

DOI: <https://doi.org/10.36719/2789-6919/46/146-152>

Cavad Əliyev

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

doktorant

<https://orcid.org/0009-0006-8505-9256>

aliyev.javad@outlook.com

Neft-mədən avadanlıqlarında AQPÇ-nin qarşısının alınmasında kimyəvi üsulların tətbiqi və onların effektivliyinin qiymətləndirilməsi

Xülasə

Təqdim edilən məqalə parafinli neft quyularının qaldırıcı borularında və digər nəql xətlərində ağır karbohidrogenlərin çökməsinin qarşısını almaq üçün laboratoriya sınaqlarından uğurla çıxmış KTD-1 reagentinin elmi araşdırmalarının nəticələrinə həsr edilmişdir. Məqalənin əsas aktuallığı parafinli neft quyularının istismarı zamanı yaranan asfalten, qatran, parafin çöküntülərinə (AQPÇ) qarşı texnoloji mübarizə üsuludur. Parafin çöküntülərinin neftdən ayrılmasında əsas amil temperaturdur. Parafin çöküntülərinin kristallaşma temperaturu, neftin tərkibindən asılı olaraq 45-55 °C arasında dəyişir. Ağır karbohidrogenlərin qaldırıcı borularda və digər nəql xətlərində çökməsi, laydan yer səthinə və oradan da qəbul məntəqəsinə istiqamətlənən mayenin (neftin) hərəkətinə əks hidravlik müqavimət yaradır. Bu isə AQP-nin çökməsi ilə nəticələnir. Bu məqsədlə KTD-1 reagenti işlənib hazırlanmışdır. Bu texnologiya asfalten, qatran, parafin və digər ağır karbohidrogenli yataqlarda tətbiq oluna bilər. Laboratoriya şəraitində “soyuq barmaqçılar” metodu ilə təyin olunmuşdur ki, bir ton çıxarılan neftə 200 qram hesabı ilə əlavə edildikdə ağır karbohidrogen çöküntülərini 72.5 %-ə qədər azaltmaq mümkündür. Bu reagent ağır karbohidrogenli neftlərin reoloji xüsusiyyətlərinə müsbət təsir göstərməklə, quyunun süzgəc hissəsində, qaldırıcı boruların müxtəlif dərinliklərində, eləcə də quyuağzı atqı xətlərindən başlayaraq neftin qəbuletmə məntəqəsinə qədər olan yerüstü və yeraltı kommunikasiyalarda çökən AQPÇ-nin aradan qaldırılmasını təmin edir. Nəticədə quyunun ritmik işləməsi bərpa edilir, layın neftverimi artır. Bu isə öz növbəsində quyularda təmirlərarası müddəti 2,5 dəfə artırma bilər ki, bu da iqtisadi cəhətdən çox əlverişlidir.

Açar sözlər: parafin, asfalten, qatran, reagent, çöküntü, quyudibi zona, özlülük, depressator

Javad Aliyev

Azerbaijan State Oil and Industry University

PhD student

<https://orcid.org/0009-0006-8505-9256>

aliyev.javad@outlook.com

Application of Chemical Methods in the Prevention of ATPS in Oilfield Equipment and Evaluation of Their Effectiveness

Abstract

The presented article is devoted to the results of scientific research on the KTD-1 reagent, which successfully passed laboratory tests to prevent the deposition of heavy hydrocarbons in the risers of paraffin oil wells and other transport lines. The main relevance of the article is the technological method of combating asphaltene-paraffin deposits (ATPS) formed during the operation of paraffin oil wells.

