

## Asfalten-qatran-parafin çöküntülərinə qarşı yeni mübarizə üsullarının işlənməsi

G.M. Pənahov, t.e.d.<sup>1</sup>, E.M. Abbasov, t.e.n.<sup>1</sup>, Ş.Z. İsmaylov, t.e.n.<sup>2</sup>, V.H. Hüseynov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu,

<sup>2</sup>Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,

<sup>3</sup>"Neftqazəlmitədqatlayihə" İnstitutu

Elektron ünvan: eldarab@gmail.com

*Neft yataqlarının istismarı zamanı neft hasilatının əsaslı dərəcədə azalmasına təsir göstərən amillərdən biri, karbohidrogenlərin tərkibində olan ağır komponentlərin çökməsidir. Bu, əsasən çətin temperatur şəraitində, o cümlədən dənizdə neftqazçıxarmada və mövsüm dəyişmələrində neft-mədən avadanlıqlarında asfalten-qatran-parafin (AQP) və digər qarışıq çöküntülərdən, qaz kəmərlərində isə su və kondensatdan ibarətdir.*

*Neft-mədən avadanlıqlarında AQP-nin çökmə prosesi müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən öyrənilmiş və göstərilmişdir ki, bu proses müxtəlif termohidrodinamik şəraitlərdə adgeziya, kogeziya və s. qüvvələrin təsiri nəticəsində yaranır. Məlumdur ki, AQP birləşmələri kristallaşdıqdan sonra yüksək struktur-mexaniki xassələri ilə xarakterizə olunur. Həmin xassələrə əsasən AQP tərkibli neftlərin struktur-mexaniki xassələri də təyin olunur.*

*Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, yüksək struktur-mexaniki xassələrə malik neftlərdə AQP çökməsinin intensivliyi daha çoxdur. Ona görə də həm neftlərin, həm də kristallaşmış çöküntülərin struktur-mexaniki xassələrini dəyişdirməklə AQP çökməsinə qarşı mübarizə aparmaq məqsədəuyğundur.*

**Açar sözlər:** adgeziya, kogeziya, asfalten-qatran-parafin çökmələri, termohidrodinamik şərait.

### Asfalten-qatran-parafin çöküntülərinin yaranma şərtlərinin araşdırılması

Neft axınında termobarik şəraitdən asılı olaraq, yeni fazalar – qaz qabarcıqları, asfalten, parafin və mineral kristallar yaranır. Qaz qabarcıqları və kristalların neftdən ayrılması onların neftin tərkibində çox olması və metastabil şəraitin yaranması nəticəsində baş verir (B.П. Тронов, 1970).

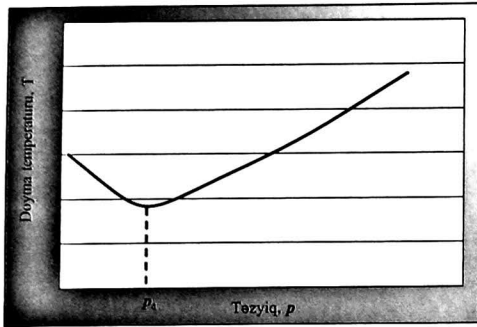
Bu fazalardan asfalten-qatran-parafin (AQP) ayrılmaları borular və müxtəlif neft-mədən avadanlıqlarında çökməklə ümumilikdə neftçıxarma sisteminin məhsuldarlığını aşağı salır.

AQP yüksək dispersiyalı suspenziya olmaqla, parafin, asfalten kristalları, yağ və qatranda mineral qarışıqlar şəklində, özü isə həcmdə bərk amorf sistem formada olur. AQP-nin çöküntü şəklində əmələ gəlməsində ən əsas təsiredici komponent metan sırasına  $C_{17}H_{36}$  –  $C_{60}H_{122}$  daxil olan bərk

karbohidrogenlər (KH) parafin sayılır ki, bu da yüksək temperaturda neftin tərkibində həll olur.

