

## Neftin hazırlığı prosesi üçün nəzarət-ölçmə və idarəetmə sisteminin işlənilməsi

Ab.H. Rzayev, t.e.d.<sup>1</sup>, M.M. İsayev, t.e.n.<sup>1</sup>,  
F.Ş. Ağayeva<sup>2</sup>, M.B. Məmmədova<sup>3</sup>,  
N.M. Xasayeva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>İdarəetmə Sistemləri İnstitutu,

<sup>2</sup>Sumqayıt Dövlət Universiteti,

<sup>3</sup>Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,

<sup>4</sup>Azərbaycan Texniki Universiteti

e-mail: mezahir@bk.ru

**Açar sözlər:** neft, maye, qarışıq, doza, ayırma, proses, hidrostatik təzyiq, ölçmə.

### Разработка контрольно-измерительных и управляющих систем для процесса подготовки нефти

Аб.Г. Рзаев, д.т.н.<sup>1</sup>, М.М. Исаев, к.т.н.<sup>1</sup>, Ф.Ш. Агаева<sup>2</sup>,  
М.Б. Мамедова<sup>3</sup>, Н.М. Хасаяева<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт систем управления,

<sup>2</sup>Сумгаитский государственный университет,

<sup>3</sup>Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,

<sup>4</sup>Азербайджанский технический университет

**Ключевые слова:** нефть, жидкость, смесь, дозировка, разделение, процесс, гидростатическое давление, измерение.

Рассмотрены разработка метода и автоматизированная система контроля и измерения значения параметров для повышения эффективности процесса разделения нефтяных смесей, добываемых из месторождений на примере товарной нефти и воды в начальной стадии подготовки. Получена обобщенная аналитическая формула для определения значений объема дозы в нефтяных смесях товарной нефти и воды, выражающих количественные и качественные характеристики товарной нефти и корреляцию между параметрами.

### Development of monitoring-measuring and control systems for oil preparation process

Ab.G. Rzayev, Dr. in Tech.Sc.<sup>1</sup>, M.M. Isayev, Cand. in Tech.Sc.<sup>1</sup>,  
F.Sh. Aghayeva<sup>2</sup>, M.B. Mammadova<sup>3</sup>, N.M. Khasayeva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Management Systems,

<sup>2</sup>Sumgait State University,

<sup>3</sup>Azerbaijan State Oil and Industry University,

<sup>4</sup>Azerbaijan Technical University

**Keywords:** oil, liquid, mixture, dosage, separation, process, hydrostatic pressure, measurement.

The paper reviews the development of method and automated control system, as well as the measurement of parameter values for efficiency increase of separation process of oil mixtures produced from the fields in the context of commercial oil and water in the initial preparation stage. Generalized analytical formula for the definition of capacity values in oil mixtures of commercial oil and water expressing quantitative and qualitative characteristics of commercial oil and correlation among parameters has been obtained.

### Giriş

Məlumdur ki, neft quyularından çıxarılan maye qarışığının ilkin hazırlıq mərhələsində əmtə neftinin lay sularından ayrılması və miqdarının təyini üçün müxtəlif üsul və qurğular mövcud olsa da bu prosesin səmərəli həlli hələ də problem olaraq qalmaqdadır. Bunun üçün bütün mərhələlərdə maye qarışığının tərkibində olan maddələrin miqdarına operativ nəzarət olunmalı və qiymətləri dəqiq təyin edilməlidir [1].

Hazırda neft hasilatı müəssisələrində istismar edilən qurğuların cəldliyi və ölçmə dəqiqliyi, eyni zamanda neftin ayrılması prosesində istifadə olunan üsul və texnologiyaların səviyyəsi xeyli aşağı olduğundan lay mayesindən ayrılan əmtə nefti, mədən suları və aralıqemulsiya təbəqəsinin miqdarına dəqiqliklə nəzarət etmək mümkün olmur və nəticədə texniki-iqtisadi göstəricilər xeyli aşağı düşür. Aralıqemulsiyanın orta sıxlığı dinamik dəyişən olduğundan ölçmə prosesində əlavə qeyri-dəqiqlik yaranır ki, bu da ölçmə xətasını artırır [1-5].