The main relevance of the article is the technological method of combating asphaltene-paraffin deposits (ATPS) formed during the operation of paraffin oil wells. The main factor in the separation of paraffin deposits from oil is temperature. The crystallization temperature of paraffin deposits varies between 45-55 °C, depending on the composition of the oil. The precipitation of heavy hydrocarbons in risers and other transport lines creates a reverse hydraulic resistance to the

movement of liquid (oil) from the formation to the surface and from there to the receiving point. This results in the precipitation of ATPS. For this purpose, the KTD-1 reagent has been developed. This technology can be applied in asphaltene, tar, paraffin and other heavy hydrocarbon deposits. It was determined in laboratory conditions by the "cold fingers" method that when added at the rate of 200 grams per ton of extracted oil, it is possible to reduce heavy hydrocarbon sediments by up to 72.5%. This reagent has a positive effect on the rheological properties of heavy hydrocarbon oils, ensuring the elimination of ATPS deposited in the filter section of the well, at different depths of the risers, as well as in surface and underground communications starting from the wellhead discharge lines to the oil reception point. As a result, the rhythmic operation of the well is restored, and the oil yield of the formation increases. This, in turn, can increase the repair interval in wells by 2.5 times, which is very economically advantageous.

Keywords: *paraffin, asphaltene, tar, reagent, sediment, bottomhole zone, viscosity, depressant*

Giriş

Məlumdur ki, neftli layın temperaturundan və onun gündəlik məhsuldarlığından asılı olaraq parafin çöküntüləri quyunun süzgəc hissəsində, qaldırıcı boruların müxtəlif dərinliklərində, eləcə də quyuağzı atqı xətlərindən başlayaraq neftin qəbuletmə məntəqəsinə qədər olan yerüstü və yeraltı avadanlıqlarda çökür.

Ağır karbohidrogenlərin qaldırıcı borularda və digər nəql xətlərində çökməsi, laydan yer səthinə və oradan da qəbul məntəqəsinə istiqamətlənən neft hərəkətinə əks hidravlik müqavimət yaradır ki, nəticədə quyunun ritmik işləməsi pozulur, layın verimi tədricən azalır, bəzən isə istismarın tamam dayanmasına gətirir ki, nəticədə təmir üçün lazım olan əlavə xərclərə və neft itkisinə səbəb olur.

Quyuların istismarı zamanı yaranan asfalten, qatran, parafin çöküntülərinə (AQPÇ) yüksək molekululu karbohidrogenlərin mürəkkəb qarışıqlarından ibarətdir. Bunların əsasını karbon sayı 35-dən yuxarı olan parafin (n-alkanlar, i-alkanlar, tsikloalkanlar və uzun alkallər zəncirlərinə malik alkilaromatiklər), asfaltenlər, qatranlar, yağlar və qeyri-üzvi birləşmələr təşkil edir. Temperaturun tədricən aşağı düşməsi ilə yaranan AQPÇ-nin aradan qaldırılması neft itkisi ilə bərabər, həm də iqtisadi cəhətdən xərclərin artmasına da səbəb olur. AQPÇ xam neftin ən ağır fraksiyalarıdır. Bu fraksiyalardan biri olan asfalten molekulaları mürəkkəb struktura və yüksək molekululu kütləyə malikdir. Asfaltenlər əsasən karbon, hidrogen, azot, oksigen və kükürddən həmçinin, vanadium və nikel kimi az miqdarda müəyyən edilmiş komponentlərin qarışığıdır və çox aşağı konsentrasiyalarda belə öz-özünə birləşirlər, bu da onları xam neftin ən çətin komponentlərindən biri edir. Digər bütün karbon və hidrogen atomları alkan zəncirlərində və tsikloalkanlarda yerləşir və halqa qrupları ilə əlaqəlidir (Mitroshin, 2021).

AQPÇ-nin əmələ gəlməsinin intensivliyinə quyudibi təzyiqin azalması və bununla əlaqədar olaraq qaz-maye sistemindəki balansın pozulması, neft axınının quyuda yuxarıya doğru hərəkəti zamanı temperaturun tədricən düşməsi, intensiv qazsızlaşdırma, qarışığın hər bir fazasının tərkibindəki dəyişikliklər və fazaların həcmələri arasındakı nisbətə dəyişməsi, neftdəki metal səthlərə yüksək adgeziya ilə qatran komponentlərinin mövcudluğundan irəli gələn adsorbsiya prosesləri kimi amillər təsir edir. Buna görə də çöküntülərin mövcudluğu və təbiəti sabit deyildir (Adeyanju, 2013).