AQP çökmələrinin reoloji, struktur-mexaniki, kimyəvi-kolloid, kimyəvi-spesifik xassələrindən asılı olaraq, bir sıra neqativ hallar baş verir. Neftin parafinlə doyma temperaturu termodinamik müvazinət şəraitdə birləşməli neftin ikifazlı (neft və bərk parafin) hala keçməsinə xarakterizə edir [1, 2]. Ayrılan bərk faza, parafindən əlavə qatran, asfalten və s. maddələrin birləşməsindən ibarət olur.

Çökmə prosesinin aradan qaldırılmasında onunla mübarizədə müxtəlif təzyiqlərdə parafin ayrılmasını təmin edən kristallaşma və ya neftin parafinlə doyma temperaturunun düzgün təyin edilməsinin böyük əhəmiyyəti vardır. Neftin parafinlə doyma temperaturunun təzyiqdən asılılığı göstərir ki, təzyiqin doyma təzyiqindən başlayaraq yüksəlməsi parafinin kristallaşma temperaturunu artırır (şəkil 1).



Şəkil 1. Neftin parafinlə doyma temperaturunun təzyiqdən asılılığının keyfiyyət ayrısı

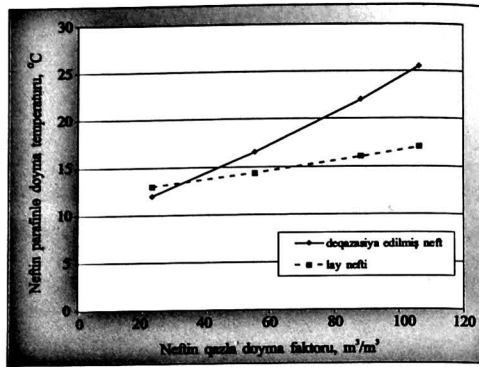
Digər tərəfdən, təzyiqin doyma təzyiqindən aşağı qiymətlərində qazın ayrılması nəticəsində parafinlə doyma temperaturunun artması baş verir (şəkil 2).

Şəkildən görüldüyü kimi, əgər neft parafinlə doymuş yaxud ona yaxın vəziyyətdə olarsa, onda təzyiqin artması və ya azalması parafinlə doyma temperaturunu artıraraq, boruda parafinin çökməsinə şərait yaradacaqdır. Boruda temperatur azaldıqda da, həmin hadisənin baş verməsi labüddür. Tədqiqatçıların fikrincə laminar hərəkət rejimində parafinin çökmə intensivliyi turbulent rejimə nisbətən yüksək olur. Digər tədqiqatçıların fikrincə parafin kristallarının yaranması və çökməsi Coul-Tomson effekti, yəni qazın həcmi genişlənməsindən selin temperaturunun dəyişməsi nəticəsində əmələ gəlir [3].

Parafinləşmə prosesinin selin termodinamik parametrlərindən bu və ya digər formada asılı olduğunu göstərən tədqiqatlar da vardır ki, bunlara görə laminar rejimdə çökmə prosesi baş vermir, turbulent rejimdə radial rəqslər nəticəsində bu proses daha intensiv olur. Belə intensivlik tanqensial qüvvənin, adgeziya qüvvəsindən çox olması nəticəsində davam edir. Müəlliflər (Г.Г. Гумбаров, 1996, А.Б. Сулейманов, 1988) bu prosesin yalnız temperaturun azalması, qaz ayrılması və axın dinamikasından asılı olduğunu göstərmişlər.

Daha sonralar onlar borularda parafinin əmələ gəlməsini ilk olaraq səthə ayrı-ayrı bərk faza və onların komplekslərinin yarışması, sonra müxtəlif kristalların mühit sərhədində bir-biri ilə əlaqəyə girməsi, ən sonda isə qarışaraq kütlə yaratması kimi əlaqələndirmişlər [4].