Bütün hallarda separatordakı maye qarışığı bir-cinsli, prosesin dinamik dəyişən, eyni zamanda ayrılma və çökmə prosesləri qeyri-müntəzəm və qeyri-müəyyən olduğundan məlum ölçmə üsul və vasitələrinin tətbiqindən alınmış nəticələr qənaətbəxş olmur. Neft mədənlərindən hasil olunan maye qarışığının ilkin hazırlığı mərhələsində onların tərkibindəki əmtə neftinin lay sularından ayrılması prosesinin səmərəliliyini yüksəltmək məqsədilə yeni nəzarət-ölçmə üsulu və sistemi işlənilmişdir.

Məlumdur ki, neft emulsiyasının əmtə nefti və su fazalarına tam ayrılması, eləcə də çökmənin tələb olunan səviyyəsinin təmini üçün çox vaxt sərf edilir. Bu səbəbdən ölçmələr arasındakı zaman artaraq xam neftin parametrlərinə nəzarəti çətinləşdirir və ayırma prosesinin səmərəliliyi aşağı düşür. Buna görə də qarışığın tərkibindəki lay sularının miqdarı əvvəlcədən təyin olunmalıdır [2, 3].

### Məsələnin qoyuluşu

Neft emulsiyası kinetik dayanıqlı olduğu üçün neft sərfinin (debitin) ölçülməsində böyük xəta yaranır və separatorun ölçmə tutumuna tərkibində xeyli miqdarda lay suları olan neft emulsiyası tökülür. Bir tam ölçmə dövründə suyun çökdürücü aparatın dibinə çökməsi prosesi başa çatır. Çünki su damcılarının normal çökməsi bir neçə gün davam edir və elə bu səbəbdən separatorun aşağı hissəsində su layının formalaşması başa çatmamış lay suları üçün olan tutum hissəsinə neft emulsiyasının dolma ehtimalı artır. Bu nöqsanları aradan qaldırmaq üçün neftin sudan ayrılması prosesində neft və suyun dozalarına yüksək ölçmə dəqiqliyi ilə operativ nəzarət təmin olunmalıdır.

Göründüyü kimi, real istismar şəraitində daha operativ və dəqiq ölçmə-ayırma qurğusunun (separatorun) işlənilməsinə və tətbiqinə ehtiyac var. Odur ki, məqalədə qarşıya qoyulmuş əsas məqsəd maye qarışıqlarının separatorun dibində yaratdıqları hidrostatik təzyiqlər fərqi testləşdirilmiş alqoritmlər əsasında SMART vericilərlə ölçmək və ölçmə dəqiqliyini yüksəltməkdir [3, 6-8]. Bunun üçün maye qarışığının tərkibinin analitik təyini həyata keçirilməli, əldə olunan qiymətlərdən sonrakı mərhələlərdə, ayrılmanın operativliyi və dəqiqliyinin yüksəldilməsində səmərəli istifadə olunmalıdır. Qeyd edilənlər avtomatlaşdırılmış nəzarət-ölçmə və idarəetmə sisteminin, eləcə də onun testləşdirilmiş alqoritminin işlənilməsi, real separator qurğusuna tətbiqlə tamamlanmalıdır.

### Həcm-çəki üsulu ilə məsələnin həlli

İlk növbədə separatordakı maye qarışığının tərkibində olan neft və su nisbəti təyin edilir. Bu zaman qarışığın ümumi miqdarı (çəkisi) onun tərkibində olan neft və suyun ayrı-ayrılıqda çəkirlərinin cəminə bərabər olacaq [2, 3]:

$$Q = Q_n + Q_s, \quad (1)$$

burada  $Q_n$ ,  $Q_s$  – uyğun olaraq qarışığın tərkibindəki neft və suyun miqdarıdır.

Maye qarışığının tərkibindəki neft və suyun çəkisi aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$Q_n = \frac{24V}{\tau} (1 - \alpha) \rho_n g, \quad (2)$$

$$Q_s = \frac{24V}{\tau} \alpha \rho_s g, \quad (3)$$

burada  $V$  – ölçmə tutumunun ümumi həcmi;  $\tau$  – ölçmə tutumunun dolma müddəti;  $\alpha$  – maye qarışığının tərkibindəki suyun miqdarını əks etdirən əmsal;  $\rho_n$ ,  $\rho_s$  – uyğun olaraq neft və suyun sıxlıqları,  $q/m^3$ ;  $g$  – sərbəstdüşmə təcildir,  $m/s^2$ .

