

PLASTIK GILLI TOG' JINSLARI HOLATINING BARQARORLIGIGA **BURG'ILASH ERITMALARINING TA'SIRINI KOMPLEKS BAHOLASH**

Ra'no Shaymanova ,

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar
universiteti mustaqil tadqiqotchisi

Mustafoqul Urozo,

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar
universiteti professori

Annotatsiya

Maqolada plastik gilli tog' jinslarining burg'ilash jarayonida barqarorligini ta'minlashda suv asosli burg'ilash eritmalarining gidratatsion, reologik va filtratsion ta'siri kompleks baholandi. Plastik gillar-ning asosiy muammosi shundaki, ular oddiy mexanik yemirilishdan tashqari, suv molekullari, ionlar va polimer zanjirlari bilan ko'p bosqichli fizik-kimyoviy o'zaro ta'sirga kirishadi; natijada bo'kish, dispersi-yanish, yoriqlar kengayishi, quduq devorining qisilishi va stvolning torayishi yuzaga keladi. Tadqiqotda gidrolizlangan poliakrilamid asosidagi PBR, GLYCOL-POLYPAC polimerglikolli tizimi, past molekulyar natriy poliakrilatning glitserin bilan birikmasi, depolimerlangan kremnezem gidrati hamda natriy formiat bilan ingibirlangan SKIF/SKIF+ turidagi eritmalar bo'yicha mavjud laboratoriya va amaliy ma'lumot-lar tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, faqat yuqori qovushqoqlik yoki filtratsiya hajmini kamaytirish plastik gillar barqarorligi uchun yetarli mezon emas; optimal natija gidratatsiyani kimyoviy ingibirlash, filtrat kirishini cheklash, dispers zarrachalarni polimer ko'priklari orqali bog'lash va quduq devorida zich kolloid qobiq hosil qilish mexanizmlarining muvozanatli uyg'unlashuvi orqali yuzaga kela-di. Maqolada burg'ilash eritmasi samaradorligini baholash uchun bo'kish indeksi, filtratsion xavf koef-fitsiyenti, barqarorlik vaqti hamda reologik-funksional ko'rsatkichlar majmuasidan foydalanish taklif etildi.

Kalit so'zlar:

plastik gil, burg'ilash eritmasi, gidratatsiya, ingibirlash, poliglikol, poliakrilamid, natriy formiat, filt-ratsiya, quduq stvoli barqarorligi.



Аннотация

В статье комплексно оценивается влияние водных буровых растворов на устойчивость пластичных глинистых горных пород при бурении. Особое внимание уделено гидратации, набуханию, диспергированию, фильтрационному проникновению и формированию коллоидной защитной корки на стенке скважины. На основе анализа систем ПБР, GLYCOL-POLYPAC, низкомолекулярного полиакрилата натрия с глицерином, деполимеризованного гидрата кремнезема и формиатных растворов SKIF/SKIF+ обосновано, что эффективность раствора определяется не одним параметром вязкости или водоотдачи, а согласованным действием ингибирующих, реологических и фильтрационных механизмов. Предложена интегральная схема оценки устойчивости пластичных глин, включающая индекс набухания, время сохранения устойчивости, фильтрационный риск и функциональную роль реагентов.

Ключевые слова:

пластичная глина, буровой раствор, гидратация, ингибирование, полигликоль, полиакриламид, формиат натрия, фильтрация, устойчивость ствола скважины.

Abstract

This article presents a comprehensive assessment of the effect of water-based drilling fluids on the stability of plastic clay-rich formations during well construction. The study focuses on hydration, swelling, dispersion, filtrate invasion and the formation of a protective colloidal filter cake along the borehole wall. Existing laboratory and field data on HPAM-based fluids, GLYCOL-POLYPAC systems, low-molecular sodium polyacrylate combined with glycerol, depolymerized silica hydrate and sodium formate-based SKIF/SKIF+ fluids were analytically reconsidered. The results indicate that the stability of plastic clays cannot be predicted by viscosity or filtration loss alone. A robust drilling-fluid design requires the balanced interaction of chemical inhibition, controlled filtration, polymer bridging and mechanical reinforcement of the borehole wall. The paper proposes an integrated evaluation framework that in-

cludes swelling index, stability time, filtration-risk coefficient and the functional role of additives.

Keywords:

plastic clay, drilling fluid, hydration, inhibition, polyglycol, polyacrylamide, sodium formate, filtration, wellbore stability.

Kirish

Qudug burg'ilash jarayonida stvol barqarorligini saqlash masalasi burg'ilash texnologiyasining eng murakkab va iqtisodiy jihatdan eng sezgir yo'nalishlaridan biridir. Ayniqsa, plastik gilli tog' jinslari uchraydigan intervallarda quduq devorining barqarorligi faqat mexanik mustahkamlik bilan emas, balki jins-mineral tarkibi, suv faolligi, zeta-potensial, ion almashinuvi, eritma filtrati, reologik rejim va burg'ilash rejimining o'zaro bog'langan ta'siri bilan belgilanadi. Bunday jinslar quduq ochilgandan keyin statik holatda ham o'z holatini tez o'zgartirishi mumkin: filtrat kirishi natijasida qatlamlar orasidagi masofa kengayadi, gilli zarrachalar dispersiyalanadi, quduq devorida siljish kuchlanishlari ortadi va burg'ilash asboblarning tortilishi, qisilishi yoki stvolning torayishi ehtimoli kuchayadi.¹

