында ұңғымаларды бұрғылау кезінде, өнімді қабаттарды ашуда, ұңғымаларды игеру және күрделі жөндеу кезінде көбіктерді тиімді пайдаланады. Көбіктер – сұйық дисперсиялық ортаның жұқа қабаттарымен бөлінген газ көпіршіктерінің (дисперсті фаза) жиынтығы болып табылатын құрылымды дисперстік жүйелер. Беттік-активті заттар – бұл беткі қабатта адсорбцияланатын және нәтижесінде беттік керілуді (беттік энергия) төмендететін органикалық қосылыстар. Көбік – агрегаттық тұрақсыз дисперсті жүйе. Тәжірибеде сұйық дисперсиялық ортасы бар көбіктер кеңірек қолданылады. Көбіктердің тұрақтылығын арттыру үшін оларға реагенттер қосылады – тұрақтандырғыштар Карбоксиметилцеллюлоза, полиакриламид (будан әрі – КМЦ, ПАА), олар еріткіштің тұтқырлығын арттырады және пленкалардан сұйықтықтың ағу процесін баяулатуға көмектеседі. Тұрақты көбік алу үшін көбік түзетін ерітіндінің құрамында болуы керек (г/л): көбік түзетін БАЗ (молекулалық массасына байланысты) 0,5–5; көбік тұрақтандырғыш полимер (КМЦ, ПАА) 0,2–0,75; электролит (тринатрий фосфаты, NaCl) 0,1–0,5; су – қалғаны. Тұрақтылығы төмен көбіктердің құрамында 0,5–10 г/л көбік түзетін беттік белсенді зат, қалғаны су. Тұрақты көбік, суспензиялар мен эмульсиялардан айырмашылығы, оны қатты заттарға жақындататын механикалық қасиеттерге ие, сондықтан оның беріктігін серпімді деформация заңдары бойынша өлшеуге болады. Көбіктің көтергіштігі суға қарағанда 7–10 есе жоғары және сұйықтықтың көлемдік үлесі азайған сайын артады. Ұңғыманың түбін кесінділерден тазарту шламды флотация әсерімен үйлесетін гидродинамикалық ағын күшінің нәтижесінде болады. Көбік аузынан түбіне дейінгі жолда ауасы 60–96% болатын пластикалық сығылатын сұйықтық болып табылады, ал төменнен ауызға қарай көпіршіктердің көлемінің ұлғаюына байланысты кеңейеді. қысым және оның көлемінің кейіннен ұлғаюы. Көбіктердің тығыздығы 0,03–0,3 г/см³ дейін жетеді. Ұңғымаларды көбікпен айдаған кезде шаю технологиясы сорғылардың тұрақты жұмыс істеуі үшін ұңғымаға келесі айдау алдында жер бетін міндетті түрде көбіксіздендіруді қарастырады.

