

Neftlərin nəqli zamanı xlor üzvi birləşmələrinin təyininə istifadə olunan ölçü vasitələrinin və avadanlıqların düzgün tətbiqinin vacibliyi

¹Nurullayev Vəli Xanağa oğlu ORCID 0000-0002-9608-600X

²Qurbanov Hüseyn Ramazan oğlu ORCID 0000-0003-0167-5707

³Qasımzadə Aysel Vəliyəddin qızı ORCID 0000-0002-5461-7677

⁴Əliyeva Qüdrət Məşədi qızı

Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin (SOCAR) neft kəmərlərinin idarəsi, Bakı, Azərbaycan, 1- tex.e.d.

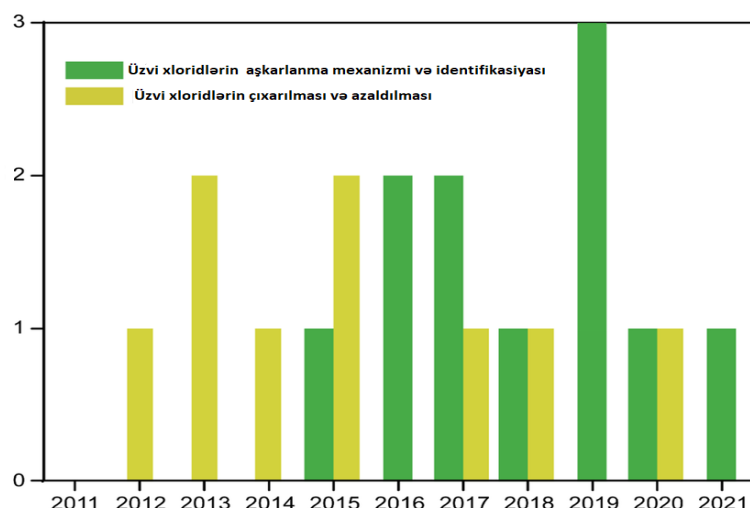
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, 2- professor, 3- dosent, M.Nagiyev adına Kataliz və Qeyri Üzvi Kimya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, 4-k.f.d., dosent

veliehet1973@mail.ru, ebikib@mail.ru, qasimzade92@inbox.ru, qudrataliyeva@gmail.com

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixçəsi Daxilolma tarixi: 09.12.2025 Düzəliş tarixi: 02.02.2026 Qəbulolunma tarixi: 03.03.2026	
Açar sözlər xlor üzvi birləşmələr, hidrotəmizləmə, riforminq, potensiometrik titrləmə, mikrokulonometr, rentgen flüorosensiya, xromatoqrafiya	Məqalədə xlorüzvi birləşmələr (XÜB) tərkibli neftlərin nəqli və emalı zamanı korroziyanın əsas mənbələrindən biri olduğu göstərilir və XÜB-in normadan artıq olmasının istehsalat, iqtisadi və ekoloji risklər yaratdığı vurğulanır. Bu məqsədlə XÜB-in idarə olunması, mənşəyinin təhlili və monitorinqinin düzgün təşkili üzrə müasir yanaşmalar təqdim edilir. Model neftlər üzərində buxar fazalı nümunə götürmə və qaz xromatoqrafiyası ilə aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, üsul neftin növündən və tərkibindən asılı olmayaraq XÜB-in sürətli aşkarlanmasına imkan verir. Düzgün tətbiq olunduqda bu yanaşma çirklənmiş neftin boru kəmərlərinə və emal zavodlarına daxil olmasının qarşısını vaxtında almağa şərait yaradır