Plastik gillar uchun asosiy xavf shundaki, ularning yemirilish jarayoni bir zunda ro'y bermaydi. Qattiq, noelastik argillit va zich aleurolitlarda parchalanish ko'pincha yoriqlanish, abraziv yemirilish yoki blokli qulash ko'rinishida kuzatilsa, oquvchanlik ko'rsatkichi yuqori bo'lgan gilli jinslarda deformatsiya vaqt bo'yicha cho'zilgan holda rivojlanadi. Dastlab jins tashqi tomondan saqlanib turgandek ko'rinadi, biroq filtratning sekin kirishi, suv molekularining interpaket fazolarga joylashishi, ion almashinuvi va kolloid zarralarning qayta tartiblanishi natijasida barqarorlik asta-sekin kamayadi. Shuning uchun plastik gilli intervallarda burg'ilash eritmasi oddiy yuvish suyuqligi emas, balki fizik-kimyoviy barqarorlashtiruvchi muhit sifatida qaralishi kerak.²

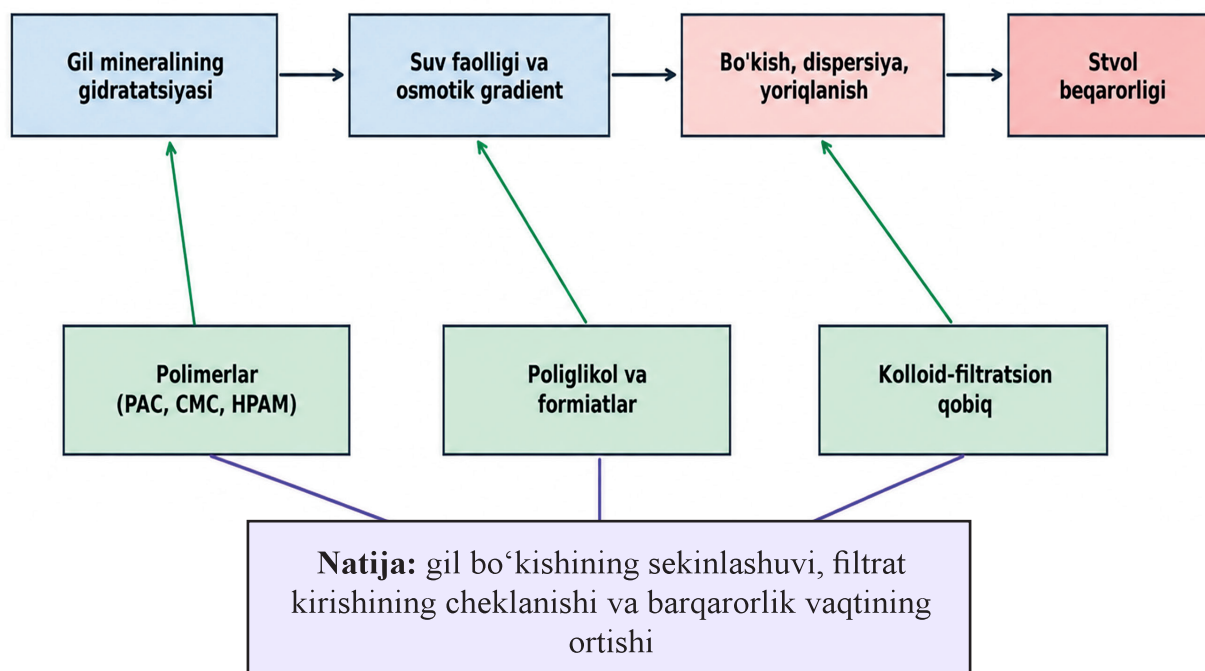
So'nggi o'n yilliklarda plastik gillarda burg'ilash uchun polimerli, poliglikolli, formiatli va kombinatsiyalangan inhibitor tizimlar keng qo'llanilmoqda. Gidrolizlangan poliakrilamid, polianion sellyuloza, karboksimetilsellyuloza, past molekulyar natriy poliakrilat, glitserin, poliglikollar, alyumokaliyli achchiqtoshlar va natriy formiat kabi reagentlar turli mexanizmlar orqali gilning gidratatsiyasini sekinlashtiradi. Biroq amaliyot shuni ko'rsatadiki, alohida reagentning mavjudligi barqarorlikni avtomatik ta'minlamaydi; reagentlar konsentratsiyasi, molekulyar massasi, dispers faza tarkibi, filtratsion qobiqning sifat ko'rsatkichlari va eritmaning reologik profili birgalikda loyihalaniishi zarur.³

1 Bourgoyne A. T., Millheim K. K., Chenevert M. E., Young F. S. Applied Drilling Engineering. Richardson: Society of Petroleum Engineers, 1991.

2 van Oort E. On the physical and chemical stability of shales. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2003.

3 Fink J. K. Petroleum Engineer's Guide to Oil Field Chemicals and Fluids. Amsterdam: Gulf Professional Publishing, 2012.

