

UOT 61.65.91

A.H. RZAYEV, İ.Ə. NURİYEVA, S.F. BABAYEV

NEFT EMULSİYASININ DİSPERS TƏRKİBİNİN TƏYİN OLUNMASI ÜÇÜN RİYAZİ MODELLƏRİN İŞLƏNMƏSİ

Neft emulsiyasının kinetik və aqreqativ dayanıqlığına təsir edən əsas parametrləri nəzərə almaqla neft emulsiyasının dispers tərkibini təyin etmək üçün yeni riyazi modellər işlənmişdir. Qeyd olunmuşdur ki, bu modellər mövcud modellərə nəzərən təcrübi məlumatları daha dəqiq yazırlar.

Açar sözlər: neft emulsiyası, aqreqativ və kinetik dayanıqlıq, riyazi model, dispersiya tərkibi

1. Giriş. Məlumdur ki, neftçixarma sənayesi ardıcıl olaraq həyata keçirilən, lay təzyiqini saxlamaq üçün suyun laya vurulması, neftin layda süzülməsi, hasilatı, nəqli və satış üçün hazırlanması (susuzlaşdırılması, duzsuzlaşdırılması) proseslərindən və uyğun qurğulardan ibarətdir. Bütün bu sadalanan proseslər və onlarda yaranan qeyri-müəyyənliklər satış üçün hazırlanan neftin kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərinə birbaşa təsir edirlər. Belə ki, hasil olan neft, su və qaz qarışığı daraldıcı elementlərdən (diafraqmalardan, dərinlik nasosunun plünjer-silinder sistemindən və mərkəzdənqaçma nasosunun pərləri arasından) keçərkən neft emulsiyası əmələ gəlir və hasil olan neft qarışığının neftin hazırlanması qurğusuna (NHQ) qədər nəqli zamanı əmələ gəlmiş neft emulsiyasının (NE) köhnəlməsi prosesi baş verir. Bu zaman ərzində neftin tərkibində paylanmış su damcılarının üzərində asfaltenlərdən, süxur hissəciklərindən, dəmir sulfiddən, yüksək molekululu parafinlərdən və s. ibarət zireh qatı əmələ gəlir. Bu isə öz növbəsində NE dayanıqlı (aqreqativ və kinetik) olmasına, yəni onun müəyyən zaman ərzində suya və neftə ayrılma bilməməsi və yaxud ayrılma prosesinin zəif getməsinə səbəb olur.

Bu prosesi riyazi yazmaq üçün çoxlu üsullardan, o cümlədən, ikiqat elektrik təbəqəsi, solvat, B.V.Deryaginın çiv təzyiqi və mexaniki-struktur əngəl nəzəriyyələrindən istifadə olunur [1-3].

2. Məsələnin qoyuluşu. Aparılmış tədqiqatların nəticəsində aşkar olunmuşdur ki, NHQ-nun girişində nəql borusunda olan axında NE-nin tərkibində olan su damcılarının ölçüsünə görə paylanması sıxlığı və bu damcılarının çökdürücü aparatlarda (ÇA) sıxlaşdırılmış dinamik rejimdə çökdürülməsi NE-nin dayanıqlığını təmsil edən əsas parametrlərdir. Bu baxımdan bu parametrlərin ədədi qiymətlərinin təyin olunması üçün adekvat riyazi modellərin işlənməsi və alınmış modellərin NHQ-nun səmərəliliyinin artırılması üçün istifadə edilməsinə tövsiyyə olunması neftçixarma sənayesinin ən aktual problemlərindən biri olduğuna görə təqdim olunan məqalə bu problemin həllinə həsr olunub.

3. Həll üsulları. Aparılmış tədqiqatlar onu deməyə imkan verir ki, NE-nin dispers tərkibini və yaxud NE-nin tərkibində damcılar şəklində olan suyun bu damcılarının ölçülərinə görə paylanma sıxlığı yeganə integral parametr olaraq bütün endogen (daxili) və eksogen (xarici) faktorların, o cümlədən, damcılarının üzərində yaranan zireh qatının parçalanması (dağılması), su damcılarının nəql borusu axınında koalestensiyası və dağıdılması proseslərini özündə əks etdirir. Bu parametri, yəni NE-nin dispers tərkibini (DT) təyin etmək üçün yeni üsullar [3-6] işlənmişdir. Bu üsulların mahiyyəti ondan ibarətdir ki, mədən şəraitində axın xəttində ÇA-dan əvvəl nümunə götürülür və bu məqsəd üçün yaradılmış xüsusi konstruksiyalı dərəcələnməmiş qabda axın temperaturunda, zamana (τ) görə su damcılarının çökməsi nəticəsində ayrılan suyun miqdarı (W_s) qeyd olunur. Sonra bu alınmış məlumatlar hiperbolik asılılıqla approksimasiya olunur.