Tədqiqat

Məlum olduğu kimi, neft hasilatında AQPÇ ilə mübarizə iki istiqamətdə aparılır: çöküntülərin əmələ gəlməsinin qarşısının alınması və artıq əmələ gəlmiş çöküntülərin aradan qaldırılması. Əmələ gəlmiş çöküntülərə qarşı mübarizə əsasən aşağıdakı üsullarla həyata keçirilmişdir (Awan, Al-Khaledi, 2014).

-qaldırıcı boruların və ştanqların, quyunun boruarxası fəzasına qızdırılmış neft və yaxud suyun vurulması yolu ilə təmizlənməsi;

-quyuağzı avadanlığın və qaldırıcı boruların yuxarı hissəsinin səyyar buxar generatoru vasitəsilə təmizlənməsi;

-atqı xətlərinin səyyar buxar generatoru vasitəsilə təmizlənməsi;

-qaldırıcı borularının və atqı xətlərinin həlledicilərlə təmizlənməsi;

-kimyəvi reagentlərin tətbiqi. Bu üsullar müəyyən səmərəlilik göstərsə də aşağıda izah olunan bir sıra mənfi cəhətləri və tətbiq sahələri ilə məhdudlaşır. Həlledicilərdən istifadə zamanı, xüsusilə onların həlledicilik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq, parafin çöküntülərinə qarşı mübarizədə yüksək effektivlik əldə edilə bilər. Lakin bu metod böyük həcmdə həlledici sərfini tələb edir, çünki həlledicinin təsiri birdəfəlik olur və hər bir quyunun təmizlənməsi üçün təxminən 6–18 m³ həlledici tələb olunur. Quyuların mütəmadi olaraq təmizlənməsi və parafinlə çirklənmiş quyu fondunun genişliyi nəzərə alındıqda, ümumi həlledici tələbatının miqyası aydın olur. Belə böyük həcmdə həlledicinin istehsalı, daşınması, yerləşdirilməsi və saxlanması isə bu üsulun geniş miqyasda tətbiqini çətinləşdirir (Markin, Nizamov, Sukhoverkhov, 2011).

Parafindən təmizləmə prosesi həmçinin qaldırıcı boruların və ştanqların, eləcə də quyunun boruarxası fəzasına qızdırılmış neft və ya suyun vurulması ilə də həyata keçirilə bilər. Bu metod üçün bir vurucu aqrekat, bir avtosistem və iki səyyar buxar generatoru tələb olunur. Proses zamanı 3-8 m³ həcmində neft və ya su quyu ağzında 80-90 °C temperaturadək qızdırılaraq, quyunun iş rejimini pozmadan boruarxası fəzaya ötürülür (Adeyanju, 2013).

Aparılmış praktiki və nəzəri tədqiqatlar göstərir ki, bu şəkildə 80-90 °C-yə qədər qızdırılmış mayenin istilik ötürmə dərinliyi, yəni təsir məsafəsi 300-500 metr aralığını keçmir. Bu məhdudluğun əsas səbəbi səmərəsiz istilik itkiləri və qızdırıcı ilə qızdırılan axınlar arasında qısa məsafədə baş verən intensiv istilik mübadiləsidir. Bu, əks istiqamətli istilik ötürmə sistemlərinin tipik xüsusiyyətidir.

Qeyd etmək lazımdır ki, quyu ağzında səyyar buxar generatoru vasitəsilə qaldırılmış ştanq və boruların parafindən təmizlənməsi ekoloji standartlara ziddir. Bu proses üçün xüsusi texnoloji prosedurların mövcud olmaması səbəbindən parafinin toplanması təmin edilmir və nəticədə ətraf mühitin çirklənməsi qaçınılmaz olur.

Bu üsullardan ən səmərəlisi kimyəvi tərkiblərin qarışığından ibarət müxtəlif tipli kompozisiyaların tətbiqidir. Kimyəvi üsul başqaları ilə müqayisədə ucuz başa gələn, tətbiqin texnologiyası isə çox sadə və təhlükəsizdir.