Plastik gilli tog' jinslarida burg'ilash eritmasi ta'sirining mexanistik modeli



1-rasm. Plastik gilli tog' jinslarida burg'ilash eritmasi ta'sirining mexanistik modeli

Ushbu maqolaning dolzarbligi shundaki, plastik gilli tog' jinslarida burg'ilash eritmasini tanlashda ko'pincha alohida texnologik ko'rsatkichlar, masalan, shartli qovush-qoqlik, suv berish yoki zichlik birlamchi mezon sifatida olinadi. Aslida esa quduq stvolining barqarorligi ko'p mezonli jarayon bo'lib, eritmaning gidratatsiyani cheklashi, gilning bo'kish tezligini kamaytirishi, filtratning chuqur kirishiga to'sqinlik qilishi, dispers zarralarni bog'lashi va quduq devorida mexanik himoya qatlamini hosil qilishi bir vaqtda baholanishi kerak. Shu sababli maqolada mavjud laboratoriya hamda amaliy ma'lumotlar IMRAD mantig'i asosida qayta tizimlashtirilib, plastik gillarning barqarorligiga burg'ilash eritmalari ta'sirini kompleks baholash modeli ishlab chiqildi.

Adabiyotlar sharhi va nazariy asos

Burg'ilash eritmalari haqidagi klassik tadqiqotlarda suv asosli tizimlarning asosiy vazifalari quduq tubini tozalash, kesindilarni ko'tarish, gidrostatik bosimni saqlash, asbobni sovitish va quduq devorini mustahkamlash bilan izohlangan. Keyingi yondashuvlarda, ayniqsa gilli jinslar bilan ishlashda, eritmaning kolloid-kimyoviy xususiyati birinchi darajali ahamiyat kasb eta boshladi. Gil-

li minerallar, xususan smektit, illit-smektit aralashmalari va montmorillonitga boy qatlamlar suv bilan kontaktida hajmini oshiradi, zarracha yuzasida gidrat qobig'i hosil qiladi va dispers tizimning elektrokinetik holatini o'zgartiradi. Bu jarayon burg'ilash eritmasining ion tarkibi, pH muhiti, polimerlarning adsorbsion qobiliyati va filtratsiya bosimi bilan bevosita bog'liq.⁴

Polimerli burg'ilash eritmalarining afzalligi shundaki, ular gilli zarrachalar yuzasida adsorbsion qatlam hosil qilib, gidratatsiya tezligini kamaytiradi, zarrachalar orasida ko'priq hosil qiladi va filtratsion qobiqning zichligini oshiradi. Gidrolizlangan poliakrilamid makromolekulalari suv muhitida cho'zilgan konformatsiyaga ega bo'lib, zarralar yuzasiga bog'lanish orqali dispersiyaning reologik xususiyatlarini boshqaradi. Polianion sellyuloza va karboksimetilsellyuloza esa suv berishni kamaytirish hamda burg'ilash eritmasining psevdoplastik oqish xususiyatini nazorat qilishda muhim rol o'ynaydi. Biroq yuqori molekulyar polimerlar ortiqcha kiritilganda eritma qovush-qoqligi me'yordan ortib, gidravlik qarshilik va nasos yuklamasi oshishi mumkin.⁵

Poliglikolli tizimlar plastik gillarga nisbatan ikki tomonlama ta'sir ko'rsatadi: bir tomondan, suv faolligini pasaytiradi, ikkinchi tomondan esa gil yuzasida nisbatan

4 Da

, 1988.

5 Caenn R., Darley H. C. H., Gray G. R. Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids. 6th ed. Amsterdam: Gulf Professional Publishing, 2011.

gidrofoblangan himoya qatlamini shakllantiradi. GLYCOL-POLYPAC kabi kombinatsiyalangan tizimlarda poliglikolning gidratatsiyani cheklovchi xususiyati polianion sellyulozaning filtratsiyani kamaytiruvchi va reologiyani tartibga soluvchi ta'siri bilan birlashadi. Shu bilan birga, plastik gillar qattiq argillitlardan farqli ravishda uzoq muddatli deformatsiya va sekin bo'kish jarayoniga moyil bo'lganligi uchun poliglikolning yuqori boshlang'ich samarasini uzoq muddatli barqarorlik ko'rsatkichi bilan alohida tekshirish talab etiladi.¹

Formiatli eritmalar, jumladan natriy formiat asosidagi SKIF/SKIF+ tizimlari, suv asosli inhibitor eritmalar orasida alohida o'rin tutadi. Formiat ionlari suv faolligini kamaytirishi, tuzli muhit orqali gil zarrachalarining gidratatsion shishishini cheklashi va yuqori minerallashtirgan muhitda barqaror reologik xususiyat saqlashi bilan ajralib turadi. Amaliy burg'ulash tajribalari formiatli tizimlar muammoli alevritli, argillitli va gilli intervalllarda quduq devori barqarorligini yaxshilashi mumkinligini ko'rsatadi. Shunga qaramay, formiatli tizimlar ham faqat reagent nomiga qarab emas, balki filtratsiya, qovushqoqlik, gel kuchi, dispers faza va qatlam mineralogiyasi bilan bog'liq holda tanlanishi kerak.²

Nazariy jihatdan plastik gil barqarorligini uchta asosiy blok orqali tushuntirish mumkin: birinchisi — kimyoviy ingibirlash, ya'ni suv faolligini va ion almashinuvinu nazorat qilish; ikkinchisi — kolloid-filtratsion himoya, ya'ni filtrat kirishini cheklovchi zich qobiq hosil qilish; uchinchisi — reologik-gidravlik muvozanat, ya'ni kesindilarni chiqarish va quduq devoriga ortiqcha gidrodinamik zarar yetkazmaslik. Ushbu bloklardan birortasi yetarli ishlamasa, qolgan ko'rsatkichlarning ijobiy bo'lishi umumiy barqarorlikni kafolatlamaydi.

