

# Neftin ilkin emalı qurğusunda gedən qeyri-xətti proseslərin təhlili və benzin fraksiyasının xassələrinin hesablanması

M.M. Əsədov, k.e.d.<sup>1</sup>, E.N. Əliyev, t.ü.f.d.<sup>2</sup>,  
T.S. Abbasova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kataliz və Qeyri-Üzvi Kimya İnstitutu,

<sup>2</sup>"Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və Kimya" ETİ

e-mail: mirasadov@gmail.com

**Açar sözlər:** neftin ilkin emalı, atmosfer bloku, qeyri-xətti proqramlaşdırma modeli, benzin fraksiyasının xarakteristikaları.

DOI.10.37474/0365-8554/2020-3-44-47

**Анализ нелинейных процессов, протекающих в первичной нефтеперерабатывающей установке и расчет свойств бензиновой фракции**

M.M. Асадов, д.х.н.<sup>1</sup>, Э.Н. Алиев, д.ф.т.н.<sup>2</sup>, Т.С. Аббасова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт катализа и неорганической химии,

<sup>2</sup>НИИ "Геотехнологические проблемы нефти, газа и Химия"

**Ключевые слова:** первичная обработка нефти, атмосферный блок, модель нелинейного программирования, характеристики бензиновой фракции.

Проанализирован режим работы атмосферного блока электропреснительной установки первичной переработки нефти (ЭЛОУ-АВТ-6). Для нелинейных процессов выбрана модель программирования. Разработан алгоритм расчета оптимальных режимов работы атмосферного блока. Процессы, протекающие в атмосферном блоке установки рассматривали как нелинейные задачи. Для решения нелинейной задачи использовали градиентный способ и метод оптимизации. При выборе шага движения и условий ограничения в градиентном методе использовали экспериментальные данные бензиновой фракции. Составлены математическая модель процесса и алгоритм управления. Исходные параметры расчета были взяты из эксперимента. С учётом ограничений для выхода бензиновой фракции определено оптимальное значение, которое составляет 34.67 %. В лабораторных условиях определены начальные температуры кипения фракций бензина. Согласно техническому условию, точка кипения бензиновой фракции должна составлять 40–60 °С, из расчётно-экспериментальных данных получается 70 °С. Кроме того, температура кипения фракций должна заканчиваться между 180–190 °С, из расчётно-экспериментальных данных получено 180 °С.

Neft məhsullarının keyfiyyətinin yüksəldilməsi məqsədilə onun göstəricilərinin müasir standartların tələbləri səviyyəsinə uyğunlaşdırılması neft emalı sənayesi qarşısında duran önəmli məsələlərdən biridir. Yanacaq-enerji resurslarına tələbatın artdığına görə neftin ilkin emalı qurğularında emalın dərinliyinin artırılması, neft məhsullarının keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılması, enerji xərclərinin azaldılması yolu ilə onların iqtisadi səmərəliliyinin artırılması əhəmiyyətli məsələdir.

Texnoloji prosesdə parametrlərin (temperatur, maddə və enerji sərfi, təmizlik dərəcəsi, təzyiq və s.) verilmiş sabit qiymətlərdə saxlanması vacibdir.

**Analysis of non-linear processes in the primary processing unit and calculation of gasoline fraction properties**

M.M. Asadov, Dr. in Ch. Sc.<sup>1</sup>, E.N. Aliev, Ph. Dr. in Tech. Sc.<sup>2</sup>,  
T.S. Abbasova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry,