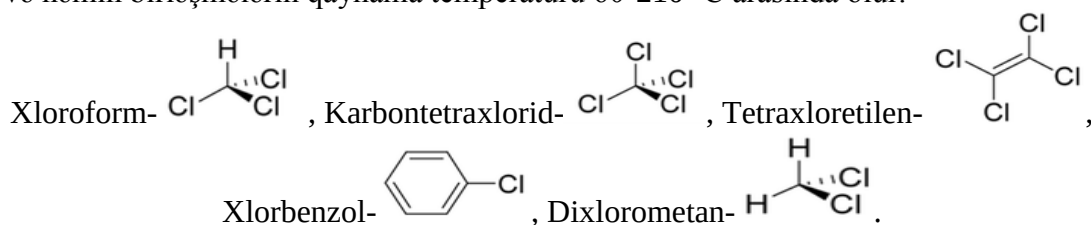
Giriş

Azərbaycanda və bir sıra digər neft nəql edən ölkələrdə xlorüzvi birləşmələrin (XÜB) boru kəmərlərinə və neft emalı zavodlarına daxil olması ciddi texnoloji və iqtisadi problemlərə səbəb olmuşdur. Bu vəziyyətin ən qabarıq nümunəsi 2019-cu ildə Rusiyanın “Drujba” boru kəmərinə baş verən hadisədir ki, XÜB-lərin yalnız hər on gündən bir analiz edilməsinə dair normativ tələblər böyük miqyaslı itkilərlə nəticələnmişdir [1]. Neft emalı zavodlarında XÜB-lər əsasən benzinin hidrogenlə təmizlənməsi mərhələsində hidrolizə uğrayaraq HCl və ammonium xlorid əmələ gətirir və bu maddələr xüsusilə hava ilə soyudulan qurğularda intensiv korroziyaya səbəb olur. XÜB-lərin qaynama temperaturlarının benzin fraksiyaları ilə üst-üstə düşməsi əsas zədələnmənin katalitik riforminq və izomerləşmə qurğularında baş verməsinə gətirib çıxarır və bəzi hallarda katalizatorların aktivliyinin itirilməsinə səbəb olur. Son onillikdə (2010–2025) aparılan tədqiqatlar göstərir ki, XÜB-lərin yaratdığı risklərin azaldılması onların çıxarılması, miqdarının azaldılması və aşkarlanma mexanizmlərinin təkmilləşdirilməsi ilə bağlı müxtəlif yanaşmaların inkişafını tələb edir (şəkil 1).

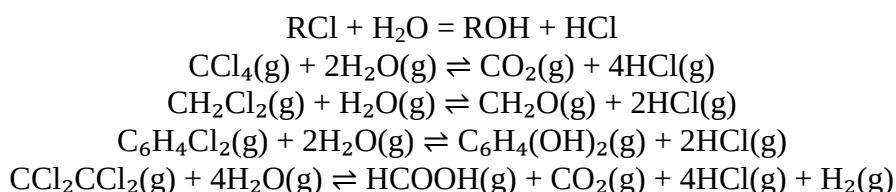


Şəkil 1. XÜB-lərin statik təhlili (2010–2025-ci illər, 1-normal, 2-riskli, 3-kritik hədd).

Tədqiqatlara əsasən neftdə olan XÜB-lərin komponentlərinin sxematik təsviri verilmiş ardıcılıqla dəyişir və həmin birləşmələrin qaynama temperaturu 60-210 °C arasında olur.



Neftdə mövcud olan xlorüzvi birləşmələrin (XÜB) hidrolizi nəticəsində korroziyaya səbəb ola bilən qaz fazalı HCl-in əmələ gəlmə mexanizmi aşağıdakı reaksiyaya uyğun olaraq həyata keçirilir:



Göstərilən reaksiyaların nəticəsindən görünürki proses vaxtında aşkarlanmasa qlobal təhlükələr yarana bilər.

Tədqiqatın metodikası

XÜB-lərin yaratdığı potensial təhlükələrin qarşısını almaq üçün onların təyini üzrə bir sıra üsullar və standartlar mövcuddur.

Potensiometrik titrləmə üsulu (argentometriya): Potensiometrik titrləmə üsulu (argentometriya) XÜB-lərin təyində ən geniş istifadə olunan metodlardan biridir və ГОСТ Р 52247-2004 (Metod A), ASTM D4929 (Metod A) və UOP 588 standartlarında təsvir olunduğu kimi, nümunənin qeyri-üzvi duzlardan təmizlənməsindən sonra üzvi xloridlərin dehalogenləşməsi və əmələ gələn xloridlərin titrlənməsi prinsipi ilə işləyir. Şüşə və gümüş/gümüş-xlorid elektrodlarına malik GT-200 titratoru bu standartlara tam uyğun olaraq həm manual, həm də avtomatik rejimdə yüksək dəqiqliklə neft və karbohidrogenlərdə üzvi xloridlərin təyini həyata keçirir.