Materiallar va metodologiya

Tadqiqot metodologiyasi laboratoriya-analitik qayta tahlil, qiyosiy baholash, mexanistik izohlash va texnologik umumlashtirish bosqichlaridan iborat bo'ldi. Maqola tajriba natijalarini oddiy bayon qilish bilan cheklanmaydi; unda mavjud ma'lumotlar gilli jins-burg'ulash eritmasi tizimining o'zaro ta'siri nuqtayi nazaridan qayta talqin qilindi. Asosiy material sifatida plastik gilli tog' jinslarida PBR va GLYCOL-POLYPAC eritmalarining barqarorlashtirish qobiliyati, past molekulyar natriy poliakrilat va depolimerlangan kremnezem gidrati ishtirokidagi eritmalar tarkibi, ularning reologik-filtratsion ko'rsatkichlari hamda natriy formiatli SKIF/SKIF+ tizimlarining amaliy qo'llanish natijalari olindi.³

Baholashda to'rtta asosiy mezon qo'llanildi. Birinchi mezon — barqarorlik vaqti, ya'ni gil namunasi eritma muhitida shaklini, yaxlitligini va mexanik qarshiligini sezi-

larli yo'qotmasdan saqlagan vaqt. Ikkinchi mezon — bo'kish ko'rsatkichi, ya'ni vaqt o'tishi bilan hajm yoki balandlik o'zgarishining boshlang'ich holatga nisbatan foizli ifodasi. U quyidagi ifoda orqali baholanishi mumkin: $S(t) = [(h(t) - h_0) / h_0] \times 100\%$, bu yerda h_0 — namunaning boshlang'ich balandligi, $h(t)$ — t vaqtdagi balandlik. Uchinchi mezon — filtratsion ko'rsatkich, ya'ni 30 daqiqada ajralgan filtrat hajmi; bu mezon filtratning quduq devoriga kirish xavfini ko'rsatadi. To'rtinchi mezon — reologik profil, ya'ni yassi qovushqoqlik, dinamik siljish kuchlanishi, bir daqiqalik va o'n daqiqalik statik siljish kuchlanishlarining muvozanati.⁴

Eritmalar samaradorligini talqin qilishda oddiy bir parametrlil yondashuv o'rniga integral baholash prinsipi qo'llandi. Plastik gil uchun samarador eritma bir vaqtning o'zida bo'kish tezligini pasaytirishi, filtratsiyani kamaytirishi, yetarli tashuvchi qobiliyatga ega bo'lishi, lekin ortiqcha gel kuchi hisobiga asbob qisilishi xavfini oshirmasligi kerak. Shu sababli shartli integral barqarorlashtirish mezonini quyidagicha tushuntirildi: $I = f(T_s, K_i, 1/F_{30}, R_b)$, bu yerda T_s — barqarorlik vaqti, K_i — ingibirlash koefitsiyenti, F_{30} — 30 daqiqalik filtratsiya hajmi, R_b — reologik balans ko'rsatkichi. Ushbu formula aniq universal hisoblash modeli sifatida emas, balki loyihalashda qaror qabul qilishning mantiqiy sxemasi sifatida taklif qilinadi.

Metodologiyada cheklovlar ham mavjud. Tahlil qilingan ma'lumotlar turli laboratoriya va amaliy sharoitlarda olinganligi sababli barcha eritmalarini yagona kon sharoitiga to'liq ko'chirish mumkin emas. Gilning mineralogik tarkibi, qatlam bosimi, harorat, burg'ulash tezligi, aylanish rejimi, annulyar tezlik, burg'ulash kesindilarining granulometrik tarkibi va quduq geometriyasi natijaga sezilarli ta'sir qiladi. Shuning uchun maqolada keltirilgan xulosalar reagent tanlash bo'yicha yo'naltiruvchi ilmiy-texnologik asos bo'lib xizmat qiladi; aniq kon sharoitida esa pilot laboratoriya sinovlari va maydon monitoringi bilan tekshirilishi lozim.

4. Natijalar

PBR va GLYCOL-POLYPAC eritmalarining qiyosiy tahlili shuni ko'rsatadiki, har ikkala tizim plastik gillarni ma'lum vaqt davomida barqaror holatda ushlab turishga qodir. Polimerlikolli tizimning dastlabki stabilizatsiya qobiliyati yuqoriroq bo'lishi uning suv faolligini pasaytirish va gilli zarracha yuzasini nisbatan gidrofoblash mexanizmi bilan izohlanadi. Biroq plastik gillarda jarayon faqat boshlang'ich bo'kish bilan cheklanmaydi; uzoq muddatli oquvchanlik, yoriqlarning sekin kengayishi va filtratning chuqur kirishi ham barqarorlikka ta'sir qiladi. Shu sababli grafik natijalarda ayrim diapazonlarda GLYCOL-POLYPAC barqarorlik vaqtini yuqori saqlagan bo'lsa-da, plastik gillarning oquvchanlik ko'rsatkichi o'zgarganda uning samarasi bir tekis emasligi ko'rinadi.