Көбікті жоюдың физикалық-механикалық, химиялық, акустикалық және термиялық әдістері бар, олардың ішінде ең тиімдісі соңғы екеуі. Ұңғымаларды игеру кезінде өзін-өзі реттейтін көбік жүйелері пайдаланылады, мұнда химиялық реакция нәтижесінде көп мөлшерде жылу және азот газы пайда болады, ол ұңғымадағы сұйықтықты біркелкі және өздігінен көбіктендіреді. Газды күшейтетін сорғылар көбіктерді қайталап пайдалануға мүмкіндік береді. Арнайы көбік генераторлары рецепт бойынша көбік дайындап, ұңғымаға айдайды. Газдалған ерітінділер – дисперсті ортасы сұйықпен (негізгі тасымалдаушы агент), ал дисперсті фазасы – сығылған ауамен (көмекші рөл) болатын төмен концентрациялы дисперсті жүйелер. Кез келген бұрғылау сұйықтығын сұйықтық ретінде пайдалануға болады, соның ішінде, көмірсутекті негізде, ал өнімді қабаттарды ашу кезінде – қосымша беттік белсенді заттармен. Ерітіндіні аэрациялау сәйкесінше 100 және 50°C дейінгі температурада механикалық немесе химиялық жолмен жүзеге асырылады. Механикалық аэрация кезінде компрессорлар аэрация құрылғысымен, сорғы құбырларымен, ұңғыма сағасын тығыздаумен және бақылау клапанымен қосымша орнатылады. Химиялық аэрация кезінде қосымша жабдықты орнату қажет емес, ерітінділер тұрақты. Химиялық газдалған ерітінділердің құрамы сұйықтықтан, көбік түзетін беттік белсенді заттан және құрылым түзушіден тұрады. Беттік белсенді затты таңдаудың дұрыстығы құбырдағы және сақинадағы сұйық колонналардың тепе-теңдігін көрсететін көтергіштегі тұрақты қысым кезінде ағын сызығынан ерітіндінің үздіксіз ағу жылдамдығымен көрінеді. Кез келген аэрация сұйықтықтың тығыздығын 0,1-ден 1,0 г/см³-ге дейін реттеуге және сол арқылы түбіндегі гидростатикалық қысымды азайтуға немесе арттыруға мүмкіндік береді.

Жуу сұйықтығының параметрлері мен сапасын негізде

Ерітінді формуласы берілген аумақта немесе кен орнында бұрғылау тәжірибесіне сәйкес таңдалады, сондай-ақ әдебиетті шолу және ең көп қолданылатын бұрғылау ерітінділерінің жіктелуі негізінде таңдалады [4] Бұрғылау аралықтарына және тұтастай ұңғымаға арналған сұйықтықты дайындау және өңдеу үшін материалдар мен химиялық реагенттерге қажеттілікті анықтау мына формула бойынша ұңғыманы бұрғылауға қажетті V бұрғылау ерітіндісінің мөлшерін анықтаудан басталады (1):

$$V = V_{II} + V_B + \alpha \cdot V_C \quad (1)$$

мұндағы V_{II} – науа жүйесінің және бұрғылау сорғыларының қабылдау цистерналарының көлемі, м³ (берілген бұрғылау қондырғысының түрі және белгілі бір аумақтағы бұрғылау жағдайлары үшін анықталады); α – бұрғылау сұйықтығының қауіпсіздік коэффициенті, қалыпты бұрғылау жағдайында 1,5-ке тең, ал қиын жағдайларда 2-ге тең (мұнай және газдың мүмкін болатын аймақтары, жаңадан бұрғыланған учаскелерде өнімді горизонттарды ашу, газ конденсатын және газ кен орындарында бұрғылау, қысымы жоғары немесе құрамында күкіртті сутегі және басқа да улы қосылыстар бар кен орындарында); V_C – осы түрдегі бұрғылау ерітіндісімен жуумен і-ші бұрғылау интервалының соңындағы ұңғыманың көлемі, м³ (2):

$$V_C = \sum_{i=1}^n \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot l_i \quad (2)$$

мұндағы V_C – осы түрдегі бұрғылау ерітіндісімен жуумен і-ші бұрғылау интервалының соңындағы ұңғыманың көлемі, м³; l_i – ұңғыманың технологиялық интервалының мәні, м; D_i – і-ші технологиялық интервалдағы ұңғыма оқпанының диаметрінің (диаметрлерінің) мәні, м (3):

$$D_i = k_i \cdot d_{n,доп} \quad (3)$$

мұндағы k_i – і-ші интервалдың каверноздық коэффициенті; $d_{n,доп}$ – қашудың сыртқы диаметрі; V_B – сіңіру кезінде бұрғылау процесінде, шламы бар тазалау құрылғыларында және т.б., қайтарымсыз жоғалған бұрғылау ерітіндісінің көлемі, м³ (4):