<sup>2</sup>"Geotechnological problems of Oil, Gas and Chemistry" SRI

**Keywords:** primary oil processes, atmospheric block, non-linear programming model, gasoline fraction characteristics.

The paper analyzes the operation of atmospheric block of electric demineralization unit in the primary oil processing (ELOU-AVT-6). For the linear processes a programming model has been selected. A calculation algorithm of the block's optimum operation modes has been developed. The processes proceeding in the atmospheric block of the unit were reviewed as non-linear tasks. For solution of non-linear task were used a gradient and optimization methods. For selection of motion step and limitation conditions in the gradient method were used the experimental data on the gasoline fraction. A mathematical model and control algorithm have been developed. The calculation input parameters were generated from the experiment. Considering the limitations for the gasoline fraction yield, the optimum value in 34.67 % has been specified. The initial boiling temperatures for gasoline fractions have been defined in the laboratory conditions. According to the technical conditions, the boiling point of gasoline fraction should be equal to 40-60 °C, the value obtained from the calculation-experimental data is 70 °C. Moreover, the fractions boiling temperature should be end in the interval of 180-190 °C, from the calculation-experimental data it is 180 °C.

Lakin bu, heç də həmişə məhsulun lazım olan keyfiyyətdə alınmasını təmin etmir. Buna görə texnoloji prosesdən alınan məhsulun keyfiyyət göstəricilərinin ardıcıl olaraq ölçülməsinə zərurət yaranır. Texnoloji kəmiyyətlərin ölçülməsi avtomatlaşdırma sistemlərinin qurulması üçün də vacibdir. Tərkibində neft məhsulları olan sistemlərin göstəricilərinin təyin edilməsi üçün proqramlaşdırma üsulundan istifadə etmək məqsəduyğundur [1].

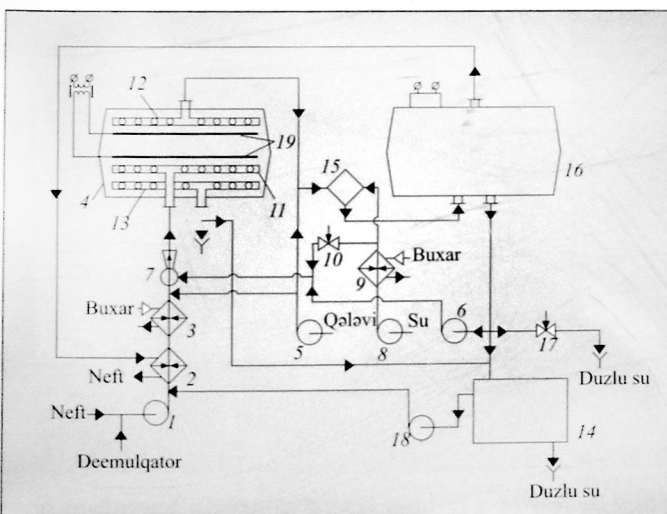
Neftin ilkin emalının elektrik duzsuzlaşdırılması qurğusunun (ELOU-AVT-6) atmosfer blokunun texnoloji göstəricilərinin idarə olunması

üçün adaptasiya modellərinin tətbiq edilmiş üsulu verilmişdir [2]. ELOU-AVT-6 qurğusunun atmosfer bloku üçün texnoloji göstəricilər hesablanmışdır. Neftin ilkin emalı texnoloji prosesləri üçün nəzarət oluna bilməyən parametrlərin dəyişməsi xətti quruluşlu riyazi modellərlə təsvir edilmişdir. Lakin neftin ilkin emalı qurğusunda gedən proseslər qeyri-xətti olan modellərlə də ifadə olunur [3, 4]. Bu halda prosesə qoyulan məhdudiyətlər, məqsədli funksiya və ya hər ikisi ilə qeyri-xətti tənliliklərlə ifadə olunur [5–7].

Bu işdə neftin ilkin emalı qurğusunun atmosfer blokunda gedən proses tədqiq edilmişdir. Neft emalının əsas prosesi atmosfer ilə distillədir (atmosfer borusu – AT), burada yanacaq fraksiyaları (benzin, təmiz kerosin, reaktiv və dizel yanacağı) və mazut ayrılıb götürülür. Mazut yanacaq kimi və ya dərin emal üçün xammal kimi tətbiq edilir. Atmosfer distilləsindən alınan yanacaq fraksiyaları bunlara məruz qalır: heteroatomlu birləşmələrin hidrotəmizlənməsi, benzinin katalitik riforminqi ilə onun keyfiyyətini artırmaq və fərdi aromatik karbohidrogenlərin əldə edilməsi – neft kimyasının xammallarını (benzol, toluol, ksilol və s.) almaq.