Maye qarışığının ümumi miqdarı üçün aşağıdakı düsturu alırıq:

$$Q = \frac{24V}{\tau} (1 - \alpha) \rho_n g + \frac{24V}{\tau} \alpha \rho_s g = \frac{24V}{\tau} g [(1 - \alpha) \rho_n + \alpha \rho_s]. \quad (4)$$

Ayrılma prosesini sürətləndirmək, çökdürmə zamanını azaltmaq üçün (1) – (4) düsturlarından təyin olunmuş  $Q_n$  və  $Q_s$  və ya  $\alpha$ -nın qiymətlərinə uyğun olaraq axında maye qarışığına müvafiq miqdarda reagent əlavə etməklə prosesin idarə edilməsinin səmərəliliyi təmin olunur [3]. Bu zaman maye mühitinin cari temperaturu ölçülməlidir.

Göründüyü kimi, separatorun ümumi tutumu iki tutumun cəminə bərabərdir:

$$V = V_1 + V_2, \quad (5)$$

burada  $V_1$ ,  $V_2$  – kənar və daxili silindrik tutumların həcmi olub aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$V_1 = \pi(r_1 - r_2)^2 h_1 \quad (6)$$

$$V_2 = \pi r_2^2 h_2, \quad (7)$$

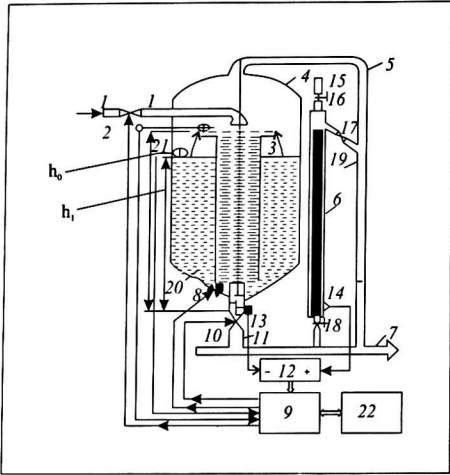
burada  $r_1$ ,  $r_2$  – uyğun olaraq ölçmə (20) və ayırma (3) tutumların daxili radiusları;  $h_1$ ,  $h_2$  – uyğun olaraq bu tutumlarda qərarlaşan maye qarışığının hündürlükləridir (şəkil).

Bu parametrlər hər iki tutumun həndəsi ölçülərinin və kalibrələmə cədvəlinin tərtibində istifadə olunur.

### Pyezometrik ölçmə üsulu ilə məsələnin həlli

Maye qarışığının miqdarını pyezometrik ölçmə üsulu ilə təyin etmək daha əlverişli hesab olunur. Bu zaman sıxlıq və temperaturun ölçülməsinə

ehtiyac qalır. Diferensial təzyiq vericisi əsasında hidrostatik təzyiqlərin ölçülməsi ilə avtomatlaşdırılmış nəzarət-ölçmə və idarəetmə sistemi (ANÖİS) işlənmişdir.



**Neft debitinin ölçülməsi üçün ANÖİS**

1 – kollektor; 2, 8, 10 – elektron ventily; 3 – ölçmə tutumu; 4 – separator; 5 – ayrılma qaz üçün çıxış kollektoru; 6 – şaquli boru; 7 – çıxış kollektoru; 9 – mikrokontroller; 11 – separatorun boşaldılması üçün çıxış kollektoru; 12 – diferensial təzyiq vericisi; 13 – maye qarışığı; 14 – antifriz; 15 – antifrizi daxil etmək üçün boru; 16 – ventily; 17 – antifrizin səviyyə məhdudlaşdırıcısı; 18 – antifrizi boşaltmaq üçün ventily; 19 – antifrizin artıq hissəsi üçün çıxış kollektoru 20 – ayırma tutumu; 21 – üzgəcliyə siqnallaşdırıcı vasitə; 22 – elektron hesablaşma maşını

Qurğunun strukturu və iş prinsipi belədir: neft quyularından çıxarılan maye qarışığı axın boruları vasitəsilə qrup ölçmə qurğusuna (QÖQ) toplanaraq quyuların məhsuldarlığı ölçülür. Bundan sonra ilkin ayırma qurğusuna (İAQ) – separatora ötürülür və çökmə üsulu ilə neftdən su ayrılır. Qeyd edildiyi kimi, çökmə (ayırma) müddətinin düzgün təyini neftin sudan ayrılması prosesinin səmərəli idarə olunmasında böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu göstərici əsasən tutumun ölçülərindən və ona daxil olan qarışığın kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərindən asılıdır.