$$V_B = \sum_{i=1}^n n_i \cdot l_i \quad (4)$$

мұндағы n_i – бұрғылау жылдамдығына, ұңғыманың диаметріне, бұрғылау жағдайына, шлам сапасына және т.б. байланысты і-ші интервалдың енуінің 1 м-ге бұрғылау ерітіндісін тұтыну нормасы жергілікті бұрғылау нормаларына сәйкес қабылданады. Ұңғымаға енген геологиялық учаскеде орналасқан сазды қаптаманы бұрғылау процесінде қабаттан бұрғылау сұйықтығына өтетін $V_{саз}$ саздың көлемі мына формуламен есептеледі (5):

$$V_{саз} = 0,785 \cdot d_c^2 \cdot h \quad (5)$$

мұндағы d_c^2 – ашық ұңғыма оқпанының диаметрі, м; h – бұрғыланатын саз қаптамасының қалыңдығы, м. Бірнеше балшық қаптамалары болса, олардың көлемдері

қорытындыланады. Бұрғылауға жататын таза саз Мсаз массасы (құрамындағы құм мен басқа қоспаларды алып тастағанда) мына формула бойынша анықталады (6):

$$M_{ca} = \left[1 - \frac{P_c}{100} \right] \cdot \rho_{ca} \cdot V \quad (6)$$

мұндағы P_c – саз материалындағы құмның және басқа қоспалардың мөлшері, %.

Бұрғылау ерітіндісінің берілген көлемін V дайындауға қажетті су мөлшері мына формула бойынша есептеледі (7):

$$Q_B = q_B \cdot V \quad (7)$$

мұндағы q_B – 1 м³ бұрғылау ерітіндісін дайындауға арналған су мөлшері, кг/м³ (8):

$$q_B = \frac{\rho_{ББЗ} - \rho_P}{\rho_{ББЗ} - \rho_B} \quad (8)$$

мұндағы $\rho_{ББЗ}$ – беттік белсенді заттың тығыздығы, кг/м³; ρ_P – қажетті бұрғылау ерітіндісінің тығыздығы, кг/м³; $\rho_B = 1000$ кг/м³ ерітінді дайындау үшін алынған судың тығыздығы.

Бұрғылау ерітіндісінің V көлемін өңдеуге қажетті химиялық реагенттің әрбір түрінің мөлшері мына формула бойынша табылады (9):

$$Q_P = \frac{C \cdot V}{100} \quad (9)$$

мұндағы C – бұрғылау ерітіндісіндегі реагенттің көлемдік концентрациясы, %.

Көбінесе химиялық реагенттердің концентрациясы өңделетін ерітіндінің көлеміне қарай салмақпен анықталады. Бұл жағдайда ерітіндіге салмағы бойынша енгізілген реагенттің мөлшері мына формуламен анықталады (10):

$$M_P = \frac{C_1 \cdot \rho_B \cdot V}{100} \quad (10)$$

мұндағы C_1 – химиялық реагенттің салмақтағы концентрациясы %. Ерітіндіні өңдеуге қажетті химиялық заттардың мөлшері мына формуламен анықталады (11):