Quyuların və nəqliyyat boru kəmərlərinin içində hər hansı bir potensial çökməni proqnozlaşdırmaq, iqtisadi baxımdan fasiləsiz neft axınının təchizatı üçün vacibdir. Son illərdə AQPÇ-nin yaranması və çökmə miqdarını proqnozlaşdırmaq üçün bir neçə fərqli model təklif edilmişdir. Neft sənayesində AQPÇ ilə mübarizə aparmaq üçün ən çox istifadə olunan və fəal şəkildə tətbiq edilən bir neçə metod mövcuddur. Bu problemin həllinin ən yaxşı metodlarından biri iqtisadi, texniki və ekoloji baxımdan çöküntülərin qarşısını almaq üçün kimyəvi üsulun tətbiqidir. Kimyəvi reagentlərin tətbiqi AQPÇ-nin əmələ gəlməsinin və əmələ gəlmiş mürəkkəbləşmələrin qarşısını almaq üçün ən mütərəqqi üsuldur. Lakin müxtəlif kimyəvi maddələr fərqli termobarik şərtlərdə fərqli növ xam neftlərə müxtəlif təsir göstərir ki, bu da onların emalını çətinləşdirir (Carcia, 2021). Quyuların istismarı zamanı neftin fiziki-kimyəvi xassələri dəyişdikcə, inhibitorun effektivliyi əhəmiyyətli dərəcədə azalır. Bunun üçün AQPÇ-nin qarşısını almaqla bağlı müxtəlif növ xam neftlərə uyğun kimyəvi maddələrin növü və seçimi ilə bağlı çoxsaylı tədqiqatlar aparılmışdır.

Respublikada neftin hasilatı, nəqli və hazırlanmasının texnoloji proseslərində törənən əngəlliklərə qarşı mübarizədə kimyəvi reagentlərin tətbiqi aktualdır. Quyularda bu çöküntülərlə əlaqədar yaranan mürəkkəbləşmələr araşdırılmış və bu qənaətə gəlinmişdir ki, neftqazçıxartma idarələrində (NQÇİ) AQP çöküntüləri ilə əlaqədar çoxlu vəsait sərf olunur ki, bu da neftin maya dəyərinin artmasına və təmirarası müddətin azalmasına səbəb olur.

Neft-mədən avadanlıqlarında AQP çöküntüləri ilə əlaqədar ortaya çıxan əngəlliklərə qarşı yeni kimyəvi reagentlərin tapılması, nümunələrin toplanması və bunların ağır karbohidrogen çöküntülərinə qarşı tətbiqinin ilkin laboratoriya tədqiqatlarının keçirilməsi (ağır karbohidrogenli neft nümunələri “soyuq barmaqciq” qurğusunda kəmiyyətə və donma temperaturu keyfiyyətə yoxlanılır) vacibdir (Gurbanov, 2023; Metiyev, 2016).

Reagentlərin AQP çökməsinə qarşı effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün “soyuq barmaqciq” üsulu geniş şəkildə istifadə olunur (Lutoshkin, 2005). Bu yanaşma mədən şəraitinə daha uyğun hesab edilir və reagentlərin parafin çökməsinə qarşı təsirini həm keyfiyyət, həm də kəmiyyət baxımından dəyərləndirməyə imkan verir. Metod effektiv parafin çökmə inhibitorunun müəyyən

edilməsinə və onun tətbiq texnologiyasının hazırlanmasına şərait yaradır. Həmçinin, bu üsul reagentin sərfi ilə əldə olunan səmərəlilik arasında qarşılıqlı əlaqənin qurulmasına imkan verir