Maye qarışığının tərkibinin analitik təyininə sonra həcm-çəki ölçmə üsulundan fərqli olaraq ölçmə tutumunun dibində yaratdığı hidrostatik təzyiqlə şaquli yerləşdirilmiş boruda sabit səviyyəli xüsusi antifrizin eyni səviyyədə yaratdığı hidrostatik təzyiqlər fərqi diferensial təzyiq vericisi ilə ölçülərək mayenin miqdarı təyin edilir.

Debiti yüksək dəqiqliklə ölçmək üçün xüsusi antifriz doldurulmuş şaquli borudakı sabit səviyyəli antifriz və ölçmə tutumu tam dolana kimi onda qərarlaşan maye qarışığının yaratdığı hid-

rostatik təzyiqlərin fərqi diferensial təzyiq vericisi (DTV) vasitəsilə yüksək dəqiqliklə ölçülür. Ölçmə başa çatdıqda ölçmə tutumundakı məlum maye miqdarı separatorun ayırma tutumuna boşaldılır və proses  $h_1$  və  $h_2$  səviyyələri bərabərləşənə kimi davam edir. Hər iki tutumda maye səviyyələrinin bərabərləşməsi üzgəcliyə siqnallaşdırıcı vasitəsilə həyata keçirilir.

Kiçik ölçmə diapazonuna və yüksək həssaslığa malik DTV testləşdirilmiş ölçmə əməliyyatları nəticəsində ölçmə tutumunda qərarlaşan mayenin miqdarı yüksək dəqiqliklə təyin edilir. Belə ki, xüsusi antifrizlə doldurulmuş şaquli borudakı (ŞB) sabit səviyyəli antifrizin və ölçmə tutumunda qərarlaşan maye qarışığının hidrostatik təzyiqlər fərqi DTV-də ölçülür, nəticə mikrokontroller vasitəsilə elektron hesablaşma maşınına (EHM) ötürülərək maye qarışığının miqdarı aşağıdakı ardıcılıqla təyin olunur.

**1. Təzyiqlər fərqi ölçülür:**

$$\Delta p = (\rho_a - \rho_m) g h_2, \quad (8)$$

burada  $\rho_a, \rho_m$  – uyğun olaraq antifrizin (sıxlığı məlumdur) və maye qarışığının sıxlıqlarıdır.

**2. Maye qarışığının sıxlığı təyin edilir:**

$$\rho_m = \alpha \rho_s + (1 - \alpha) \rho_r, \quad (9)$$

burada  $\alpha$  – maye qarışığının tərkibindəki suyun nisbətini (payını) əks etdirən ədəddir.

(7) ifadəsindən

$$\rho_m = \rho_s - \frac{\Delta p}{g h_2}, \quad (10)$$

**3. Təzyiqlər fərqi üçün aşağıdakı düsturu alırıq:**

$$\Delta p = [\rho_a - (\alpha \rho_s + (1 - \alpha) \rho_r)] g h_2. \quad (11)$$

4. Separatorda qərarlaşan maye qarışığının miqdarı aşağıdakı kimi təyin edilir: ölçmə tutumunda maye qarışığının dolması prosesi  $h_1 = h_2$  vəziyyətində başa çatmış hesab edilir, maye qarışığı və antifrizdə təzyiqlər fərqi ölçülür, DTV-nin çıxış siqnalının qiymətinə görə maye qarışığının miqdarı EHM-də təyin olunur. Bu zaman proses elə tənzimlənir ki, ölçmə tutumunda maye qarışığının daşib tökülməsi baş verməz, ölçmə tutumunun daxili və xarici divarları maye qarışığı ilə əhatə olunduğundan yan divarlar deformasiyaya məruz qalır və ölçmə tutumu etalon tutum rolunu oynayır.

Təklif olunan üsul və sistemin birgə istismarı nəticəsində neft quyularının debiti və maye qarışığının tərkibindəki suyun miqdarı  $\alpha$  təyin olunur. Uyğun çevirmə aparmaqla mayenin tərkibindəki suyun nisbi miqdarını təyin etmək üçün aşağıdakı analitik ifadəni alırıq:

$$\alpha = \frac{\rho_a - \rho_m - \frac{\Delta p}{g h_2}}{\rho_s - \rho_m}. \quad (12)$$

Burada əsas nəzarət parametrləri mayelərin yaratdıqları təzyiqlər fərqi  $\Delta p$ , onların sıxlıqları  $\rho_a, \rho_r, \rho_s$  və hündürlüyü  $h_2$  olduğu üçün prosesin gedişi zamanı qarışıq mayenin tərkibindəki və neftin miqdarını hesablaşmaq mümkün olur. Alınmış qiymətlər arasındakı nisbətə uyğun olaraq ayırma prosesinin müddəti müəyyən edilir, separatorun dolması və boşaldılması prosesləri tənzimlənir.