$$Q_{XP} = q_{XP} \cdot V \quad (11)$$

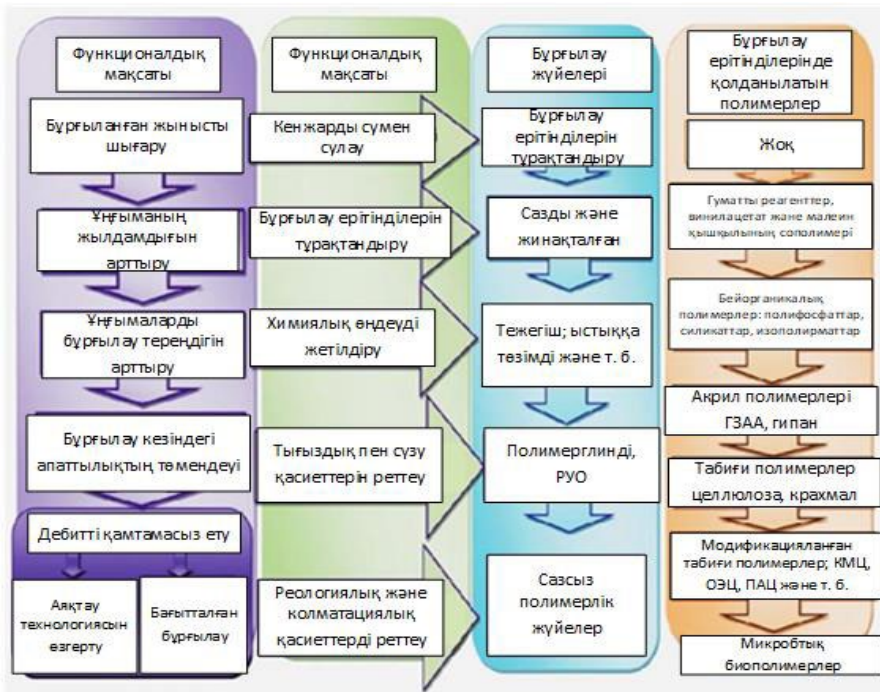


Рисунок 1. Полимерлі бұрғылау ерітінділерінің эволюциясы
Figure 1. Evolution of polymer-based drilling fluids

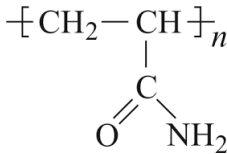


Рисунок 2. Полиакриламидтің құрылымдық формуласы

Figure 2. Structural formula of polyacrylamide

Жоламанов кен орнында қолданылатын сұйықтықтарды пайдаланып бұрғылау жұмыстарына қысқаша шолу

Құрамында 70%-ға дейін мұнай бар, бұрғылау ертіндісінің жұтылуына жол бермеу үшін гидрофобты эмульсия ертіндісін пайдалану және бұл бұрғылау ертіндісі экологиялық зияны бар проблема болып табылады [8].

Гидрофобты эмульсиялы бұрғылау сұйықтығы. Эмульсиялық бұрғылау ертіндісі – мұнай эмульсиясы негізінде араласқан бұрғылау ертіндісі. Ол дәстүрлі түрде қолданылатын су негізіндегі бұрғылау ертінділерінен бірқатар артықшылықтарға ие. Ол ұңғыма маңындағы түзілу аймағының өткізгіштігін сақтауға, аспаптың тартылуын жоюға, ұңғыманың тұрақтылығын қамтамасыз етуге және шламды жоюға мүмкіндік береді. Бұрғылауда қолданылатын эмульсияның 2 түрі бар: тұзу, кері. Бұрғылау тәжірибесі 70-тан астам көлбеу бұрышы бар ұңғымаларды бұрғылау үшін инверттелген эмульсиялар (инвертті бұрғылау ертінділері (будан әрі – ИБЕ), көмірсутек негізіндегі сұйықтықтар (будан әрі – КНЕ), гидрофобты-эмульсиялық бұрғылау ертінділері және т.б.) оңтайлы екенін көрсетті. Тікелей эмульсиялар (балшықсыз бұрғылау ертінділері және төмен сазды бұрғылау ертінділері бұрғылау ертінділерінің кейбір түрлері) 70 ° дейін көлбеу бұрышы бар ұңғымаларды бұрғылау үшін оңтайлы болып табылады. Кері және тура эмульсиялардың айырмашылығы дисперсті фазаны құрайтын заттардың және дисперсиялық ортаны құрайтындығында. ИБЕ-де лиофобты дисперсті фаза және гидрофобты дисперсиялық орта болады, ал тікелей эмульсияларда гидрофобты дисперсті фаза және лиофобты дисперсиялық орта болады. ИБЕ дисперсиялық ортасы ретінде минералды майлар, мұнай, дизель отыны, газ конденсаты, олефиндер және т.б. пайдаланылады, ал дисперсті фазасы көбінесе су немесе бейорганикалық тұздың сулы ертіндісі болып табылады. Тікелей эмульсияларда, керісінше, дисперсті фаза ретінде көмірсутекті сұйықтық, ал дисперсиялық орта ретінде су немесе суда еритін полимерлермен