Parafinli neftlər reoloji xüsusiyyətlərinə görə qeyri-müvazinətli xassəyə malikdirlər. Hal-hazırda parafinli neftlərin hasilatı, nəqli zamanı quyuda və nəql borularında çökən AQPÇ-nin qarşısının alınması məqsədilə donma temperaturunu aşağı salan depressor xassəli reagentlərin geniş çeşidlərindən istifadə edilir (Matiev, Agazade, Keldibaeva, 2018). Difenilaminlə modifikasiya olunmuş etilenin vinilasetatla birgə sopolimerindən ibarət reagent AQPÇ-yə qarşı mübarizə üsulu kimi məlumdur (İsmayilov, 2020). Aromatik karbohidrogenin dizel yanacağı ilə qarışığından aşqarın həlledicisi kimi istifadə edilir. Çatışmayan cəhəti tətbiqinin məhdudluğudur. Səbəb müxtəlif neftlər üçün tərkibi keyfiyyətcə fərqlənən və ya eyni tərkibdə, lakin monomer məqalaları müxtəlif cür növlənən birgə polimerdən istifadə olunmasıdır (Matiyev, Agazade, Akhmedov, 2016).

Parafinli neft məhsulları üçün EAN markalı depressor aşqarı da məlumdur (İsmayilov, 2020). Məlum polimer aşqara etilenin akrilonitril və etilenin terpolimerlərinin akrilonitrillə birgə polimeri, monomer qrupdan vinilasetat, akrilakrilatlar, alkilvinil efirləri, vinilxlorid, akril turşusu daxildir. EAN 18 depressoru kimi kütləcə 18 % akrilonitril saxlayan etilen-akrilonitril birgə polimerindən istifadə olunur. Depressor aşqarının həll olması üçün neft məhsulu 50 °C-yə qədər qızdırılır. Depressor aşqarının çatışmayan cəhəti tətbiq spektrinin məhdud olmasıdır. Bundan başqa, depressorun daxil edilməsi üçün xeyli miqdarda yanacağın qızdırılması iqtisadi cəhətdən məqsəduyğun sayılmır

(White, Pierce, 2018).

Yuxarıda adları sadalanan reagentlərin tətbiqində mövcud olan çatışmamazlıqların aradan qaldırılması məqsədilə səmərəliliyinə görə onlardan daha üstün hesab edilən və şərti adı KTD-1 olan reagent işlənilib hazırlanmışdır. 20-30% depressor xassəsinə malik komponent kimi "Champion Technologies" şirkətinin istehsalı olan qeyri-ionogen xassəli Flexoil CW 288 reagenti və qalan hissəni üzvi həlledici qismində stabil qaz kondensatı (SQK, TU 51-05751745-09-97) təşkil edir.

KTD-1 olan reagentinin AQPÇ-ə qarşı effektivliyi N.Nərimanov NQÇİ-dən götürülmüş və tərkibində parafinin miqdarı 19.8 % təşkil edən neft nümunələrində aparılmışdır. Laboratoriya tədqiqatlarının nəticələri müqayisəli şəkildə cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