1 Chenevert M. E. Shale control with balanced-activity water-based drilling fluids. SPE drilling technology materials, 1970.

2 Mody F. K., Hale A. H. Borehole-stability model to couple the mechanics and chemistry of drilling-fluid/shale interactions. SPE Drilling & Completion, 1993.

3 Plastik gilli tog' jinslari holatining barqarorligiga burg'ulash eritmalarining ta'sirini o'rganish. Ilmiy-texnik material, 2026.

4 API Recommended Practice 13B-1. Recommended Practice for Field Testing Water-Based Drilling Fluids. American Petroleum Institute.

1-jadval.

Gidrat stabilizatorli burg'ilash eritmalari tarkibi va asosiy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
Bentonit, %	4,00	4,00	4,00	5,00	0,00
Bentonil, %	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00
RAS R, %	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00
CMC LV, %	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
CMC HV, %	0,20	0,00	0,00	0,20	0,00
PAN LV, %	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00
DPG, %	0,00	0,00	3,00	2,00	2,00
Yassi qovushqoqlik, sPz	16	16	18	13	7
DNS, dPa	110	130	165	70	15
SNS 1 min, dPa	45	65	105	40	15
SNS 10 min, dPa	100	140	190	80	20
Filtrlash, sm ³ /30 daq	10	6	6	10	13

Izoh: PAN LV — glitserin bilan birlashtirilgan past molekulyar natriy poliakrilat; DPG — depolimerlangan kremnezem gidrati; RAS/PAC — polianion sellyuloza; CMC — karboksimetilsellyuloza.

2-jadval.

Reagentlarning funksional roli va kutiladigan barqarorlashtirish mexanizmi

Reagent yoki tizim	Asosiy funksiyasi	Kutiladigan texnologik natija	Cheklov yoki risk
Gidrolizlangan poliakrilamid	Adsorbsiya, zarrachalarni ko'priklash, reologiyani oshirish	Gil zarrachalarining dispersiyalanishi sekinlashadi	Ortiqcha dozada qovushqoqlik va gidravlik qarshilik ortadi
GLYCOL-POLYPAC	Suv faolligini pasaytirish, filtratsiyani cheklash	Bo'kish va filtrat kirishi kamayadi	Uzoq muddatli plastik deformatsiya alohida tekshiriladi
PAN LV + glitserin	Past molekulyar inhibitor va namlik almashinuvini boshqarish	Bo'kish tezligi pasayadi, filtratsion muhit barqarorlashadi	Konsentratsiya noto'g'ri tanlansa ta'sir yetarli bo'lmaydi
DPG	Kolloid-kremnezemli himoya, mikrobo'shliqlarni berkitish	Qobiq zichligi va devor himoyasi kuchayadi	Reologik balansni PAC/CMC bilan moslashtirish kerak
Natriy formiatli SKIF/SKIF+	Minerallashgan inhibitor muhit, suv faolligini boshqarish	Muammoli gilli-argillitli intervallarda stvol barqarorligi ortadi	Narx, moslik va korroziya monitoringi talab etiladi