тұрақтандырылған бейорганикалық тұз ертіндісі болады. Эмульсиялық ертінділердің екі түрі де бірқатар артықшылықтар мен кемшіліктерге ие. Осылайша, фильтраттың көмірсутекті құрамы және жоғары майлануы КНЕ-дің сөзсіз артықшылығы болып табылады. Осы қасиеттерінің арқасында КНЕ терригендік шөгінділердің гидратациясына ең аз әсер етеді және айтарлықтай көлбеу және қашықтықты ұңғымаларды бұрғылауға мүмкіндік береді. Дегенмен, КНЕ-дің бірқатар белгілі кемшіліктері бар, соның ішінде хош иісті қосылыстардың үлкен пайызына байланысты КНЕ-нің жоғары экологиялық агрессивтілігі, қабат суларымен ластану салдарынан қоюлануы және гидрофильді қатты фазаның көп мөлшері, жоғалуы салдарынан қоюлануы. фильтрация кезінде дисперстік ортаның бөлігі және су негізіндегі ертінділермен салыстырғанда бастапқыда жоғары гидравликалық сипаттамалар, КНЕ реологиялық сипаттамаларының температураға тәуелділігі. Гидрофобты эмульсиялық бұрғылау ертіндісі және оны дайындау әдісі. Өнертабыс мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылауға, атап айтқанда гидрофобты қасиеттері бар аралас су-көмірсутек негізіндегі эмульсиялық бұрғылау ертінділеріне қатысты. Осы өнертабыспен қол жеткізілген техникалық нәтиже су-көмірсутек аралас негізіндегі гидрофобты эмульсиялы бұрғылау ертіндісін және оны дайындау әдісін, атап айтқанда термобарлық жағдайларда минималды сүзумен және реттелетін мөндерімен сипатталатын тұрақты өтпелі типті эмульсияны жасау болып табылады. кең диапазондағы реологиялық параметрлер, статикалық ығыстыру кернеуі және тұтқырлық.

Гидрофобты эмульсиялық бұрғылау сұйықтығы, оның ішінде саз, полимер, су, дизельдік отын немесе май, эмульгатор және тұрақтандырғыш, саз, полимер, су су негізіндегі полимерлі саз ертіндісі және карболиносульфонаттың 20% сулы ертіндісі түрінде болады. эмульгатор және тұрақтандырғыш құрамы ретіндегі шайыр, масс. %; техникалық лигносульфонаттар 15,0–17,0, биіктік қадамы 58,0–61,0, күйдіргіш сода 5,0–6,0, полимерлену дәрежесі 700 және алмастыру дәрежесі бар карбоксиметилцеллюлоза 85, 18,0–20,0 су, қалған ингредиенттердің массалық қатынасында, %; су негізіндегі полимерлі саз ертіндісі 44,8–58,1, дизельдік отын немесе май 30,1–40,0, көрсетілген карболиносульфонат ертіндісі 11,0–21,3. Су негізіндегі полимерлі саз ертіндісінің тығыздығы 1180–1200 кг/м³, сүзу жылдамдығы 2,0–2,5 см³/30 мин. Жоғарыда аталған бұрғылауды дайындау кезінде дизельдік отынға немесе судың майына, сазға, полимерге, тұрақтандырғышқа, эмульгаторға технологиялық параметрлердің қажетті мөндері