Mikrokulonometrik titrləmə üsulu: XÜB-lərin ümumi miqdarını təyin edən mikrokulonometrik metod ГОСТ Р 52247-2004 (Metod B), ASTM D4929 (Metod B), UOP 910, ASTM D5808, UOP 779, EN 14077, ASTM D5194 və ASTM D7457 standartlarında təsvir olunur və ilkin distillə,

nümunənin yanması və mikrokulometrik titrləmə mərhələlərini əhatə etməklə yanaşı, MDC-210 və TOX-300 detektorlarında 0,05 ppm, NSX-2100 analizatorunda isə 0,01 ppm həssaslıqla təyinatı imkan verir ki, bu da standartlarda tələb olunan 1 ppm həddindən xeyli yüksək dəqiqlik deməkdir.

Rentgen flüorosensiya üsulu: Neftdə XÜB-lərin təyini üçün tətbiq olunan rentgen flüoresansiya üsulu ГОСТ P 52247-2004 (Metod B) və 2017-ci ildə ASTM D4929-a (Metod C) daxil edilmiş olub, Bregg difraksiya prinsipi ilə işləyən dalğa dispersiyalı spektrometriyanın müdaxilə edən amillərin olmaması səbəbindən yüksək dəqiqlik təmin etməsi ilə yanaşı, monoxromatik dispersiya prinsipi əsasında fəaliyyət göstərən CLORA 2XP analizatorunun XÜB-ləri 0,07 ppm-ə qədər təyin edərək mövcud standartların həssaslıq tələblərini üstələməsi və əlavə olaraq aşağı qatlılıq kükürdün analizində də istifadə olunması ilə xarakterizə olunur.

Konduktometrik detektorlaşma ilə ion xromatoqrafiya: ГОСТ P 57033-2016 və UOP 991-13 standartlarında təsvir olunan üsul neftdə üzvi halogenlərin iz miqdarlarının (0,1 ppm-ə qədər) təyini üçün istifadə olunur və Mitsubishi AQF-2100H sistemi həm üzvi xlor, həm də digər halogen və kükürd tərkibli birləşmələri etibarlı şəkildə müəyyən edə bilir. Rentgen flüoresansiya və konduktometrik detektorlu ion xromatoqrafiyası yüksək həssaslıqla müxtəlif tərkibli neftlərin təhlilinə imkan verdiyi halda, potensiometrik və mikrokulonometrik metodlar tərkibində halogenid və kükürdlü maddələr olan nümunələrə tətbiq oluna bilmir. Müşahidələr göstərir ki, benzin fraksiyasında XÜB-lərin 40–50 ppm olması nəql xətlərində 2–3 gün ərzində korroziya yarada və Samara–Belarus kəmərinə olduğu kimi milyon tonlarla neftin çirklənməsinə səbəb ola bilər. Hazırlanmış metod [5] XÜB-lərin real vaxtda monitorinqini və Henri qanununa əsaslanan buxar xromatoqrafiyası ilə xəttəxili analizi təmin edərək istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılmasına və müəssisələrin rəqəmsal transformasiyasına şərait yaradır [6].

Nəticələr və onların müzakirəsi

Neftin keyfiyyətinə nəzarətin avtomatlaşdırılması nümunə hazırlanması zamanı baş verə bilən sistemə itkiləri azaldır və XÜB-lərin təyininin dəqiqliyini artırır [7]. Bu məqsədlə tətbiq olunan SARA analizi qazsızlaşdırılmış neftin doymuş karbohidrogenlərə, aromatlara, qatranlara və asfaltenlərə ayrılmasına əsaslanır və Azərbaycanın qarışıq model neftləri üçün nəticələr Cədvəl 1-də göstərilmişdir [8].

Cədvəl 1.