Mazutdan vakuum qovulması ilə qurğunun vakuum borusunda qazoylun geniş fraksiyası (350–500 °C) əldə edilir. Bu da katalitik krekinq və hidrokrekinq qurğuları üçün xammaldır. Burada əsasən, motor yanacaq komponentləri və ya dar distillə yağ fraksiyaları alınır ki, onlar da daha sonra təmizlənmə proseslərinə (selektiv təmizlənmə, parafinsizləşdirmə və s.) göndərilir. Vakuum distilləsinin qalıqları – qudron – əlavə motor yağlarının alınması, neft koksu, yol və tikinti bitumunun və yaxud qazan yanacağına tərkib hissəsi kimi əldə edilməsi üçün zəruridir.

Neftləri işləyərkən, adətən aşağıdakı fraksiyalar alınır: benzin q.b. (qaynama başlanğıcı) 140–180 °C,



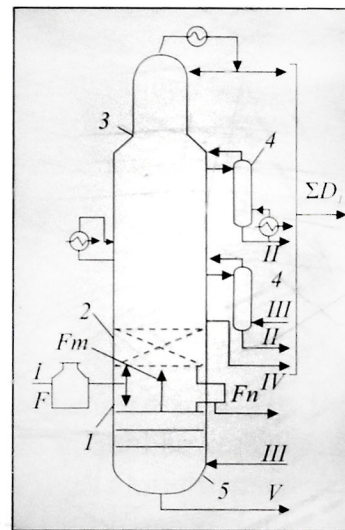
Şəkil 1. ELOU qurğusunun prinsipli texnoloji sxemi

kerosin 140–240 °C, dizel 240–350 °C, vakuum distillatı (qazoyl) 350–500 °C və ya vakuum yağı fraksiyaları 350–500, 400–450, 450–500 °C, ağır qalıq > 500 °C – qudron.

Şəkil 1-də ELOU qurğusunun texnoloji sxemi verilmişdir. Qurğuda birinci mərhələdə neftdən 95–98 % duzlar və 75–80 % duzlu su çıxarılır, ikincidə isə qalan duzların 90 %-dən çoxunu və qalan suyun 60–65 %-ni aradan qaldırmaq mümkündür. Suyun və yüngül neft fraksiyalarının buxarlanmasının qarşısını almaq üçün elektrodhidrator 1.0–1.8 MPa təzyiq altında işləyir. Neftin temperaturu 110–160 °C arasında olur. Elektrodlar arasında gərginlik 22–44 kV götürülür.

ELOU qurğusunda duzların və suyun çıxarılmasından sonra hazırlanan neft distillə fraksiyalarına, mazut və qudrona ayrılması üçün ilkin qovulma qurğusuna daxil olur. Nəticədə yaranan fraksiyalar və qalıqlar, əmtəə neft məhsulları üçün qoyulan texniki şərt və tələblərə cavab vermir. Neft emalının dərinləşməsi üçün atmosfer sütunu qurğularında AVT əldə edilmiş məhsullar ikinci proseslərin xammalı kimi istifadə olunur. Şəkil 2-də neftin qovulması üçün atmosfer blokunun sxemi verilmişdir.