Lakin bir çox müəlliflərin qeyd etdiyi kimi bu çökmələrin əsasını temperatur rejimi ilə əlaqədar selin soyuması təşkil edir. Belə yaranmanı selin hidravlikası ilə əlaqələndirən C.E. Restli (1942)



Şəkil 2. Neftin parafinlə doyma temperaturunun neftin qazla doyma faktorundan asılılığı

əsasən axında sərhəd qatının qalınlığından asılı olduğunu göstərmişdir. Onların fikrincə boruda və seldə temperaturlar fərqi olmadıqda boru divarlarında adgeziya əmələ gəlmir. Ona görə də laminar rejimdə turbulent rejimdən daha çox kristalların oturmaları baş verir.

#### Yaranan AQP çöküntülərinə qarşı mübarizə üsulları

AQP çöküntülərinə qarşı mübarizə üsullarını dörd əsas qrupa ayırmaq olar:

- AQP-nin boru üzərindən mexaniki üsullarla çıxarılması;
- əmələgəlmə səthlərinə qoruyucu qatın çəkilməsi;
- neft məhsullarına istiliklə təsiretmə;
- kimyəvi reagentlərlə təsiretmə.

Praktikada tətbiqini tapmış mexaniki üsullarla (müxtəlif formalı torpedalar, özlü-elastik, özlü-elastik dənəvər və s.) səthin təmizlənməsini nümunə göstərmək olar.

Bu üsullardan ən çox yayılanı torpedalarla təmizləmə üsuludur ki, bununla da əsasən, hidrat-parafin kimi bərk çöküntülər təmizlənir. Üsulun az effektivliyi, borularda əlavə müqavimətlərin yaranması, düzbucaq şəklində olan yerlərdə istifadəyə yararsız olması kimi bir çox çatışmayan cəhətləri də vardır.

Avadanlıq səthlərinə qoruyucu qatın çəkilməsi ilə AQP-yə qarşı mübarizə üsuluna isə boruların epoksid qatranı, müxtəlif laklar, polimerlərlə (poliakrilamid və s.) örtülməsi, rənglənmə və ya digər reagentlərin kombinasiyaları ilə örtülməsini aid etmək olar.

Bu üsullarda istifadə olunan yüksək dielektrik keçiriciliyə malik "polyar" örtüklər parafini və digər maddələri özünə yapışdırmağa az meyillidir.

İstifadə olunan örtüklərin səmərəliliyinin fərqli olması çöküntülərin strukturundakı müxtəliflik, kristallaşma temperaturunun dəyişkənliyi və digər faktorlardan asılı olduğu təsdiqlənmişdir. Metal səth üzərində polimer əsaslı qoruyucu hidrofilyatın yaradılması AQP çökməsinə qarşı istifadə olunan progressiv üsullara aid edilə bilər.

Burada hidrofilyatlaşma xüsusi tərkiblərdən istifadə edilməklə həyata keçirilir.

Sonralar müəyyən edilmişdir ki, üst qatın rənglənməsində də çöküntülər demək olar ki, yaranmır. Bu istiqamətdə qoruyucu örtüklər yaratmaq üçün fenolformaldehid, epoksid qatranı və həmçinin poliuretan qatranı kombinasiyaları və digər materiallar da istifadə olunur.

İstilik üsulları ilə işlənməyə atqı xətlərini buxarla qızdırma və elektroqızdırıcılardan istifadə edilməklə tənzimlənməni aid etmək olar [5].