$$W = \frac{\tau}{a + b\tau} \quad (3.1)$$

burada a, b – empirik əmsallardır. Sonra Stoks qanunundan

$$\tau = \frac{h}{\frac{2g(\rho_s - \rho_n)r^2}{9\mu}} = \frac{s}{r^2} \quad (3.2)$$

və sedimentasiya nəzəriyyəsinə görə emulsiya olunmuş suyun damcılarının ölçüsünə görə paylanma sıxlığından (EOSDÖPS)

$$f(r) = -\frac{2\tau^2}{r} \frac{d^2(V_s)}{d\tau^2} \quad (3.3)$$

istifadə etməklə [6] işində paylanma sıxlığı aşağıdakı kimi alınmışdır.

$$f(r) = \frac{4ab(s^2\tau^3 + bs^3r)}{a^4r^8 + 4a^3bsr^6 + [2a^2b^2(s + s^2)r^2 + 4ab^3s^2r^2 + b^4s^2]} \quad (3.4)$$

burada h – çökmə zonasının hündürlüyü; r – damcının radiusu; ρ_s, ρ_n – uyğun olaraq suyun və neftin sıxlıqları; μ – neftin dinamik özlülüyü; g – sərbəstdüşmə təcilidir.

[2, s.27; 3, s.75; 4, s.671] işlərində isə Kolmoqorov-Hüseynov formulasından [7, s.851] istifadə etməklə EOSDÖPS belə ifadə olunmuşdur.

$$f(r) = -\frac{4ab}{S} \frac{\tau}{\left(a + \frac{b}{S}r^2\right)^3} \quad (3.5)$$

burada

$$a = \tau_m^2 \tau / \left[W_s \left(s \frac{\pi}{16} + \tau_m^2 \tau \right) \right]$$

$$b = \pi^2 s / \left[16 W_s \left(s \frac{\pi^2}{16} + \tau_m^2 \tau \right) \right]$$

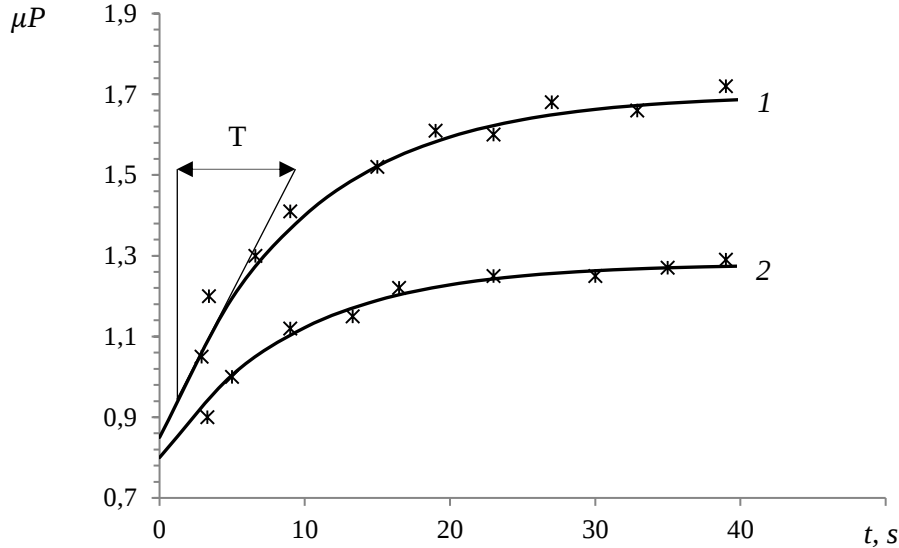
τ_m – damcılarının modal ölçüsüdür.