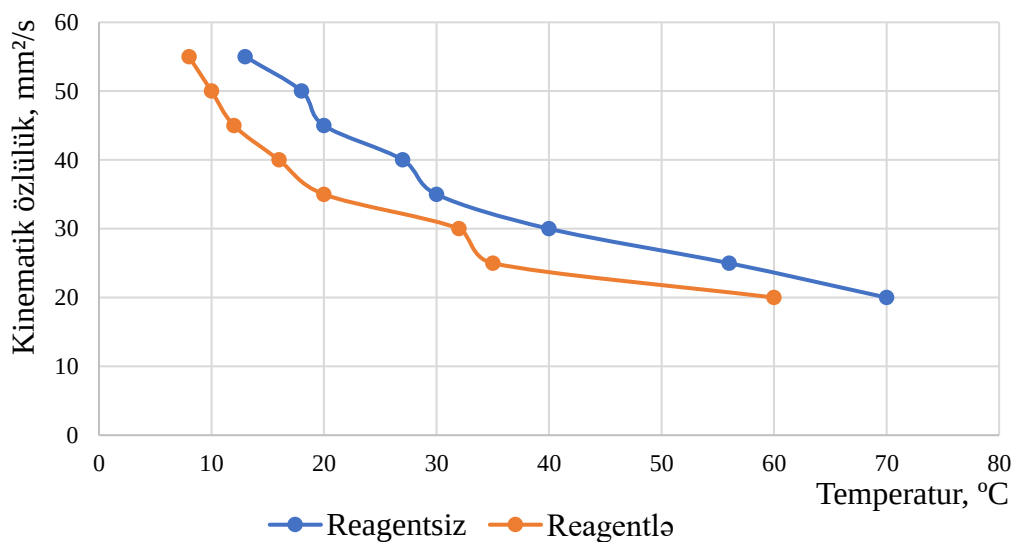
Reagentin markası	Reagentin sərfi, q/t neft	Çöküntünün azalması,%
KTD-1	50	26,7
	100	35,5
	150	60,0
	200	75,0
	250	73,0
	300	71,5
KTD-2	50	13,0
	100	20,0
	150	32,6
	200	45,0
	250	53,0
	300	48,0
KTD-3	50	12,7
	100	30,0
	150	38,4
	200	45,0
	250	48,0
	300	41,5
KTD-4	50	10,0
	100	42,0
	150	45,0
	200	38,0

CHPIX-2005	250	30,0
	300	30,0
	50	12,0
	100	23,0
	150	30,0
	200	45,0
	250	28,4
	300	22,5

Sözügedən reagentin optimal dozəsi hasil olunan hər ton neft üçün 200-300 q aralığında təşkil edir. Tədqiqatlar zamanı nəzərə cərpacaq nəticələri əldə etmək üçün əvvəlcə yüksək miqdarda reagent sərfindən istifadə edilmişdir.

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi KTD1-4 markalı reagentlər 50-300q/t sərfərdə AQPÇ-nə qarşı, məlum CHPIX-2005 reagenti ilə müqayisədə xeyli üstünlüyə malikdirlər. Ən yüksək təsir effekti KTD-1 reagenti göstərmişdir. Belə ki, bu reagentin təsir effekti 200q/t sərfində 75% təşkil edir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu göstərici parafinli neftlər üçün yüksək nəticə sayıla bilər (Syroezhko, Begak, 2004).

Sonrakı tədqiqat mərhələsində KTD-1 reagentinin kinematik özlülüyünün temperaturdan asılılığı öyrənilmişdir. Tədqiqatlar Stabinger Viscometer -SVM-3000 cihazında tədqiq olunmuşdur.



Şəkil 1. Kinematik özlülüyn temperaturdan asılılığı qrafiki

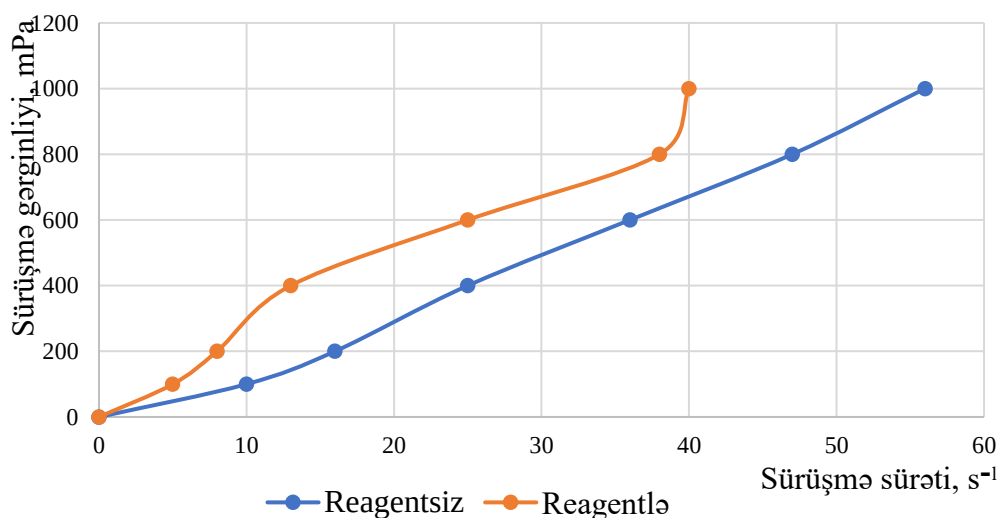
Şəkil 1-də reagent əlavə edilmiş və edilməmiş neft nümunələrinin kinematik özlülükələrinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi göstərilmişdir. Şəkil 1-dən görünür ki, effektiv özlülüyn temperaturdan asılılığı zamanı sürüşmə sürətinin sabit qiymətində araffin re artdıqca özlülük azalır. Neft nümunələrinin effektiv özlülüynünün temperaturdan asılılıq ayrılərindəki qırılma, neftdə bərk üzvi maddə strukturunun formalaşmasının başlanmasını göstərir. Əldə edilən tədqiqat nəticələri göstərir ki, neftə kimyəvi kompozisiyaların əlavə edilməsi neftin parafinlə doyma temperaturunun azalmasına səbəb olur. Tədqiqatların tam nəticələri cədvəl 2-də verilmişdir (Carcia, 2001).