Bu zaman məhsulun özlülüyünün azaldılmasına imkan yaradılır və axında hidravlik müqavimət

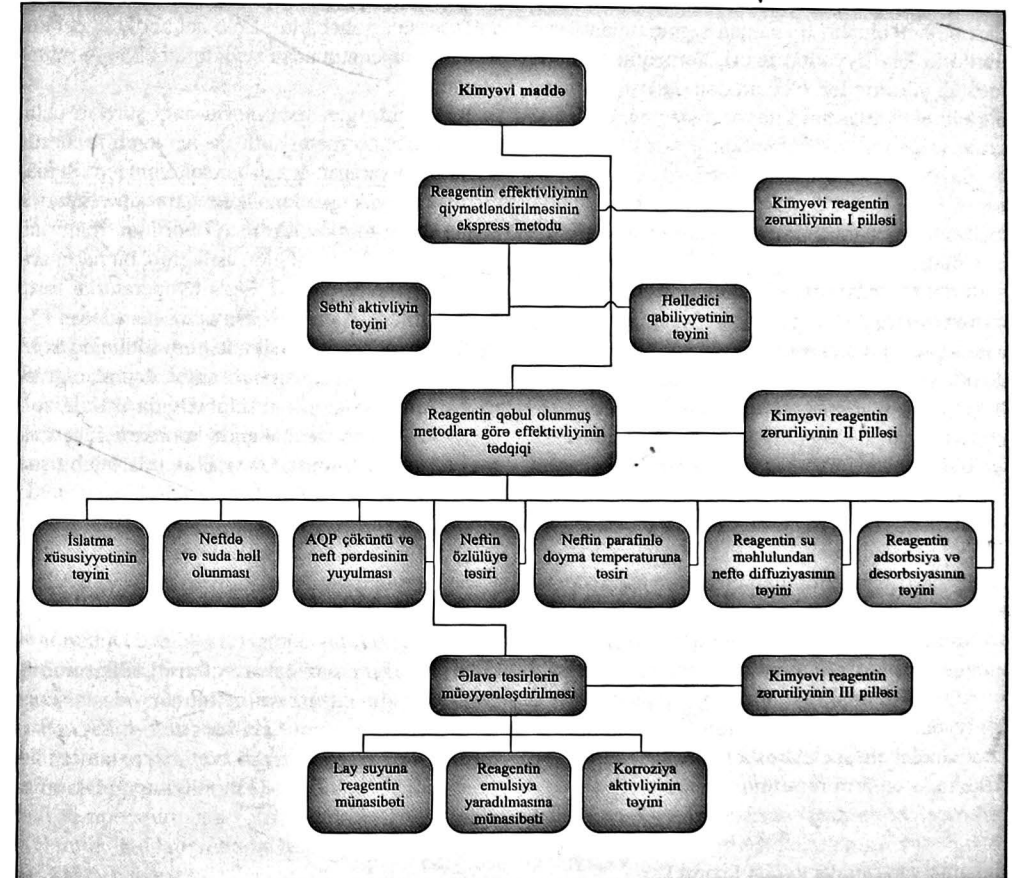
azaldılır.

AQP çöküntülərinə qarşı mübarizə üsullarından biri də kimyəvi reagentlərin istifadəsidir [6]. Bu üsulla çöküntülərin yaranma və əmələ gəlməsindən sonra çıxarılması problemi həll edilir [5].

Lakin kimyəvi maddələrin lay məhsulları ilə fiziki-kimyəvi əlaqələri, onların səthi xüsusiyyətlərinin dəyişdirilməsi, reagentlərin KH-lərlə əlaqələrinin qanunauyğunluqlarının qəbul edilməsinin optimal şərtləri və s. üçün nəzəri əsasların olmaması üsulların seçimində çətinliklər yaradır.

Bir qayda olaraq, kimyəvi reagentlərin istifadəsinin qiymətləndirməsində laboratoriya tədqiqatları birtərəfli qiymətləndirilib, yalnız məqsədyönlü istifadə ilə əlaqədar məsələlər öyrənilməyindən burada heç də müsbət və mənfi əlavə təsirlər tədqiq edilmir.

Reagentlərin çoxşaxəli təsirlərini aydınlaşdırmaq məqsədilə kompleks qiymətləndirmə metodikası təklif olunur (şəkil 3). Kimyəvi reagentləri sxemdə göstərilən bütün mərhələlərdən keçirdik-



Şəkil 3. Kimyəvi reagentlərin sınaqdan keçirilmə ardıcılığının sxemi

dən sonra onların tətbiqi haqqında qərar verilir və optimal qatlıqlar müəyyən edilir. Bu reagentlər, iş planından asılı olaraq, magistral neft kəmərlərinin qurğu və avadanlıqlarına vurulur.