(1)–(4) və (12) düsturlarının birgə həlli nəticəsində neft quyularının debitini təyin etmək üçün aşağıdakı ifadə alınır:

$$Q_n = \frac{24V}{\tau} \left( 1 - \frac{\rho_a - \rho_m - \frac{\Delta p}{g h_2}}{\rho_s - \rho_m} \right) \rho_n g. \quad (13)$$

Şəkiləki ANÖİS-nin iş prinsipi aşağıda verilib.

Sistemin fəaliyyət alqoritmi EHM-ə yüklənir və fəaliyyət alqoritmi əsasında neft quyularından daxil olan maye qarışığı kollektordan elektron ventily (EV) açılmaqla ölçmə tutumuna dolur və dolmaya sərf olunan vaxt qeyd edilir. Dolma başa çatdıqda EV bağlanır və qərarlaşan maye qarışığının hidrostatik təzyiqi DTV ilə ölçülür. Ölçülən maye miqdarı EV vasitəsilə ayırma tutumuna boşaldılır və bağlanır. Yenidən EV açılaraq ölçmə tutumuna maye qarışığı dolur və proses dövrü olaraq  $h_1 = h_2$  vəziyyətinə kimi davam edir.

Hər dəfə ölçmə tutumunda qərarlaşan maye qarışığının hidrostatik təzyiqi DTV vasitəsilə ölçülərək onun kütləsi aşağıdakı düsturla təyin edilir [1–4, 8]:

$$M_{OT} = \frac{1}{g} \cdot p_{OT} \cdot F_{OT}, \quad (14)$$

burada  $F_{OT}, p_{OT}$  – uyğun olaraq ölçmə tutumunun

orta en kəşik sahəsi və maye qarışığının ölçmə tutumunun dibində yaratdığı hidrostatik təzyiqdir.

$M_{OT}$ -nin tərkibində olan su və neftin miqdarı yuxarıda verilmiş analogi hesablaşmalarla həyata keçirilir.

Separatorun dolması başa çatdıqdan sonra  $h_1 = h_2$  vəziyyətində EV açılır və maye qarışığı separatorun hər iki tutumundan kollektor vasitəsilə ayrılma qurğusuna boşaldılır.

Separatorun hər iki tutumu tam boşaldıqdan sonra yenidən EV açılır və kollektordan maye qarışığı ölçmə tutumuna dolmağa başlayır, proses dövrü olaraq təkrarlanır. Qeyd etmək lazımdır ki, bütün prosesə nəzarət DTV-nin çıxış siqnalının qiymətinə nəzarətlə həyata keçirilir.

Dövlərin sayına uyğun olaraq (13) və ya (14) düsturları vasitəsilə quyuların ümumi debiti, maye qarışığının tərkibindəki su və əmtəə neftinin miqdarı ayrı-ayrılıqda təyin edilmiş olur.

Beləliklə, alınmış analitik düsturların və ANÖİQ-nin köməyi ilə neft hasilatının və ayırma prosesinin əvvəlcədən qiymətləndirilməsi məlum olur və maye qarışığında suyun maksimum çökməsinin zamanı dəqiqləşir, avtomatlaşdırılmış nəzarət-ölçmə və idarəetmə həyata keçirilir.

Bütün ölçmə proseslərində sistemin metroloji xarakteristikasının yaxşılaşdırılması məqsədilə DTV-nin çevirmə xarakteristikasının qeyri-xəttiliyi identifikasiya olunur, ölçmə xətası avtomatik olaraq test siqnalının dəqiqliyinə yaxınlaşdıraraq dəfələrlə azaldılır, eyni zamanda vericilərin fasiləsiz avtomatlaşdırılmış kalibrəlməsi həyata keçirilir [2, 5, 6, 8].

**Nəticə**

1. Neft quyularından çıxarılan neftin ilkin həzirlilik mərhələsində onun miqdarının, tərkibindəki lay sularının və əmtəə neftinin miqdarının operativ təyini üçün analitik hesablaşma düsturları verilmişdir.