Reagentlərin neftlərin parafinlə doyma temperaturunun təsirinin nəticələri (Cədvəl 2)

Reagentin markası	Neftin parafinlə doyma
-------------------	------------------------

	Temperaturu, °C
reagentsız	40,7
KTD-1	31,2
KTD-2	32,5
CHIIX-2005	35,8
KTD-4	32,3

Aparılan təcrübələrin nəticələri belə düşünməyə əsas verir ki, tədqiq olunan reagent həm də depressant xassəsi göstərir və parafin kristallarının səthində solvat təbəqəsi əmələ gətirməsi səbəbindən bərk parafin molekullarının birləşməsinə maneə yaratmaqla, parafin kristallarının əmələ gəlməsi və böyüməsinin kinetikasını ləngidir (Dobbs, 1999). Reagentin formalaşmış üzvi strukturlara təsirini müəyyənləşdirmək üçün rotasion viskozimetrdə sürüşmə gərginliyinin sürüşmə sürətindən asılılığı tədqiq edilərək şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 2. Sürüşmə gərginliyinin sürüşmə sürətindən asılılığı qrafiki

Şəkil 2-dən göründüyü kimi KTD-1 reagenti sürüşmə sürətinin yüksək qiymətlərində neftdəki parafin kristallarının yaratdığı strukturu dağıdaraq neftin axıcılığını yaxşılaşdırır (Mitroshin, 2021).

Tərkibində AQP olan neftlərin hasilatının texnoloji proseslərində temperaturun tədricən düşməsi ilə neftin hərəkətliyiində nəzərə çarpacaq dərəcədə qatılma müşayiət olunur. Neftin hərəkətinin reoloji parametrləri verilmiş temperaturda toxunan sürüşmə gərginliyinin və müəyyən bir temperaturda kəsilmə həddi gərginliyi, neftdə əmələ gələn strukturların dağılmasının ilkin şərtlərini təyin etməklə, onun axın qabiliyyətini də xarakterizə edir (Metiyev, Alsafarova, Emel, 2023).

Neftə qeyri-ionogen xassəli səthi aktiv maddələrin əlavə edilməsi ilə reagentin peptizasiya qabiliyyətinə görə xam neftlə müqayisədə neftdə əmələ gələn strukturların əhəmiyyətli şəkildə azalması müşahidə edilmişdir. Aparılan təcrübələrin nəticələri göstərir ki, KTD-1 reagent əlavə edildikdə, 45-50°C-də neftdə praktik olaraq bir yerə yığılaraq kristallaşmış strukturlar əmələ gəlmir.

Nəticə

- AQPÇ-yə qarşı yeni KTD-1 reagenti işlənilib hazırlanmışdır.
- Reagentin tətbiqi zamanı optimal miqdar 200 qr/ton təyin edilmişdir.
- KTD-1 reagenti təmirlərərsası müddəti 2,5 dəfə artırdığına görə iqtisadi cəhətdən çox əlverişlidir.
- Bu reagent ağır karbohidrogenli neftlərin reoloji xüsusiyyətlərinə müsbət təsir göstər.