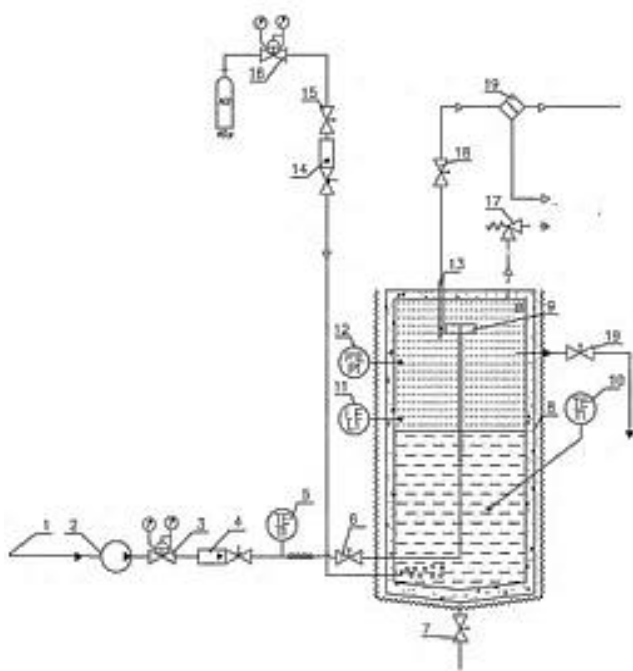
SARA analizinin nəticələri

Karbohidrogenlər	Azərbaycanın müxtəlif qarışıq nefti			
	№1	№2	№3	№4
q.b.–180 °C				
Neftə görə çıxım, %	0	16,7	16,5	18,5
Парафино-нафтен	–	92,5	90,2	92,0
Aromatik karbohidrogenlər:				
Monoaromatik	–	6,9	9,2	7,5
Biaromatik	–	0,6	0,6	0,5
180–350 °C				
Neftə görə çıxım, %	50,0	38,3	28,5	26,5
Парафин-нафтен	70,8	75,4	83,1	88,2
Aromatik karbohidrogenlər:				
Monoaromatik	10,7	13,3	8,5	7,1
Biaromatik	13,7	10,0	7,9	4,5
Poliaromatik	4,8	1,3	0,5	0,2
>350 °C				
Neftə görə çıxım, %	50,0	45,0	55,0	55,0
Парафин-нафтен	32,7	20,7	42,3	66,4
Aromatik karbohidrogenlər:				
Monoaromatik	11,5	11,9	10,0	9,9
Biaromatik	5,2	5,5	4,7	3,6

Poliaromatik	27,3	37,7	24,2	12,8
Neytral qatranlar	7,8	7,0	5,9	2,7
Turş qatranlar	11,5	12,8	9,5	4,0
Asfaltenlər	4,1	4,6	3,4	0,9
Neftə görə cəmi				
Parafin-naften	51,8	53,6	61,8	76,9
Aromatik karbohidrogenlər:				
Monoaromatik	11,1	11,6	9,4	8,7
Biaromatik	9,4	6,3	4,8	3,2
Poliaromatik	16,1	17,5	13,5	7,1
Neytral qatranlar	3,9	3,2	3,2	1,5
Turş qatranlar	5,8	5,8	5,2	2,2
Asfaltenlər	2,1	2,1	1,9	0,5

Nümunələrə əvvəlcədən məlum miqdarda XÜB əlavə edilmiş və daha sonra buxar fazalı nümunə götürmə qurğusundan istifadə olunaraq qaz xromatoqrafiyası ilə onların qatılığı müəyyən edilmişdir. Tədqiqatlar FOCT 33342–2015 və FOCT P 52247–2004 standartlarının tələblərinə uyğun olaraq B metoduna əsasən aparılmış, eyni zamanda 5–200 ppm diapazonunda müxtəlif XÜB konsentrasiyaları ilə təmiz nümunələrin müqayisəli analizi həyata keçirilmişdir. Prosesin iş prinsipi şəkil 2-də göstərildiyi kimi, neft nümunəsinin qızdırılmış xəttədən nümunə götürmə cihazına ötürülməsi və 20–150 °C temperaturda üzvi xlor, kükürd tərkibli birləşmələr və formaldehidin buxar fazasına keçməsi əsasında qurulmuşdur.