Neft və mazutun distilləsi atmosfer təzyiqi və vakuumda xammalı maksimum temperatura uyğun dərəcədə qızdırmaqla həyata keçirilir və yüngül fraksiyalar su buxarı ilə işlənir. Qovulmuş mürəkkəb tərkibli qalıqlar distillə fraksiyalarına ayrılır. Bundan əlavə xammalın buxarlandırılması ilə fazaların bir-birindən ayrılması da tələb olunur. Praktikada



Şəkil 2. Neftin qovulması üçün atmosfer sütununun sxemi:

1 – enerji üçün güc bölməsi; 2 – ayırma bölməsi; 3 – texnoloji mürəkkəb quruluşlu sütun; 4 – yan buxarlandırıcı bölmələr; 5 – alt buxarlandırıcı bölmə; sxemdəki xətlər: I – neft; II – distillə fraksiyaları; III – su buxarı; IV – qaralıqlaşdırılmış məhsul; V – mazut; VI – qudron; VII – su; F – axının gücü; Fn, Fm və ΣD – fleqma və buxar axını miqdarı

buxar axını ilə damlacıqların uçuculuğunun qarşısını almaq üçün qaytarıcı elementlər quraşdırılır.

Neft, qaz-kondensat və qazların emal proseslərinin təsnifatına görə istehsal üçün texnoloji proseslər iki qrupa ayrılır: fiziki və kimyəvi. Fiziki (kütlə mübadiləsi) proseslər zamanı neftin tərkib hissələrinə (yanacaq və neft fraksiyaları) ayrılmasına nail olunur. Bu zaman neft fraksiyalarından neft qalıqları, yağ fraksiyaları, qaz kondensatı və gözlənilməyən qaz komponentləri (politsiklik aromatik asfaltenlər, gecəriyən parafinlər), doymamış karbohidrogenlər çıxarılır.

Kütlə mübadiləsi növü üzrə aşağıdakı fiziki proseslər gedir: qravitasiya (ELOU qurğusunda); rektifikasiya; ekstraksiya (deasfaltlaşdırma, selektiv təmizləmə, kristallaşma ilə parafinsizləşdirmə); adsorbsiya (seolit ilə parafinsizləşdirmə, təmasla təmizləmə); absorbsiya (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>-dən təmizlənmə).

ELOU AVT-6 qurğusunun atmosfer blokunda yuxarıda baxılan texnoloji məsələ çoxmeyarlıdır. Onun həlli üçün qeyri-xətti proqramlaşdırmadan istifadə edilmişdir. Benzin və liqroin fraksiyalarının keyfiyyət göstəriciləri laboratoriya təcrübələri ilə təyin olunur. Məsələn, fraksiyaların qaynama temperaturunun ölçülməsi üçün Engler cihazından istifadə edilmişdir. Neft məhsullarının fraksiya tərkibinin ayrılması müəyyən edilmiş temperaturda DYUCT-139263 üzrə aparılmışdır.

Qeyri-xətti proqramlaşdırma üsulu kimi qradyent üsulu və optimallaşdırma metodundan istifadə edilmişdir. Qradyent üsulunda hərəkət addımının seçilməsi vacibdir. Əgər addımı kiçik götürsək, bu artıq hesablamalar tələb edəcək, böyük götürdükdə isə optimuma yaxınlaşmaq çətin olacaq. Aşağıda riyazi modelin və idarəetmə alqoritminin işlənməsi məsələsinin həllinin mahiyyəti verilmişdir. Hər bir  $x_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) dəyişəni üzrə addımın qiyməti ilkin nöqtədə xüsusi törəmələrin qiymətinə görə aşağıdakı tənliklə hesablanır:

$$\Delta x_i = K \frac{\partial F}{\partial x_i} / \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial F}{\partial x_i} \right)^2}, \quad (1)$$

burada  $x_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) – giriş parametrləri;  $K$  – sabit əmsal olub, hesablama addımının ölçüsünü təyin edir;  $n$  – giriş parametrlərinin sayı;  $F$  – məqsədli funksiya. Xətti funksiyalar üçün qradyent istiqaməti vəziyyətdən asılı deyil.