алынғанша қарқынды араластыра отырып, біркелкі беруді қоса алғанда, гидрофобты эмульсиялы бұрғылау ерітіндісін дайындау әдісінде су негізіндегі карболиносурьфонат ерітіндісі мен полимерлі саз ерітіндісінің көрсетілген ерітіндісін беру бір уақытта жүзеге асырылады. Газдалған бұрғылау ерітіндісін дайындау үшін тек тұщы суды пайдалану ұсынылады, өйткені минералданған судың тығыздығы тұщы суға қарағанда жоғары, сондықтан факторлардың комбинациясы аэрацияның жоғары дәрежесін талап етеді, бұл өз кезегінде газдың тұрақтылығына әсер етуі мүмкін. Балшық сорғы және көтергіштегі қысымның ауытқуына әкеледі. Ұңғыманың жоғарғы жағындағы құмдарда сұйықтықтың жоғалу белгілері болса, орнында SUPERSEALER немесе PETRO-SEALRB сияқты шығынды бақылау материалы болуы ұсынылады. Қаттарды бұрғылау сұйықтығының айналым жүйесіне бұрғылау процесінде тікелей қосуға болады. Сұйылтылған суспензияны PETRO-PAC LV сұйықтық шығынын азайту құралымен және бағдарламаланған концентрацияларда бұрғылау жуғыш затымен өңдеу керек. Бұрғылау сұйықтығының параметрлерін үнемі бақылау үшін вагонды/шағын зертхананы қабылдау цистерналарына немесе олардың жанына орнатыңыз және электр қуатын қосыңыз. Шектеулі ығыстыру кернеу мәні мен гель құрылымы бағдарламаланғандай сақталуы керек. Экран тақталары 80 торлы діріл экрандарда қолданылуы керек [9].

Бағдарлама бойынша бұрғылау кезінде 10 л/м³ майлау қоспасын, сондай-ақ тізбекті шамамен 60–70 м³ белсенді көлемге түсірер алдында қосымша 10 л/м³ қосуды қарастырады. Осындай үлкен шаралар бойынша бұрғылау ерітінділерін дайындайтын сервистік компаниясының мамандарымен бірігіп тиімді жұмыстар жасалды.

Кәсіпорынның қорытынды есебінің мысалында практикалық қолдану. Диаметрі 215,9 мм қашаумен калий хлориді/полимер ерітіндісінің көмегімен 200 м-ден 455 м-ге дейінгі аралықта сәтті бұрғыланды. Аралық құмтастары бар 200–310 м сазды, 310–450 м қабат аралық сазды және көмірлі құмтастармен берілген.

Ашық оқпан 455 м тереңдікке дейін 168,3 мм шегендеу тізбегімен бекітіліп, ұңғыма сағасына дейін цементтелді [8]. Бұл аралықты бұрғылау үшін бұрғылау ерітіндісі ретінде KCl-полимерлі бұрғылау ерітіндісі қолданылды. Бұрғылау сұйықтығының құрылымы мен қажетті тұтқырлық сипаттамаларын жасау үшін биополимер Xanthan Gum қолданылды. Су бергіштікті бақылау үшін Petro PAC LV және Petro PAC R(HV) реагенттері пайдаланылды, сондай-ақ жинақталған қатқабат сазын

пайдаланып сүзгі қабат қалыптастырылды. KCl реактивті саздарды тежеу үшін қолданылды. Бұрғылау процесінде бұрғылау ерітіндісі қатып қалмас үшін өнеркәсіптік тұзбен өңделді (жұмыс істейтін бұрғылау цистерналарында жылыту жүйесі жоқ), бұл бұрғылау ерітіндісіндегі хлорид мөлшерінің артуына ықпал етті. Бұл учаскені бұрғылау үшін 200 м тереңдіктен бастап бұрғылау ерітіндісінің тығыздығы 1,13–1,16 г/см³ шегінде сақталды. Бұл аралықтағы бұрғылау сұйықтығының реологиялық қасиеттері бұрғыланған сазды дисперстілеу және құрылым түзуші Xanthan Gum қосу арқылы қамтамасыз етілді. Petro PAC LV және Petro PAC R(HV) реагенттері сұйықтықтың жоғалуын бақылау үшін пайдаланылды. Дисперсті қабат сазы сұйықтықтың жеткілікті шығуын және осы бөлікті бұрғылау үшін жақсы сүзгі қоркасын қамтамасыз етті. Бұрғылау ерітіндісінің барлық басқа қасиеттері бағдарлама мәндерінде сақталды. Полимерлердің жұмыс істеуі үшін адекватты сілтілілікті қамтамасыз ету, сонымен қатар бұрғылау құралына сұйықтықтың жағымсыз коррозиялық әсерін азайту үшін бұрғылау ерітіндісінің рН мәні 9–10 шегінде ұсталды. рН деңгейін ұстап тұру үшін каустикалық сода қолданылды.