Lakin alınmış mühüm nəticələrə baxmayaraq, yuxarıda istinad olunan işlərdə NE-nin DT-ni təyin etmək üçün çökmə prosesində yalnız neftin özlülüyündən (μ_n) istifadə olunur. Əslində isə NE-nin DT-ni daha dəqiq təyin etmək üçün μ_n -lə yanaşı NE-nin və suyun özlülükləri də nəzərə alınmalıdır. Bu baxımdan məqalədə Stoks tənliyi əvəzinə onun modifikasiya olunmuş formulasından [2, s.28] istifadə olunur.

$$V_d = 1,5V_s(1 - W_f)^m \frac{\mu_f - (3\mu_f + 2\mu_m)(1 + K)^3 + 2(\mu_f + \mu_m)(1 + K)^3}{(3\mu_f + 2\mu_m)(1 + K)^3} \quad (3.6)$$

burada $K = 0,9185W_f^{-1/3}$; W_f – dispers fazanın NE-də həcm pay hissəsi; $m = 5/3 - 2,5$; V_s – Stoksa görə çökmə sürəti, μ_f, μ_m – su fazanın və neft mühitinin özlülükləri. Bu yanaşma onunla əsaslandırılır ki, zireh qatı ilə əhatə olunmuş su damcılarının hər birində su molekulları hidrogen əlaqəsi ilə birləşərək struktur (klaster) əmələ gətirir [9]. Bu cür suyun özlülüyü (μ_f) suyun normal şəraitdə olan özlülüyündən dəfələrlə (hətta 30 dəfəyə qədər) çox ola bilər və NE özünü suspenziya kolloid məhlulu kimi aparır. İkinci, hər bir su damcısını əhatə edən mühit xalis neftdən yox NE-dən ibarət olduğundan onun özlülüyü (μ_m) neftin özlülüyündən (μ_n) bir neçə dəfə çox ola bilər. Üçüncü, tərkibində çoxlu miqdarda (3-6%) asfaltenlər olan Nyuton qanununa tabe olmayan neftlər üçün μ_n -nin qiyməti Şəkil 1-də verilmiş təcrübi məlumatlardan (ulduzlu nöqtələrlə qeyd olunmuş) görünüyü kimi zaman keçdikcə artır [10]. Mədən şəraitində bu proses quyularda hasil olan NE-nin NHQ-a nəql edilən zaman ərzində baş verir. Belə ki, bir yandan NE boruda uzun məsafəni (20 km-ə

qədər) qət edən zaman ətraf mühitin təsirindən axının temperaturu getdikcə aşağı düşür, bu isə asfaltenlərin və yüksək molekululu parafinlər struktur (klaster) əmələ gətirməsinə, NE-nın köhnəlməsinə və su damcılarının üstündə zireh qatının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bütün bu proseslər nəticədə NE-nın kinetik (kiçik ölçülü damcıların sayının artması) və aqreqativ (zireh qatının möhkəmlənməsi) dayanıqlılığının artmasına səbəb olur.



Şəkl.1 Özlülüynün zamana görə dəyişməsi. Əyrilər (3.7) formulası ilə damcılar arasındakı məsafə 1-2,1; 2- 20,3 mkm vəziyyətləti üçün hesablanır

Şəkildə təsvir olunan neftlərin özlülüynünün zamana görə dəyişməsi asfaltenlərin struktur əmələ gətirməsi ilə izah olunur və aşağıda təklif etdiyimiz riyazi modellə adekvat (5% xəta ilə) yazılır (1 və 2 əyriləri).

$$\mu(t) = \mu_0 + (\mu_\infty - \mu_0)(1 - e^{-\frac{t}{T}}) \quad (3.7)$$

Burada $\mu(t)$ – özlülüynün t zaman anındakı qiyməti, P (1P(pyaz)=10Pa·san); μ_0 və μ_∞ uyğun olaraq özlülüynün dəyişməsi intervalının aşağı və yuxarı sərhəd qiymətləri; T – zaman sabiti olub, şəkildən göründüyü kimi, toxunan metodundan istifadə etməklə qiymətləndirilir, san.

Təklif etdiyimiz modelin identifikasiya qiymətləri aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 1

İdentifikasiya	μ_0	μ_∞	T
1 əyrisi üçün	0,85	1,7	9,6
2 əyrisi üçün	0,8	1,28	9

Şəkildən göründüyü kimi, NE-nın tərkibində suyun miqdarı artdıqca və damcıların ölçüsü kiçildikcə neftin özlülüynü əhəmiyyətli dərəcədə artır. Beləliklə, alınmış riyazi model (3.6) formulasına daxil olan μ_f -nin qiymətləndirilməsi üçün istifadə edilə bilər. Lakin alınmış bu model su damcılarının ölçüsünün özlülüynə təsirini nəzərə almır. Şəkildən göründüyü kimi, zamanın istənilən anında bu təsirlər böyük ədədi qiymətə malikdir (1 və 2 əyrilərini müqayisə et).

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq, NE-da olan suyun miqdarının və damcıların ölçülərinin NE-nın özlülüynünə təsirini nəzərə alan yeni identifikasiya olunmuş riyazi model işlənmişdir.