Funksiya ümumi halda xətti şəkildədirsə, onun xüsusi törəmələrini aşağıdakı kimi yazaq:

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = B_1, \frac{\partial F}{\partial x_2} = B_2, \dots, \frac{\partial F}{\partial x_n} = B_n, \quad (2)$$

burada  $B$  – qarşılıqlı təsir əmsalıdır.

Qeyri-xətti funksiyalarda qradyent vektorunun istiqaməti hesabladığımız nöqtədən asılıdır. ELOU AVT-6 qurğusunun atmosfer blokunun optimizasiya məsələsinin həlli üçün ən tez enmə üsulundan istifadə olunur. Məhdudiyyət şərtlərini nəzərə alıqda ən tez enmə üsulunda əvvəlcə məqsədli funksiyanın bütün arqumentlərə görə xüsusi törəmələri tapılır. Xüsusi törəmələrin qiymətini xətti modellər üçün yazaq

$$\frac{\partial y}{\partial x_i} = B_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

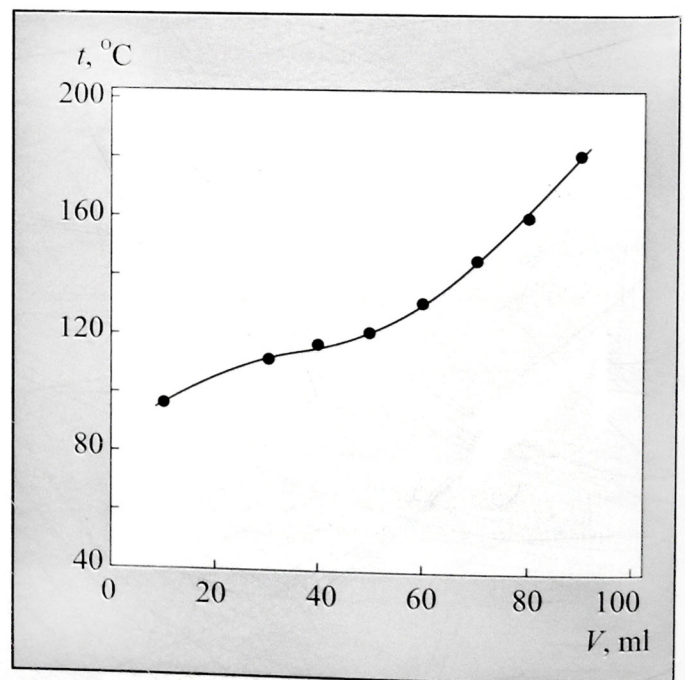
Qeyri-xətti modellər üçün tənlik aşağıdakı kimidir:

$$\frac{\partial y}{\partial x_i} = 2K_{ii}x_i + \sum_{j=1}^k K_{ij}x_j, \quad i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Məqsədli funksiyanın ekstremum qiymətini tapmaq üçün ilkin nöqtələr kimi parametrlərin obyektədən gələn real qiymətlərini götürmək lazımdır. Bu funksiyanın bazis nöqtələrində aldığı qiymətlərə əsasən hərəkət istiqaməti seçilir. Funksiyanın yeni qiyməti arqumentlərin hərəkət istiqamətində uyğun addımlarla dəyişdirməklə təyin edilir. Sonuncu parametrlərin dəyişmə addımı operator-texnoloq tərəfindən verilir. Növbəti parametrlərin dəyişdirilmə addımı aşağıdakı düsturdan tapılır:

$$\Delta x_i = \frac{\partial y}{\partial x_i} / \frac{\partial y}{\partial x_{i+1}} \cdot (\Delta x_{i+1}) \quad (5)$$

Funksiya mümkün dəyişmə oblastında ekstremum qiymət alıqda və arqumentlər dəyişmə



Şəkil 3. Neftin ayrılmış fraksiyalarının həcmindən qaynama temperaturundan asılılığı

sərhəndə olduqda optimallaşdırma məsələsi bitmiş sayılır. Başqa sözlə optimal rejim seçildikdə məqsədli məhsulların miqdarı tələb edilən keyfiyyət göstəricilərinə cavab verməklə maksimum olmalıdır. Optimallaşdırma məsələsi tətbiqi proqram paketindən istifadə etməklə həll edilmişdir. Benzin fraksiyası üçün təcrübənin nəticələri şəkil 3-də göstərilib.