Nümunə götürmə cihazı komponentlərin buxar fazasına keçirilməsini təmin etmək üçün qızdırılan inert qazla işləyir və tarazlıq yarandıqda buxar analitik xromatoqrafın dozalayıcı dövrəsinə ötürülür. Buxar–maye nisbətinin 10–90% intervalında saxlanması və 20–150 °C-də termostatləşdirmə ölçmələrin dəqiqliyini artırır, dozalayıcı dövrəyə daxil olan 100 mkl–5 ml nümunə isə xromatoqrafik sütunlarda ayrılaraq detektorda qeydə alınır. Analizatorun kalibrənməsi sertifikatlaşdırılmış qarışıqlarla avtomatik həyata keçirilir və nəticələr 5–200 ppm diapazonunda aparılmış paralel xromatoqrafik və rentgen-flüoresans ölçmələri ilə FOCT 33342–2015-in B metodu üzrə müqayisədə yüksək dəqiqlik göstərmişdir. Sınaqlar göstərir ki, üsul neftin tərkibindən asılı olmayaraq XÜB-lərin birbaşa təyini təmin edir, yalnız 200 ppm-dən yüksək qatılıqlarda durulaşdırma tələb olunur və ilkin distillə və titrləmə mərhələlərinin aradan qaldırılması sayəsində istehsal proseslərində operativ monitoring üçün üstünlük yaradır.



Şəkil 2. Buxar fazalı nümunə götürən cihazdan istifadə edərək qaz xromatoqrafiyası metodunun sxemi.

Cədvəl 2.*Müxtəlif analiz üsullarının müqayisəli nəticələri*

XÜB	Atomar xlorə görə hesablanmış miqdarı, ppm				
	№1	№2	№3	№4	№5
	(5 ppm)	(10 ppm)	(20 ppm)	(50 ppm)	(200 ppm)
Karbon tetraxlorid	0,924	1,801	3,752	9,362	52,111
Trixloroetilen	0,130	0,134	0,143	0,174	0,413
Xloroform	0,330	0,456	0,733	1,455	5,746
Tetraxloretilen	0,047	0,099	0,194	0,433	2,054
1,1,1,2-Tetraxloroetan	0	0	0,032	0,068	0,310
Pentaxloreten	0	0	0,158	0,184	0,385
Heksaxloreten	0	0	0	0,136	0,187
1,1,2,2-Tetraxloreten	0	0	0	0	0,366
Cəmi	1,432	2,491	5,011	11,813	61,572
XÜB-lərin naftaya görə hesablanmış miqdarı.	4,50	7,33	15,73	45,34	309,46
XÜB-lərin naftada miqdarı. ГОСТ 33342–2015 görə	5	10	20	50	215
Dəqiqlik, % nisbət.	–9,98	–26,69	–21,35	–9,3	47,23

Cədvəl 3.*Neftin tərkibindən asılı olaraq XÜB-lərin təyini*

Neft nümunəsi	XÜB-lərin faktiki alınmış miqdarlarının nəticələri, ppm				
	5 ppm	10 ppm	50 ppm	100 ppm	500 ppm
№1	3,08	7,35	61,24	40,30	1158,18
№2	4,03	9,66	47,74	93,05	596,17
№3	4,40	9,66	47,74	93,05	596,17
№4	3,98	7,78	44,08	94,42	382,47

Azərbaycanın müxtəlif model neftlərinə 100 ppm XÜB əlavə edilməklə aparılan təhlillər göstərmişdir ki, nəticələr neftlərin qatran, asfalten və parafin tərkibindən formalaşan faza quruluşlarından asılı olaraq dəyişir. XÜB-lərin operativ aşkarlanması üçün CHROMOS şirkətinin hazırladığı onlayn analizator boru kəmərlərində və nasos stansiyalarında real vaxtda monitoring imkanını təmin edir və sahə sınaqları laboratoriya üsullarından daha yüksək dəqiqlik nümayiş etdirir [9].