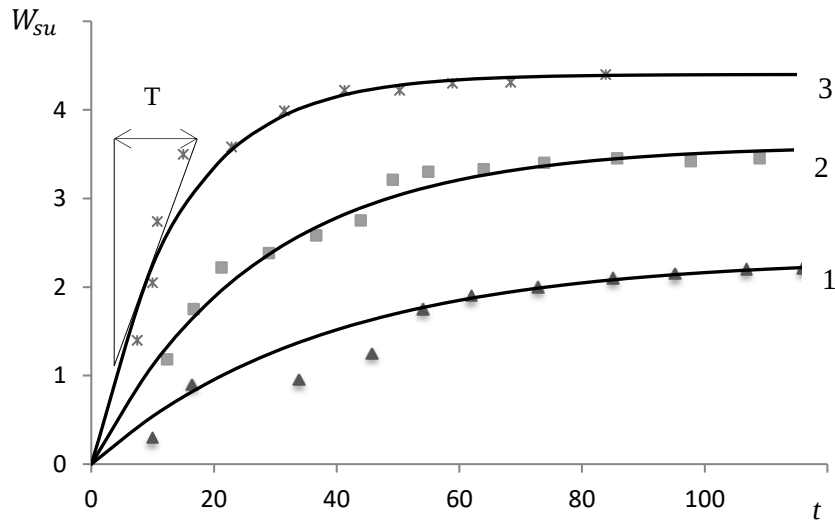
$$\mu_{NE} = \mu \left[1 + \left(1,81 + 6,14 \cdot \exp \left(\frac{l - \bar{l}}{l} \right)^2 \right) \frac{W_s}{\sqrt[3]{\frac{1}{W_s}} - 1} \right] \quad (3.8)$$

$$l = 0,805d \left(\sqrt[3]{\frac{1}{W_s}} - 1 \right); \bar{l} = 2h_z$$

Burada, l – damcılar arasında olan orta məsafə, mkm ; h_z – zireh qatının qalınlığı, mkm ; (3.8) formulasından göründüyü kimi, W_s -in müəyyən qiymətlərində (0,1-dən 0,7-yə qədər) μ_{NE} özünün maksimum qiymətini, $l = \bar{l} = 2h_z$ olanda alır. Bu zaman energetik maneə (çiv təzyiqi) də maksimal qiymət alır.

Alınmış (3.8) formulasının mövcud formulalardan üstünlüyü ondan ibarətdir ki, birinci, o, böyük dəqiqliklə (4,35% nisbi xəta ilə) [1, s.34] işində verilmiş təcrübi məlumatları aproksimasiya edir. İkinci, o, damcılarının ölçülərinin μ_{NE} -ya təsirini nəzərə alır. Üçüncü, o, bu təsir mexanizmini izah etməyə imkan verir. Beləliklə işlənmiş yeni riyazi model nəinki NE-nın DT-ni hesablanmasında, həmçinin, neft yataqlarının işlənməsində, neftin nəqli və hazırlanması proseslərində istifadə oluna bilər.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, aparılan araşdırmalar göstərir ki, neft emulsiyasının dispers tərkibi onun yeganə inteqral göstəricisidir. Başqa sözlə desək, baxılan halda neft emulsiyasının ÇA daxil olarkən nəql borusunda EOSDÖPS-nı təyin olunması vacib məsələ olub, ÇA-da çökmə prosesinə birbaşa təsir edir.



Şəkil.2. Təcrübədən götürülmüş nəticələrin aproksimasiya edilməsi. 1-T=38; 2-T=27; 3-T=14 qiymətlərində aproksimasiya edilmişdir

Bu çökmə nəticəsində alınmış təcrübi məlumatları aşağıdakı formula ilə approksimasiya etsək Şəkil 2-də verilmiş əyriyələri alarıq.

$$W_{su} = W_0 \left(1 - \exp \left(-\frac{t}{T} \right) \right) \quad (3.9)$$

Burada, t – çökmə zamanı; W_0 – təcrübənin başlanğıcında emulsiyanın tərkibində olan suyun miqdarı; T – zaman sabitidir. Qrafikdən göründüyü kimi, $t = \infty$ olarsa, eksperimental əyri yuxarıda $W = W_0$ xətti ilə məhdudlanacaqdır. Eksperimental əyrinin istənilən $t = t_{\infty}$ nöqtəsindən əyriyə

toxunan çəkək. Bu toxunanın $W = W_0$ xətti ilə kəsişmə nöqtəsi ilə $t = t_0$ xətti arasındakı məsafə T -yə bərabər olacaqdır. Yəni, T nə qədər böyük olarsa, sistem daha dayanıqlı olacaqdır. Deməli, T sistemin dayanıqlıq vəziyyətini xarakterizə edir, başqa sözlə desək, dayanıqlıq üçün Lyapunov göstəricisinin analoqudur.