Қорытынды

Осы мақалада бұрғылау ерітінділерінің технологиялық қасиеттеріне газдалған полимер ерітіндісінің әсерін талдау көзделді. Өнімді қабаттарды тиімді және толық пайдалану талаптары жоғарлаған сайын бұрғылау ерітіндісінің құрамы мен қасиеттері оған қойылатын талаптарға сәйкес өнімді қабаттың қабаттық қасиеттеріне теріс әсер етпеуі керек, сонымен қатар күрделі апаттардың көпшілігінің алдын алу мүмкіндігін қамтамасыз етуі керек.

Жуу сұйықтығы минералдану дәрежесі мен құрамы бойынша әртүрлі жағдайларда, сондай-ақ ұңғы түбінің жоғары температура-сына ұшыраған кезде де тұрақты болуы қажет. Сонымен бірге, ол техникалық қызмет көрсету және қызмет жасайтын персонал үшін қауіпсіз болуы керек, өрт қаупін болдырмау және қоршаған ортаға қауіп төндірмеуі керек. Гидрофобты эмульсиялы бұрғылау сұйықтығымен газдалған бұрғылау ерітінділерін салыстырып, газдалған бұрғылау ерітінділерінің артықшылықтарын зерделеп көрдік.

Дұрыс таңдалған газдалған реологиялық қасиеттері бар газдалған бұрғылау ерітінділері шламдардың қасиеттері (мөлшері, тығыздығы) өзгеріссіз қалған жағдайда, шламдарды тазалаудың салыстырмалы түрде бірдей тиімділігін қамтамасыз етеді, химиялық белсенді жыныстарды бұрғылау кезінде ұңғыма оқпанын тазалау тиімділігін арттырады, бұрғылаудың ұстау қабілетін жақсартады. сұйық және

шламдардың шөгуін азайтады және бұрғылау сұйықтығының шығынын азайтуға мүмкіндік береді, ал депрессияға коллекторды ашу

кезінде өнімді қабаттың бітелуінің минималды деңгейі қамтамасыз етіледі.

ҚОСЫМША

Қаржыландыру көзі. Авторлар зерттеуге сыртқы қаржыландыру жоқ екенін мәлімдейді.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар осы мақаланы жариялауға байланысты айқын және ықтимал мүдделер қақтығысының жоқтығын жариялайды.

Авторлардың қосқан үлесі. Барлық авторлар өздерінің авторлығының ICMJE халықаралық критерийлеріне сәйкестігін растайды (барлық авторлар тұжырымдаманы әзірлеуге, зерттеу жүргізуге және мақаланы дайындауға айтарлықтай үлес қосты, жарияланғанға дейін соңғы нұсқасын оқып, мақұлдады). Ең үлкен үлес келесідей бөлінді: Губашев С.Ө. – зерттеу тұжырымдамасын жасап, тәжірибесімен бөлісті, Бердыев А.Ж. – қолжазбаны зерттеу деректерін талдады, Блғалиев Р.Н. – қолжазбаны зерттеу деректерін талдап, түсіндіру жұмыстарын жүргізді,