AQP çöküntüləri üçün ən yaxşı həlledicilər kimi kükürlü karbon, karbohidrogenxlorid (4 xlor-karbohidrogen) və s. göstərmək olar. Bu məhsulların həlletmə qabiliyyəti benzol, toluol, ksilol, skipidar kimi həlledicilərdən 3 dəfə, benzin, ağ neft, qazolin və kondensatdan isə daha çoxdur.

Kükürlü karbonun yüksək həlletmə qabiliyyətinə malik olmasına baxmayaraq o, toksik olmaqla bərabər yanğına xeyli təhlükəlidir. Xlorlaşdırılmış KH isə katalizatorları dağıtmaq xüsusiyyətinə malik olmaqla neft emalı prosesinə mənfi təsir göstərir. Bu səbəbdən AQP çöküntülərinin təmizlənməsində alifatik və aromatik KH-lər (benzin, qazolin, ağ neft, skipidar, benzol, ksilol, toluol, sıxılmış qaz və s.) geniş tətbiq edilir. AQP çöküntülərinin təmizlənməsi məqsədilə kimyəvi, o cümlədən kauçuk, neft emalı və s. zavodların tullantılarından istifadə olunur. Bu zaman həmin tullantıların neftlərin keyfiyyətinə təsiri, həmçinin texniki-iqtisadi göstəricilər, o cümlədən onların qiyməti, ölkədə ehtiyatlarının kifayət qədər olması və s. kriteriyalar əsas götürülməlidir.

Hazırda məlum texnologiyalarda çoxkomponentli həlledicilərin ağır neft komponentləri ilə mübadiləsi nəzərə alınmadan aparılır. Neftin tərkibi, termobarik şərait, yatağın geoloji-texniki xüsusiyyətləri və s. müxtəlif olduğundan, AQP çöküntülərinin tərkibi də müxtəlif olur. Ona görə ki, həlledicilər seçildikdə həm termodinamik şərait, həm də ərimə prosesinin kinetikasi nəzərə alınmalıdır. Neftdə ağır komponentlərdən hesab edilən, yüksək ərimə və həllolunma qabiliyyətinə malik asfaltən olduğundan çöküntülərin aradan qaldırılması prosesi əsasən asfaltən əriməsi ilə təyin olunur. Ən əsası, AQP çöküntülərindən təmizləmədə həlledicilər daha çox həlletmə prosesinin kinetik tələblərini təmin etməlidir. Ona görə də çoxkomponentli həlledicilər, aril – akril alkilarilli KH-lər və həmçinin polyar heteroatom birləşmələrdən olduqda daha çox səmərə əldə edilir.

AQP çöküntülərinin ərimə prosesi molekulyar səviyyədə olmaqla həlledicinin molekulunun çöküntü molekuluna elektrostatik münasibətdə AQP paketində onların miselinə və həmçinin parafin mikrodefektinə daxil olmaqla onun molekulları ilə təmasda olur. Verilən fiziki-kimyəvi və termodinamik yanaşmaya uyğun lazımı karbohidrogen həlledicilər seçmək mümkündür.

Parafin, qatran, asfaltən əmələgəlmələrinin formalaşan mexanizminin tədqiqi göstərmişdir ki, müəyyən konsentrasiya və kristalların yaranmasında əsasən fiziki-kimyəvi faktorlar kompleks halda olmalıdır.

AQP çöküntüləri ilə mübarizədə onların yaranmasının qarşısının alınması vacib şərtlərdəndir. Burada AQP kristallarının yaranmasında neftin ətraf mühitə istilik verməsi nəticəsində həllolma qabiliyyətinin azalma səbəbi, ikinci faktor kimi neftin tərkibində olan qazın çıxması əsas götürülür. Termobarik və hidrodinamik şəraitdən asılı olaraq, sərhəd qatda yaranan qazın mikroqabarcıqlardan makroqabarcıqlara kimi mübadilədə olması burada iştirak edən AQP və digər qarışıqların çökmə prosesini stimullaşdırır.