Ədəbiyyat

1. Adeyanju, A.O. (2013). Experimental Study of Wax Deposition in a Single Phase Sub-cooled Oil Pipelines. *SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers*, 5–7 August, pp. 157–169.
2. Alsafarova, M.E., Samadov, A.M., Matiyev K I., Ganbarova, J. G. (2024). Development of a new reagent for the prevention of asphaltene-resin-paraffin deposits. *Scientific Petroleum*, №1, pp. 50–53.
3. Awan, M.A., Al-Khaledi, S.M. (2014). Chemical treatments practices and philosophies in oilfields. *SPE International Oilfield Corrosion Conference and Exhibition*.
4. Carcia, M. (2001). *Paraffin Deposition in oil Production*.
5. Dobbs, J.B. (1999). A unique method in paraffin control in production operation. *Paper presented at the 1999 SPE Rocky Mountain Regional Meeting*.
6. Gurbanov, A.Q., Hajikerimova, L.Q., Akperova, A.F. (2023). New inhibitor against asphaltene-resin-paraffin deposits and salts. *Scientific Petroleum*, № 2, pp. 41–47.
7. Ismayilov, F.S. (2020). *Depressor aşqarı*.
8. Lutoshkin, G.S. (2005). *Sbor i podgotovka nefti, gaza i vody*.
9. Manafov, M.R., Kelbaliev, G.I. (2020). Analysis of the modern state of researches on deposition of asphalt-resin substances, paraffin and modeling methods. *Azerbaijan Chemical Journal*, № 2, pp. 8–14.
10. Markin, A.N., Nizamov, R.E., Sukhoverkhov, S.V. (2011). *Neftpromyslovaya khimiya: prakticheskoe rukovodstvo*.
11. Matiyev, K.I., Agazade, A.D., Alsafarova, M.E., Akhmedov, F.M. (2018). Pour-Point Depressant for High Pour-Point Paraffinic Oils. *SOCAR Proceedings*, №3, pp. 32–37.
12. Matiev, K.I., Agazade, S.S., Keldibaeva. (2016). Composition for removing asphalt-resin-paraffin deposits. *SOCAR Proceedings*, №4, pp. 64–68.
13. Metiyev, K.I., Samadov, A.M., Alsafarova, M.E., Hasanov, Kh.I., Nurullayev, V.K. (2024). Prevention of asphaltene-resin-paraffin deposits in the process of oil transportation. *SOCAR Proceedings*, №2, pp. 101–105.
14. Metiyev, K.I., Alsafarova, M.E., Emel, N.I. (2023). Methods for combating asphalt resin and paraffin deposits in the oil industry. *Scientific Petroleum*, №2, pp. 35–40.
15. Mitroshin, A.V. (2021). Determination of the Minimum Measures in the Well to Prevent the Formation of Asphalt-Resin-Paraffin Deposits. *Perm Journal of Petroleum and Mining Engineering*, vol. 21, № 2, pp. 94–100.
16. Syroezhko, A.M., Begak, O.Yu., Fedorov, V.V. (2004). Vzaimosvyaz' strukturno-gruppovogo sostava gudronov i bitumov iz neftey razlichnoy prirody s ikh ekspluatatsionnymi parametrami. *Zhurnal prikladnoy khimii*, № 4, pp. 661–669.
17. Vozka, P., Straka, P., Maxa, D. (2015). Effect of asphaltenes on structure of paraffin particles in crude oil. *Paliva*, Vol. 7, №2, pp. 42–47.
18. White, M., Pierce, K., Acharya, T.A. (2018). Review of Wax-Formation Mitigation. *Technologies in the Petroleum Industry*, vol. 33, pp. 476–485.

Daxil oldu: 21.03.2025

Qəbul edildi: 24.06.2025