Cədvəl 4.*Tərkibinə 100 ppm XÜB əlavə edilmiş 28 may nefti ilə qarışdırılmış neftlərin təhlili.*

Model neft nümunələri	Sıxlıq 20 °C, kq/m ³ ГОСТ 3900.	XÜB-lərin miqdarı, ppm×10 ⁻⁴ küt.% ASTMD 4929.	10/90- % nisbətində 100 ppm-li neft/təmiz neft XÜB-lərin miqdarı, ppm×10 ⁻⁴ küt.% ASTMD 4929.	Parafin kütə % ГОСТ 11851.	Qətran, kütə % Silkogelli qatran.	Asfaltenlər, kütə % ГОСТ 11858.
28 may	856,0	100	-	1,91	12,80	0,76
Balaxanı	876,0	0,9	9,3	0,31	7,6	0,01
Buzovna	991,6	0,8	8,1	0,88	10,8	0,13
Suraxanı	848,8	0,7	11,8	1,71	1,7	<0,01
Yuxarı Qala	868,3	0,9	7,4	0,28	5,1	<0,01
Aşağı Qala	880,0	0,6	9,8	0,35	3,4	0,08
Bibi-Heybət	877,5	0,6	10,9	0,54	5,9	0,11

Bibi-Heybət parafinli	887,0	0,7	13,6	1,10	11,3	0,17
Binəqədi	902,7	0,5	8,7	0,68	9,1	0,08
Muradxanlı	876,8	0,6	14,6	5,71	18,3	4,82
Qaradağ parafinli	848,6	0,4	15,4	5,98	4,3	0,12
Qaradağ yağlı	904,0	0,7	11,3	1,34	9,7	0,02
Neft Daşları	887,0	0,4	9,7	1,65	11,6	0,54
Günəşli	861,0	0,9	10,1	0,43	6,8	0,59
Çıraq	862,5	0,8	10,4	0,38	5,7	1,9

Axın müddətində avtomatik olaraq neftdə mövcud olan XÜB-lərin 0,1 –10 ppm intervalında miqdarının təyin etmək imkanına malikdir (cədvəl-5).

Cədvəl 5.

CHROMOS-un təklif etdiyi üsulla XÜB-ləri avtomatik alına bilən nəticələri

Kompound Tərkibi	Həd (ppm)	Yüksək həd (ppm)
Karbon tetraxlorid	0,1 – 5	10
Xloroform	0,1 – 5	10
Dixlorometan	0,1 – 5	10
1,2-Dixloroetan	0,1 – 5	10
Trixloroetilen	0,1 – 5	10
Tetraxloretilen	0,1 – 5	10
1,1,1,2-Tetraxloroetan	0,1 – 5	10
1,1,2,2-Tetraxloretan	0,1 – 5	10
Pentaxloroetan	0,1 – 5	10
Heksaxloroetan	0,1 – 5	10

Dozalayıcı üsulla etibarlı ölçmə yalnız proses sabit temperatur və müəyyən olunmuş həcmdə aparıldıqda mümkündür; axınlı buxar fazalı nümunə götürmə zamanı isə komponentlərin tam tarazlığa keçməsi üçün vaxt çatmadığından dəqiq məlumat əldə etmək olmur və arbitraj analizləri üçün nöqtəvi toplum üsulu daha məqsədəuyğun hesab edilir [10]. Buxar fazalı analiz boru xəttində real vaxtda XÜB monitorinqinə imkan verir, korroziya riski yaradan hallar barədə operativ qərar verməyi təmin edir və qəbul–təhvil proseslərində XÜB mənbəyinin avtomatik identifikasiyasını mümkün edir. Onlayn xromatoqrafın kalibrlənməsinin avtomatik olması və ölçmələrin insan faktorundan asılı olmaması üsulu daha etibarlı edir və CHROMOS sisteminin laboratoriya analizlərinə nisbətən yüksək dəqiqlik və iqtisadi üstünlük göstərdiyi qeyd olunur [11]. Bununla belə, ilkin mərhələlərdə eyni cinsli neftlər üçün laboratoriya analizləri ilə paralel müqayisə tələb olunur və nəql zamanı yaranan problemlərin qarşısını almağın ən effektiv yollarından biri XÜB-lərin miqdarının düzgün monitorinqi və qrup tərkibinə uyğun seçilmiş kimyəvi reagentlərdən istifadədir [12].

Ədəbiyyat

- [1]. Хлор поставили на место // Российская газета. Спецвыпуск №159(7917), 2019.
- [2]. Зорина, С. «Газпром нефть» разрабатывает безопасную технологию производства алкилата // <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2015-october/1109599/>
- [3]. ГОСТ Р 52247–2004. Нефть. Методы определения хлорорганических соединений.
- [4]. ГОСТ 33342–2015. Нефть. Методы определения органического хлора.
- [5]. Пат. 2745752 (РФ).