Сабиров Б.Ф. – зерттеу деректерін жинау, талдау, өңдеу жұмыстарын жүргізді.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The greatest contribution is distributed as follows: Sarsenbay A. Gubashev – conceptualisation of the study, shared experiences; Arslanbek Zh. Berdyev – research data analysis; Raphail N. Blgaliyev – data analysis, consultancy work; Bolatkhan F. Sabirov – data collection, analysis, and processing.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Зозуля В.П., Зозуля Н.Е., Магруппов А.М. Промывка скважин. Учебное пособие. Ташкент : Филиал НИУ нефти и газа имени И.М. Губкина в г. Ташкенте, 2021. 621 с.
2. Ермолаева Л.В. Промывочные растворы в бурении: учеб. пособие. Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2020. 51 с.
3. Нескоромных В.В. Направленное бурение. Бурение горизонтальных и многозабойных скважин. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. 410 с.
4. Бабаян Э.В., Мойса Н.Ю. Буровые растворы. Учебное пособие. Москва : Инфра-Инженерия, 2019. 332 с.
5. Заурбеков С.А., Федоров Б.В. Направленное бурение скважин. Алматы : КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, 2015. 292 с.
6. Уляшева Н.М. Технология буровых растворов. Ухта : УГТУ, 2019. 112 с.
7. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. Оренбург : Летопись, 2004. 664 с.
8. Финальный отчет по буровым работам м/р Жоламанов. Атырау: АО «ЭМГ», 2019.
9. yvk.com.ua [интернет]. Таблица перевода mesh (меш) в миллиметры конвертации размеров. Доступ по ссылке: <https://yvk.com.ua/perevod-mesh-v-millimetry>.

REFERENCES

1. Zozulya VP, Zozulya NE, Magrupov AM. *Promyvka skvazhin. Uchebnoe posobie*. Tashkent: Branch of Federal State Autonomous Educational Establishment of Higher Education "Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I. M. Gubkin"; 2021. 621 p. (In Russ).
2. Yermolaeva LV. *Promyvochnye rastvory v bureanii. Uchebnoe posobie*. Samara: Samara Poytech Flagship University; 2020. 51 p. (In Russ).
3. Neskromnykh VV. *Napravlennoye bureniye. Bureniye gorizonta/nykh i mnogozaбойnykh skvazhin*. Krasnoyarsk: Siberioan Federal University; 2020. 410 p. (In Russ).
4. Babayan EV, Moysa NY. *Burovye rastvory. Uchebnoe posobie*. Moscow: Infra-Inzheneriya; 2019. 332 p. (In Russ).
5. Zaurbekov SA, Fedorov BV. *Napravlennoye bureniye skvazhin*. Almaty: Satbayev University; 2015. 292 p. (In Russ).
6. Ulyasheva NM. *Tekhnologiya burovyykh rastvorov*. Uhta: USTU; 2019. 112 p. (In Russ).
7. Ryazanov YA. *Entsiklopediya po burovym rastvoram*. Orenburg: Letopis; 2004. 664 p.

8. Final'nyy otchet po burovym rabotam m/r Zholamanov. Atyrau: EMG; 2019. (In Russ).
9. yvk.com.ua [internet]. Mesh conversion table (mesh) in millimeters size conversion. Available from: <https://yvk.com.ua/perevod-mesh-v-millimetry>.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ**Губашев Сәрсенбай Әбілұлы**e-mail: s.gubashev@kmge.kz.**Бердыев Арсланбек Жарылғасынұлы**e-mail: a.berdyev@kmge.kz.**Блғалиев Рафаил Нұрбахитұлы**e-mail: r.blgaliev@kmge.kz.***Сабилов Болатхан Файзуллаұлы**

PhD

e-mail: b.sabirov@kmge.kz.**AUTHORS' INFO****Sarsenbay A. Gubashev**e-mail: s.gubashev@kmge.kz.**Arslanbek Zh. Berdyev**e-mail: a.berdyev@kmge.kz.**Raphail N. Blgaliyev**e-mail: r.blgaliev@kmge.kz.***Bolatkhan F. Sabirov**

PhD

e-mail: b.sabirov@kmge.kz.

*Автор, ответственный за переписку/Corresponding Author