Burada belə bir fikir yürüdülməlidir ki, termobarik şəraitdən asılı olaraq qazlarda qeyri-stasionar proses nəticəsində əmələ gələn kavitasional qaz boşluqlarının dispers sistemlərlə əvəz olunmasına gətirir, bu da bərabər paylanan çox möhkəm qatın yaranmasına səbəb olur. Belə hal boru temperaturu selin temperaturundan xeyli fərqli olduqda mümkündür.

Karbohidrogen sistemlərin nəql şərtləri üçün boru daxilində metal səth ilə mayenin toxunma sərhədində yaranan qaz qabarcıqlarının termik müqaviməti böyük təsire malikdir. Qaz qabarcıqlarına keçən aktiv mərkəzlərin sayı borunun materialı və temperatur fərqi nəzərə alınmışdır, bunların artması ilə daha da çoxalır. Əgər temperatur fərqi  $\theta_{0max}$  kritik temperaturu aşarsa, onda adətən (5–10 °C) qaz qabarcıqları sürətlə boru səthinin yaxınlığına yığılır. Bu zaman boru səthi, demək olar ki, müntəzəm qaz qatı ilə örtülür. Bu da termik izolyasiyaya və temperatur axınının intensivliyinin azalmasına gətirib çıxarır. Qaz qabarcıqlarına bitişən termik izolyasiya mikroqatının qalınlığı aşağıdakı tənlikdən alınır [2, 7, 8].

$$-C \frac{dQ}{dt} = hA\theta, \quad (1)$$

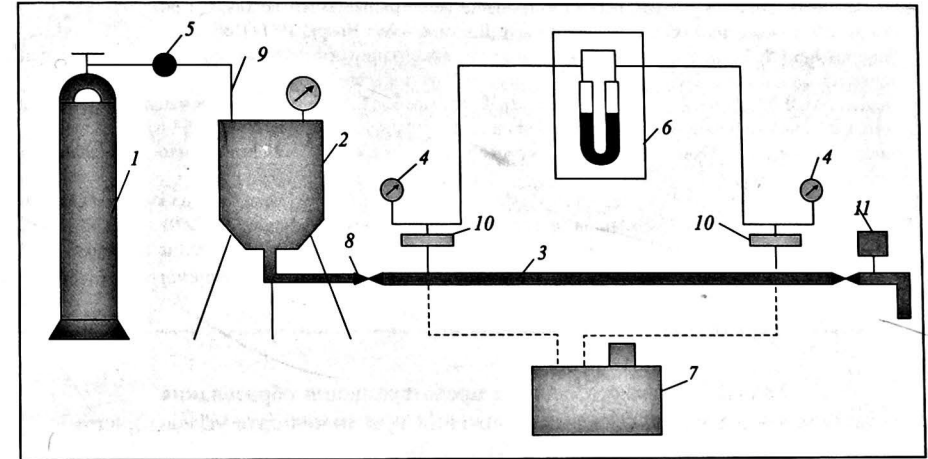
burada  $C=V\rho_1c$  qaz qabarcıqların istilik tutumu;  $c$  – qabarcığın xüsusi istilik tutumu;  $h$  – stasionar istilik keçirmə əmsali;  $V=Ad=4\pi bR^2d$ ;  $V$  – qabarcığın həcmi;  $b$  – qabarcığın böyümə parametridir. Bu şərtlər daxilində (1) tənliyi aşağıdakı kimi olur:

$$-\frac{dQ}{dt} = \frac{h}{\rho_1 c d} \theta l_n \theta = \frac{h}{\rho_1 c d} i, \quad (2)$$

burada  $\theta$  – temperatur, K;  $d$  – qaz mikroqatının qalınlığıdır,  $d$  üçün bezi çevirmələr alınmışdır [7, 9]:

$$d(t) = \frac{\rho_2 l}{\rho_1 C} C_1 (t_1 - t). \quad (3)$$

Temperatur fərqi bir-birinə yaxın olması, AQP çökməsinin azalmasına gətirib çıxara bilər. Bunun yoxlanılması üçün laboratoriyaya şəraitdəki qurğudan istifadə edilməklə eksperimentlər aparılmışdır (şəkil 4).