- [6]. Санникова, А. Л. Исследование факторов, влияющих на точность определения содержания органических хлоридов в нефти / А.Л.Санникова, О.С.Татьянина, С.Н.Судыкин [и др.] // Сборник научных трудов ТатНИПИнефть, –2016, –с.237–241.
- [7]. Синёв, А.В. Образование легколетучих хлорорганических соединений при первичной перегонке нефти в результате разложения химических реагентов, содержащих соли четвертичных аммониевых соединений / А.В.Синёв, Т.В.Девяшин, А.М.Кунакова [и др.] // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти, №4(14), –2019, –с.63–69.
- [8]. Сафина, И.Р. Применение метода SARA-анализа для характеристики нефтяных дисперсных систем / И.Р.Сафина, Д.А.Ибрагимова, Э.А.Яушев [и др.] // Вестник Казанского технологического университета, №24, –2014, –с.212–213.
- [9]. Коренев, В.В. Определение хлорорганических соединений в нефтях различного состава хроматографическим методом с использованием парофазного пробоотборного устройства / В.В.Коренев, О.В.Жданев, В.П.Ломин [и др.] // Технологии нефти и газа, №5, –2021, –с.53–58.
- [10]. Nurullayev, V.X. Xlor üzvi birləşmələrin Azərbaycan neftlərinin keyfiyyətinə təsirinin tədqiqi / V.X.Nurullayev, B.T.Usubəliyev // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, №3, –2020, s.64–72.
- [11]. Nurullayev, V.X. Neftlərin nəqli zamanı xlor üzvi birləşmələrə nəzarətin aparılmasının zəruriliyi / V.X.Nurullayev, H.R.Qurbanov, A.V.Qasimzadə // Azərbaycan neft təsərrüfatı, №11, –2020, –s.49–54.
- [12]. Левченко, Д.Н. Необходимость удаления из нефти коррозионноагрессивных солей // Химия и технология топлив и масел, №6, –1981, –с.43–44.

Summary

The importance of proper application of measuring instruments and equipment used in the determination of organochlorine compounds during the transportation of oils.

Nurullayev V.H., Qurbanov G.R., Gasimzade A.V., Aliyeva G.M.

Keywords: organochlorine compounds, hydrotreating, reforming, potentiometric titration, microcoulometer, X-ray fluorescence, chromatography

The article examines oils containing organic chlorine compounds (OCCs), which are a major cause of corrosion during transportation and processing, and whose excess levels pose significant production, economic, and environmental risks. Modern approaches for managing OCCs, identifying their origin, implementing mitigation strategies, and ensuring proper monitoring are proposed. Studies on model oils (paraffinic, asphaltene–naphthenic, and tar-containing) using gas chromatography with a vapor-phase sampler demonstrate that OCCs can be reliably and rapidly detected regardless of oil type or composition. Proper application of this method enables timely prevention of contaminated oil entering pipelines and refineries.

Резюме

Важность правильного применения измерительных приборов и оборудования, используемых при определении хлорорганических соединений при транспортировке нефти.

Нуруллаев В. Х. Гурбанов Г. Р., Гасымзаде А. В., Алиева Г. М.

Ключевые слова: хлорорганические соединения, гидроочистка, риформинг, потенциометрическое титрование, микрокулометрия, рентгенофлуоресценция, хроматография

Статья посвящена проблеме коррозии, возникающей при транспортировке и переработке нефти, содержащей хлорорганические соединения (ХОС), которые при превышении норм создают производственные, экономические и экологические риски. В работе предложены современные подходы к управлению ХОС, анализу их происхождения, снижению их содержания и организации эффективного мониторинга. Исследования, выполненные на модельных нефтях (парафинистых, асфальтено-нафтеновых и смолосодержащих) методом газовой хроматографии с использованием парофазного пробоотборника, показали возможность определения ХОС независимо от типа и состава нефти, а также их экспрессного обнаружения. Корректное применение метода позволяет своевременно предотвращать попадание загрязнённой нефти в трубопроводы и на нефтеперерабатывающие заводы.