t çökmə zamanı aşağıdakı formula ilə hesablanır.

$$t = \frac{H}{V_d} = \frac{3\eta H}{g(\rho_s - \rho_n)r^2(1 - W_f)^m L} \quad (3.10)$$

Burada,

$$L = \frac{\mu_f - (3\mu_f + 2\mu_m)(1 + K)^3 + 2(\mu_f + \mu_m)(1 + K)^3}{(3\mu_f + 2\mu_m)(1 + K)^3}$$

(3.9) düsturunu (3.3)-də və t üçün (3.10) münasibətini nəzərə alsaq, aşağıdakı asılılığı almış olarıq.

$$f(r) = \frac{18W_0H^2\eta^2}{T^2r^5g^2(\rho_s - \rho_n)^2L^2(1 - W_f)^{2m}} \exp\left(-\frac{3H\eta}{Tg(\rho_s - \rho_n)r^2L(1 - W_f)^m}\right) \quad (3.11)$$

4. Nəticə. Beləliklə, NE-da EOSDÖPS üçün NE-nın və suyun özlülülüklerini nəzərə alan (3.11) münasibətini almış olduq. Alınmış bu riyazi model ÇA-ın girişində nəql borusunda NE-nin DT-ni təyin etməyə imkan verir. NHQ-da istifadə olunması üçün tövsiyə olunur.

Ədəbiyyat

1. Позднышев Г.А. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий. -М.: Недра,1982. -221с.
2. Алиев Т.А., Гулуев Г.А., Рзаев А.Г., Юсифов И.Б. Математическое моделирование нанотехнологических процессов в подготовке нефти.//Нефтепереработка и нефтехимия - 2010, №4, с.26-29.
3. Рзаев А.Г. Научные основы расчета, проектирования и управления процессами разделения нефтяной эмульсии в нефтеподготовке и нефтепереработке: дис. ... докт. техн. наук. – Баку: ИТПХТ, 1994, с.75-77.
4. Рзаев А.Г. Методика определения плотности распределения эмульгированной воды по размерам капель. //Журнал прикладной химии – 1988. - №3, с.671-673.
5. G. Quliyev, A. Rzayev, F. Pashayev. Development of methods of determination of disperse composition of oil emulsion// The second International Conference “Problems of cybernetics and information” – Baku, Azerbaijan, September 10-12, 2008, pp.80-87.
6. Рзаев А.Г., Рагимова С.Н., Расулов С.Р., Аббасова И.А. Разработка системы контроля и управления процессами термохимической подготовки нефти// Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2013 - №12, с.38-41.
7. Гусейнов Ч.С., Асатурян А.Ш. Определение модального размера капель в двухфазном турбулентном потоке. // Журнал прикладной химии –1977, том 1, вып.4, с.848-852.
8. Келбалиев Г.И., Рзаев А.Г. и др. Осаждение частиц из концентрированного дисперсного потока // Инженерно-физический журнал, Том.61, №3, с.365-368, Сентябрь 1991.
9. Павлов Н.Н. Неорганическая химия. М.: Высшая школа – 1986. -336 с.
10. Морхасин И.Л. Физико-химическая механика нефтяного пласта. М.: Недра – 1973. – 214с.

A.H. Rzayev, I.A. Nuriyeva, S.F. Babayev

Development of mathematical models for determination of disperse composition of oil emulsion

Authors develop new mathematical models for determination of the disperse composition using the basic parameters affecting the kinetic and aggregate stability of oil emulsion, which, as was noted, describe the experimental data more precisely than the existing ones.

Keywords: oil emulsion, aggregate and kinetic stability, mathematical model, disperse composition

УДК 61.65.91

А.Г. Рзаев, И.А. Нуриева, С.Ф. Бабаев

Разработка математических моделей для определения дисперсного состава нефтяной эмульсии

С использованием основных параметров, влияющих на кинетическую и агрегативную устойчивости нефтяной эмульсии, разработаны новые математические модели определения дисперсного состава нефтяной эмульсии, которые, как было отмечено, более точно, чем существующие модели, описывают экспериментальные данные.

Ключевые слова: нефтяная эмульсия, агрегативная и кинетическая устойчивость, математическая модель, дисперсный состав

AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

Təqdim olunub 25.02.2016