Şəkil 4. Eksperimental qurğunun sxemi:

1 – təzyiq mənbəyi; 2 – maye üçün tutum; 3 – müxtəlif diametrlili kapilyar borular ( $d = 4, 10, 16$  mm); 4 – manometr; 5 – təzyiq tənzimləyicisi; 6 – diferensial manometr; 7 – ultratermostat; 8 – ventily; 9 – birləşdirici borular; 10 – təzyiq kompensatoru; 11 – sərfölçən

Eksperimentlərdə tərkibində yüksək miqdarda AQP olan “Şirvanneft” NQÇİ-nin Kürsəngi neft yatağından götürülmüş neft istifadə olunmuşdur.

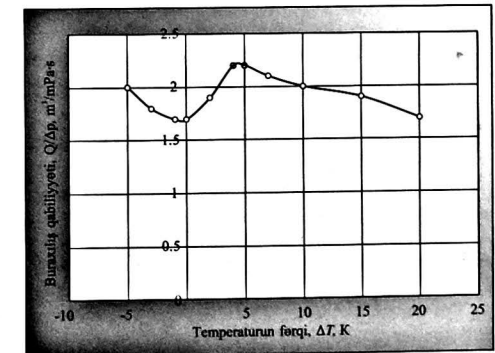
Təcrübə aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilmişdir. Tutum və boru Kürsəngi neft yatağından götürülüb, tərkibində qaz olan (qaz faktoru  $G = 0.3 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ) neft ilə doldurulmuşdur. Neftin xüsusi çəkisi  $901 \text{ kq}/\text{m}^3$ , kinematik özlülüyü  $0.285 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{s}$  olmuşdur. Eksperimental qurğuda temperatur xüsusi termostatlara tənzimlənmişdir.

Birinci təcrübədə qabdakı və borudakı neft ətraf mühit ( $T_1 = 293 \text{ K}$ ) temperaturu ilə eyniləşdirilir. Sonra termostat vasitəsilə borunun daxili temperaturu və ətraf mühit arasındakı temperatur fərqi (dəyişmə şərtlərini) saxlamaqla, nəql edilən neftin temperaturu dəyişdirilir. Bununla belə, neftin temperaturu  $T_1 = 283...313 \text{ K}$ , borunun xarici səth temperaturu isə (ətraf mühit)  $T_2 = 293 \text{ K}$  saxlanılır. Hər təcrübədə başlanğıc təzyiq ( $p = 0.3 \text{ MPa}$ ) və axma zamanı (1200 s) stabil saxlanılmaqla eyni şəraitdə borunun səth temperaturu

ilə axan neftin temperatur fərqi asılı sərfən və diferensial manometrlə qeyd olunmuş təzyiqlər fərqi dəyişməsinə nəzarət edilir. Təcrübələrdən alınmış nəticələr şəkil 5-də təqdim olunmuşdur.

Şəkil 5-dəki asılılıqdan görüldüyü kimi, boruda tədqiq olunan neft axımında minimal temperatur fərqi sərf maksimal qiymət almışdır.

Təcrübə araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, neft və ətraf mühit arasında temperaturun az dəyiş-



Şəkil 5. Buraxılış qabiliyyətinin temperatur fərqi asılılığı

Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, tərkibində AQP birləşmələri olan qeyri-Nyuton neftlərin nəqli zamanı boruda çökmələrin qarşısının

alınması üçün toxunma səthində qaz qatının yaradılması vacib şərtlərdəndir.