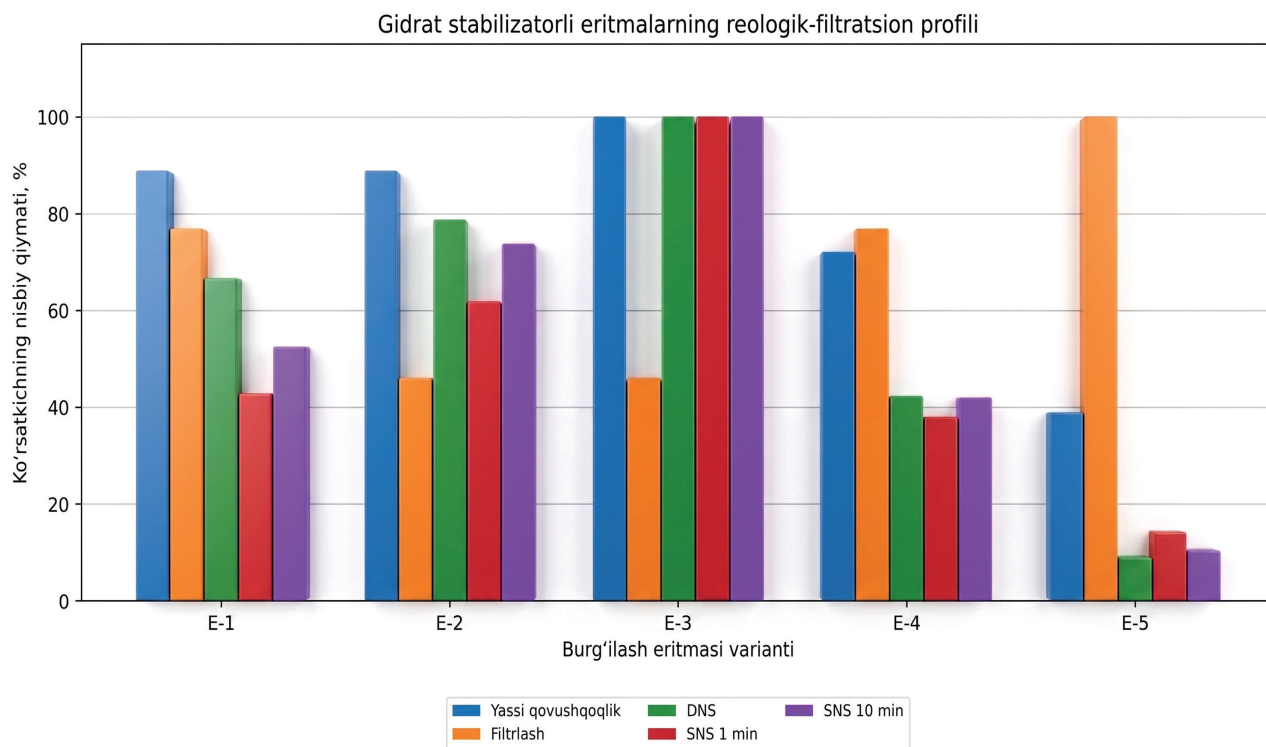
Gidrolizlangan poliakrilamid asosidagi PBR eritmasi ba'zi diapazonlarda barqarorlikning keskin ortishi bilan ajralib turadi. Bu holat polimer zanjirlarining gil zarrachalari bilan adsorbsion-ko'priqli bog'lanishi va dispers fazaning qayta strukturalanishi bilan izohlanadi. Ammo PBR samaradorligi oquvchanlik ko'rsatkichi past bo'lgan holatlarda GLYCOL-POLYPAC tizimiga nisbatan sustroq bo'lishi mumkin. Demak, PBR eritmasi yuqori polimer ta'siri hisobiga ma'lum sharoitda kuchli barqarorlashtirishga erishadi, lekin uning ishlashi gilning plastiklik darajasi, filtrat tarkibi va reologik rejimga sezgir.

PAN LV va DPG ishtirokidagi eritmalar bo'yicha olingan ma'lumotlar plastik gilning bo'kish tezligi va bo'kish miqdorini kamaytirish imkoniyati borligini ko'rsatadi. Ayniqsa, RAS/PAC yoki CMC bilan birgalikda ishlatilgan past molekulyar natriy poliakrilat va depolimerlangan kremnezem gidrati filtratsion hamda kolloid himoya mexanizmlarini birlashtiradi. 1-jadvaldagi ma'lumotlarga ko'ra, E-2 va E-3 eritmalarida filtratsiya hajmi $6 \text{ sm}^3/30$ daqiqagacha pasaygan. Bu ko'rsatkich E-1 va E-4 variantlariga nisbatan 40% ga kam, E-5 variantiga nisbatan esa taxminan ikki baravardan ortiq yaxshiroqdir. Biroq E-3 variantida DNS va statik siljish kuchlanishi yuqori bo'lgani sababli u kuchli strukturalanish beradi; bu barqarorlik uchun ijobiy, lekin aylanish to'xtaganda gelnig ortiqcha kuchayishi asbobni qayta harakatlantirishda

qo'shimcha yuklama keltirib chiqarishi mumkin.

E-5 varianti past qovushqoqlik va yuqori filtratsiya bilan tavsiflanadi. Bunday tizim kesindilarni ko'tarish va devor himoyasi nuqtayi nazaridan zaif bo'lishi ehtimoli yuqori. E-4 variantida filtratsiya E-1 bilan bir xil bo'lsa-da, reologik ko'rsatkichlar pastroq. E-2 va E-3 variantlar optimalroq ko'rinadi, chunki ular filtratsiyani sezilarli kamaytiradi va reologik strukturalanishni yetarli darajada ta'minlaydi. Amaliy loyihalashda E-3 ning kuchli gel xususiyati harorat, nasos rejimi va quduq geometriyasiga qarab moslashtirilishi zarur.

Natriy formiatli SKIF/SKIF+ eritmalar bo'yicha amaliy ma'lumotlar ularning muammoli geologik intervallarda yuqori ingibirlash va stvol barqarorligini ta'minlash xususiyatiga ega ekanini ko'rsatadi. Alevritli zich gillar, qatlamli qumlar, alevrolitlar, kuchsiz sementlangan qumtoshlar va argillitga o'xshash gillar kabi murakkab litologik kesimlarda bunday tizimlar stvol barqarorligini saqlashga xizmat qilgan. Qator konlarda texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarning ijobiy qayd etilishi, xususan mexanik burg'ilash tezligi va tijorat tezligining barqarorligi, formiatli inhibitor muhitning amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi. Eng muhim natija shundaki, ayrim konlarda stvol barqarorligi bilan bog'liq samarasiz vaqt umumiy vaqt balansining juda kichik qismini tashkil qilgan.



2-rasm. Gidrat stabilizatorli eritmalar reologik-filtratsion ko'rsatkichlarining nisbiy profili

3-jadval.