2. Maye qarışığının ayırma prosesinin səmərəliliyini yüksəltmək, qarışığın tərkibindəki neftin və lay sularının miqdarını ayrı-ayrılıqda dəqiq təyin etmək üçün avtomatlaşdırılmış, yüksək metroloji təminatla malik nəzarət-ölçmə və idarəetmə sistemi işlənmişdir.

**Ədəbiyyat siyahısı**

1. *Isayev M.M., Nazarov R.B.* Uçot qovşağında xam neftin tərkibində olan qatışıq maddələrin təyini algoritmi // Известия НАН Азербайджана. Серия физико-математических и технических наук, т. XXXII, 2012, № 3, с. 148-154.
2. *Евразийский патент № 027715 В1*, заявка №201600039. Способ и система автоматического регулирования уровня раздела фаз нефти и воды / Алиев Т.А., Аб.Г. Рзаев, Г.А. Гулиев, М.М. Исаев, С.Ф. Бабаев. 31.08.2017.
3. *Rzayev Ab.H., Isayev M.M.* Neftin ayrılması prosesinin nəzarət-ölçmə və idarəetmə sisteminin işlənilməsi // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Xəbərləri. Fizika-texnika və riyaziyyat elmləri seriyası, с. XXXVII, 2018, № 6, с. 53-57.
4. *Губайдулин Ф.Р. и др.* Методы стабилизации работы установок подготовки нефти // Нефтяное хозяйство, 2003, № 2, с. 66-68.
5. *Мирский В.И.* Система измерения количества и качества нефти с улучшенными показателями точности и надежности: дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Уфа, 2006, 175 с.
6. *Isayev M.M.* Ölçmə sistemlərinin dəqiqliyinin yüksəldilməsinin alqoritmik-test usulları. – Bakı: Elm, 2018, 206 s.
7. *Несоговоров А.М., Фролов Ю.А., Муфтахова В.Н., Буланов А.И.* Контроль количества и качества нефтепродуктов / под ред. В.Ф. Новоселова. – М.: Недра, 1994, 149 с.
8. *Isayev M.M.* Development of a universal automatic system and algorithm for calibrating oil tanks // Measurement Techniques, 2016, v. 59, № 6, pp. 623-627.

**References**

1. *Isayev M.M., Nazarov R.B.* Uchot qovshaghynda kham neftin terkibinde olan garyshyg maddelerin teyini algoritmi // Izvestiya NAN Azerbaydzhana. Seriya fiziko-matematicheskikh i tekhnicheskikh nauk, t. XXXII, 2012, No.3, pp. 148-154.
2. *Aliyev T.A., Rzayev Ab.Q., Guliyev G.A., Isayev M.M., Babayev S.F.* Sposob i sistema avtomaticheskogo regulirovania urovnya razdela faz nefiti i vody. Evraziyskiy patent, No.027715 B1, zayavka No. 201600039.
3. *Rzayev Ab.H., Isayev M.M.* Neftin ayrılması prosesinin nezaret-olchme ve idareetme sisteminin ishlenilmesi // Azerbaijan Milli Elmler Akademiyasynyn Xeberleri. Fizika-texnika ve riyaziyyat elmleri seriyasy, s. XXXVII, 2018, No.6, pp. 53-57.
4. *Gubaydulın F.R., i dr.* Metody stabilizatsii raboty ustanovok podgotovki nefiti // Neftyanoye khozyaystvo, 2003, No.2, pp. 66-68.
5. *Mirskiy V.I.* Sistema izmereniya kolichestva i kachestva nefiti s uluchshennymi pokazatelyami tochnosti i nadlejnosti: dis.na soisk.step.kand. tekhn.nauk, Ufa, 2006, 175 p.
6. *Isayev M.M.* Olchme sistemlərinin degiqliyinin yüksəldilməsinin alqoritmik-test usulları. – Bakı: Elm, 2018, 206 p.
7. *Nesogorov A.M., Frolov Yu.A., Muftakhova V.N., Bulanov A.I.* Kontrol kolichestva i kachestva nefteproduktov / pod red. V.F. Novoselova. – M.: Nedra, 1994, 149 p.
8. *Isayev M.M.* Development of a universal automatic system and algorithm for calibrating oil tanks // Measurement Techniques, 2016, v.59, No.6, pp. 623-627.