#### **Ədəbiyyat siyahısı**

1. Евдокимов И.Н., Елисеев Н.Ю. Особенности вязкого течения жидких сред со смолисто-асфальтеновыми веществами // Химия и технология топлив и масел, 1999, № 6, с. 32-34.
2. Panahov G.M., Abbasov E.M., Guseynov V.G., Museibli P.T. Regulation of pipeline transport of heterogeneous systems in condition of uncertainty of initial parameters // XXIX International Conference Problems of Decision Making under Uncertainties, Ukraine, 2017, pp. 97-98.
3. Черкасов Н.М., Гладких И.Ф., Филимонов В.А., Сергеев В.И. Опыт применения изоляционных покрытий на основе нефтеполимера асфалта для ремонта магистральных трубопроводов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело, 2010, № 1. URL: [ogbus.ru/files/ogbus/authors/Cherkasov/Cherkasov\\_1.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Cherkasov/Cherkasov_1.pdf).
4. Гужов А.И. Совместный сбор и транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1973, 280 с.
5. Пат. 110406 РФ. Устройство для предотвращения и ликвидации асфальтосмолопарафиновых и гидратных отложений в скважине / А.Х.Шахвердиев, Г.М.Панахов, Э.М.Аббасов, 2011, 3 с.
6. Доломатов М.Ю., Телин А.Г., Хисамутдинов Н.И., Исмагилов Т.А. Новый подход к направленному подбору растворителей асфальтосмолистых веществ // Нефтегазовые технологии, 2008, № 3, с. 63-67.
7. Ван-Штрален Дж.С. О механизме пузырькового кипения в бинарных смесях. Тепло- и массоперенос. – Минск: Наука и техника, т. 2, 1968, с. 219-242.
8. Глуценко В.Н., Юрпалов И.А. Параметр Гильдебранда в научно обоснованном подборе углеводородных растворителей асфальтосмоло-парафиновых отложений // Нефтяное хозяйство, 2007, № 9, с. 130-132.
9. Кутуков С.Е., Бахтизин Р.Н., Шаммазов А.М. Оценка влияния газового скопления на характеристику трубопровода // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело, 2003, № 1. URL: <http://ogbus.ru/authors/7.pdf>.

### **Разработка нового способа предотвращения образования асфальтосмолопарафиновых отложений при транспорте углеводородов**

**Г.М. Панахов, Э.М. Аббасов, Ш.З. Исмаилов, В.Г. Гусейнов**

Представлены результаты исследований по разработке методов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями при транспорте углеводородов.

Экспериментальные исследования показали, что в условиях поддержания определенного температурного режима между транспортируемой по трубам нефтью и окружающей средой (276–278 К), на границе контакта газожиждкой среды и стенкой трубы наблюдается непрерывное выделение газа и образование газового слоя.

Генерация такого слоя помогает предотвратить отложения на стенках труб асфальтосмолопарафиновых отложений и может служить эффективным способом повышения производительности функционирования трубопроводов.

**Ключевые слова:** адгезия, когезия, асфальтосмолопарафиновые отложения, термогидродинамические условия.

### **Development of a new method for prevention the reservoir of asphaltene sediments in hydrocarbons transportation**

**G.M. Panahov, E.M. Abbasov, Sh.Z. Ismaylov, V.G. Huseynov**

The article presents the results of research on the development of new methods to prevent asphaltene sediments while hydrocarbons transportation.

Experimental studies justified that under the maintenance of a specific temperature regime between the oil transported through the pipelines and the environment (276–278 K), continuous gas evolution and formation of a gas layer is observed in the boundary of gas-liquid flow and the pipe wall.

The generation of such a layer helps to prevent asphaltene sediments on the pipe walls and can serve as an effective method to improve the performance of the pipelines.

**Keywords:** adhesion, cohesion, asphaltene sediments, thermos-hydrodynamic conditions.