Variantlar bo'yicha texnologik talqin

Variant	Kuchli tomoni	Zaif tomoni	Qo'llash bo'yicha izoh
E-1	PAN LV va CMC HV mavjudligi hisobiga o'rtacha reologik himoya	Filtratsiya 10 sm ³ /30 daq; suv berish yetarlicha past emas	O'rtacha xavfli gilli intervallarda qo'shimcha filtratsiya nazorati kerak
E-2	Filtratsiya past, reologik profil muvozanatli	SNS yuqorilashadi, lekin nazorat qilsa bo'ladi	Plastik gillar uchun eng maqbul kombinatsiyalardan biri
E-3	Eng kuchli strukturalanish va past filtratsiya	Gel kuchi juda yuqori; qayta aylantirishda risk	Qiyin intervallarda foydali, lekin gidravlik monitoring shart
E-4	DPG va CMC HV hisobiga kolloid himoya mavjud	Filtratsiya 10 sm ³ /30 daq; reologik himoya pastroq	Qo'shimcha PAC yoki inhibitori bilan yaxshilash mumkin
E-5	Past qovushqoqlik tufayli nasoslash oson	Filtratsiya yuqori, strukturalanish zaif	Plastik gilli muammoli intervallar uchun yakka holda yetarli emas

5. Muhokama

Natijalar shuni ko'rsatadiki, plastik gilli tog' jinslari uchun burg'ilash eritmasini tanlashda "qanchalik qovushqoq bo'lsa, shunchalik barqaror" degan soddalashtirilgan yondashuv ilmiy jihatdan zaifdir. Yuqori qovushqoqlik kesindilarni ko'tarish va devor atrofida himoya muhitini shakllantirishga yordam berishi mumkin, lekin u filtratsiya avtomatik kamaytirmaydi va gidratatsiyani to'liq ingibirlab bermaydi. Aksincha, ortiqcha qovushqoqlik gidravlik yo'qotishlarni oshiradi, ekvivalent aylanish zichligini ko'taradi va yoriqli qatlamlarda filtrat yo'qotilishi xavfini kuchaytirishi mumkin. Shuning uchun optimal eritma qovushqoqlik, gel kuchi, filtratsiya va inhibitorlikning muvozanatli kombinatsiyasiga ega bo'lishi kerak.

PBR va GLYCOL-POLYPAC tizimlarining qiyosiy natijalari polimerli va poliglikolli mexanizmlarning farqini ochib beradi. Poliglikol tizimi suv faolligini pasaytirish va gil yuzasini modifikatsiyalash orqali nisbatan tez himoya beradi. PBR tizimi esa adsorbsion-polimer ko'priklari hamda dispers fazani strukturaviy mustahkamlash mexanizmi orqali ma'lum sharoitlarda yuqori barqarorlikka erishadi. Bu ikki mexanizmni qarama-qarshi emas, balki bir-birini to'ldiruvchi yondashuv sifatida ko'rish kerak. Qiyin plastik gilli intervallar uchun poliglikol + PAC/CMC + formiat yoki past molekulyar poliakrilat asosidagi kombinatsiyalangan tizimlar istiqbolliroq bo'lishi mumkin.

PAN LV va DPG bo'yicha ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, past molekulyar inhibitorlar va kolloid-kremnezemli komponentlar plastik gilning bo'kish jarayonini bosqich-

ma-bosqich sekinlashtiradi. Past molekulyar poliakrilatning afzalligi shundaki, u makromolekulyar polimerlarga nisbatan gil mikrobo'shliqlariga kirishi va yuzadagi faol markazlar bilan o'zaro ta'sirga kirishishi mumkin. Glitserin esa suv bilan vodorod bog'lari orqali o'zaro ta'sirlashib, gidratatsion muhitning termodinamik holatini o'zgartiradi. DPG esa kremnezemli kolloid struktura sifatida mikrobo'shliqlarni qisman berkitishi va filtratsion qobiqni zichlashtirishi mumkin. Biroq ushbu komponentlarning samarasi PAC/CMC kabi reologik va filtratsion regulyatorlar bilan moslashtirilganda yuqoriroq bo'ladi.¹

Formiatli SKIF/SKIF+ tizimlarining amaliy natijalari laboratoriya sinovlaridan tashqari maydon sharoitidagi muhim dalil sifatida qaralishi mumkin. Plastik gilli va argillitga o'xshash intervallarda natriy formiatning ingibirllovchi ta'siri suv faolligini nazorat qilish, ion muhitini barqarorlashtirish va gilning dispersiyalanishini kamaytirish orqali namoyon bo'ladi. Bunday tizimlar, ayniqsa, gorizont va qiya quduqlarda, uzoq ochiq stvol uchastkalarida, yuqori mexanik yuklanish va burg'ilash vaqtining cho'zilishi ehtimoli mavjud bo'lgan holatlarda muhim. Shunga qaramay, formiatli tizimlarni qo'llashda iqtisodiy xarajat, reagentlarning mosligi, korroziya xavfi, utilizatsiya talablari va qatlam mahsuldorligiga ta'sir alohida baholanishi kerak.

Maqolada ilgari surilgan eng muhim ilmiy xulosa shundan iboratki, plastik gilli tog' jinslari barqarorligini ta'minlashda eritma dizayni reaktiv emas, preventiv bo'lishi kerak. Ya'ni muammo yuzaga kelgandan keyin qovushqoqlikni oshirish yoki qo'shimcha polimer qo'shish o'rni-

¹ Amanullah M., Yu
Journal of Petroleum Science and Engineering, 2005.

ga, gil mineralogiyasi, oquvchanlik ko'rsatkichi, bo'kish potentsiali, filtratsion sezgirlik va burg'ilash rejimi oldindan laboratoriya modellashirish orqali aniqlanishi zarur. Bunda metilen ko'ki testi, granulometrik tahlil, XRD mineralogiyasi, liniyal bo'kish testi, hot-rolling dispersiya testi, API filtratsiya testi va reologik egri chiziqlar birgalikda qo'llansa, eritma tanlash qarori ancha aniq bo'ladi.

Amaliy tomondan uch pog'onali tanlash algoritmi taklif etiladi. Birinchi pog'onada gilning mineralogik va gidratatsion xavfi aniqlanadi. Ikkinchi pog'onada bazaviy eritma tanlanadi: past xavfda PAC/CMC bilan polimerli eritma, o'rtacha xavfda poliglikol yoki past molekulyar poliakrilat bilan kombinatsiyalangan eritma, yuqori xavfda formiatli yoki kuchli inhibitorli tizim. Uchinchi pog'onada eritma real burg'ilash sharoitida monitoring qilinadi: filtratsiya, qovushqoqlik, gel kuchi, kesindi shakli, moment va tortish, ECD, stvol diametri hamda qayta ishlangan shlamning dispersiyalanish darajasi kuzatiladi. Shu yondashuv reaktiv tuzatishlardan ko'ra samaraliroq va iqtisodiy yo'qotishlarni kamaytiradi¹.

Xulosa

1. Plastik gilli tog' jinslarida burg'ilash eritmasining vazifasi faqat kesindilarni olib chiqish yoki quduqni yuvish emas; u jinsning gidratatsion holatini, dispersiyalanishini va quduq devorining mexanik barqarorligini boshqaruvchi faol fizik-kimyoviy muhitdir.

2. PBR va GLYCOL-POLYPAC tizimlari plastik gillarni barqarorlashtirishga qodir bo'lsa-da, ularning samaradorligi gilning oquvchanlik ko'rsatkichi va uzoq muddatli deformatsion xatti-harakatiga sezgir. GLYCOL-POLYPAC boshlang'ich ingibirlashda, PBR esa polimer ko'priklari va strukturalanish hisobiga ayrim sharoitlarda kuchli barqarorlashtirishda afzallik beradi.

3. PAN LV, glitserin va DPG kabi komponentlar PAC/CMC bilan birgalikda qo'llanganda bo'kish tezligi hamda filtratsiyani kamaytiradi. Tahlil qilingan variantlar orasida E-2 va E-3 eritmalari filtratsiyani sezilarli kamaytirgani uchun istiqbolli; E-3 kuchli gel xususiyati sababli gidravlik va ekspluatatsion monitoring talab qiladi.

4. Natriy formiatli SKIF/SKIF+ tizimlari murakkab gilli, alevritli va argillitli intervallarda amaliy jihatdan samarali bo'lishi mumkin. Ularning ustunligi yuqori inhibitorlik, suv faolligini nazorat qilish va uzoq ochiq stvol uchastkalarida barqarorlikni saqlash bilan bog'liq.

5. Plastik gillar uchun optimal burg'ilash eritmasi bir mezon bilan emas, balki barqarorlik vaqti, bo'kish indeksi, filtratsiya hajmi, reologik balans va reagentlarning funksional mexanizmi majmuasi bilan baholanishi kerak. Shu asosda maqolada ko'p mezonli preventiv tanlash algoritmi taklif etildi.

Amaliy tavsiyalar

1. Plastik gilli qatlamlar burg'ılanishidan oldin gilning mineralogik tarkibi, bo'kish potentsiali, dispersiyalanish darajasi va filtratsion sezgirliги laboratoriya sinovlari orqali tekshirilishi kerak.

2. Eritma tanlashda faqat qovushqoqlikni oshirishga tayanmaslik lozim; filtratsiya, inhibitorlik, gel kuchi va quduq geometriyasiga mos gidravlik rejim birgalikda loyihalanishi zarur.

3. O'rtacha xavfli plastik gillarda PAC/CMC + poliglikol yoki PAN LV asosidagi kombinatsiyalar, yuqori xavfli intervallarda esa formiatli inhibitor tizimlar sinovdan o'tkazilishi maqsadga muvofiq.

4. Burg'ilash vaqtida moment, tortish, ECD, kesindi shakli, shlamning dispersiyalanishi va filtratsiya ko'rsatkichlari real vaqtga yaqin monitoring qilinishi kerak.

5. Har bir kon uchun universal retsept izlash o'rni-ga, mahalliy gil mineralogiyasiga mos reagentlar paketi va kontsentratsiyasi tajriba-sinov asosida moslashtirilishi lozim.

¹ Karimov, D. R., & Tursunov, S. B. (2020). Plastik gilli tog' jinslari: laboratoriya va maydon tadqiqotlari. Toshkent: O'zbekiston Respublikasi Fan va texnika nashriyoti