Hesablama üçün seçilmiş giriş parametrlərinin (xammalın kütləsi, sərfi, texnoloji sütunun

yuxarisında, aşağısında və çıxış temperaturları) optimal qiymətləri təcrübədən götürülmüşdür. Bu parametrlər üçün məhdudiyət şərtləri seçilmiş və uyğun funksiyalar (benzinin kütləsi, qaynama başlanğıcı (40–60 °C), qaynama temperaturunun sonu (180–190 °C), çıxımı (optimal qiymət 34.67)) hesablanmışdır.

*Bu iş Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin (SOCAR) qismən dəstəyi ilə yerinə yetirilmişdir (layihə № 12LR – AMEA).*

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Солодовников В.В., Шрамко Л.С. Расчет и проектирование аналитических самонастраивающихся систем с эталонными моделями. – М.: Машиностроение, 2003, 160 с.
2. Səfərova A.A., Əsədov M.M. Neftin ilkin emalı texnoloji qurğusunun atmosfer blokunun riyazi modellərinin adaptasiyası // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2018, № 9, s. 62-66.
3. Əsədov M.M., Abbasova T.S., Əliyev E.N. Neftin ilkin emalında qeyri-xətti proqramlaşdırma üsulu ilə keyfiyyət göstəricilərinin hesablanması // "Ölçmə və keyfiyyət: problemlər, perspektivlər" mövzusunda Beynəlxalq elmi-texniki konfransın materialları, AzTU, Bakı, Azərbaycan, 21-23 noyabr, 2018, s. 87-89.
4. Asadov M.M., Abbasova T.S., Aliyev E.N. Determination of parameters of oil products' systems by nonlinear programming method // Modern problems of innovative technologies in oil and gas production and applied mathematics. Proc. of the Inter. Conf. dedicated to the 90th anniversary of acad. Azad Mirzajanzade. ANAS, ASOIU, Baku, Dec. 13-14, 2018, pp. 316-317.
5. Sioshansi R., Conejo A.J. Optimization in Engineering: Models and Algorithms. Springer. International Publishing, 2017, 422 p.
6. Rassias T.M., Floudas C.A., Butenko S. Editors. Optimization in Science and Engineering. Springer Science+Business Media, New York, 2014, 611 p.
7. Cottle R.W., Thapa M.N. Linear and Nonlinear Optimization. Springer-Verlag, New York, 2017, 644 p.

#### References

1. Solodovnikov V.V., Shramko L.S. Raschyot i proyektirovanie analiticheskikh samonastravayushchikhsya sistem s etalonnymi modelyami. – M.: Mashinostroenie, 2003, 160 s.
2. Səfərova A.A., Əsədov M.M. Neftin ilkin emaly texnologzhi qurghusunun atmosfer blokunun riyazi modellerinin adaptasiyası // Azerbaijan neft təsərrüfatı, 2018, No 9, s. 62-66.
3. Asadov M.M., Abbasova T.S., Aliyev E.N. Neftin ilkin emalynda geiri-khetti programlashdyrma usulu ile keifiyyet gosterijilerinin hesablanmasy // "Olchme ve keifiyyet: problemler, perspektivler" movzusunda Beinelxalg elmi-tekhniki konfransyn materiallary, AzTU, Bakı, Azerbaijan, 21-23 noyabr, 2018, s. 87-89.
4. Asadov M.M., Abbasova T.S., Aliyev E.N. Determination of parameters of oil products' systems by nonlinear programming method // Modern problems of innovative technologies in oil and gas production and applied mathematics. Proc. of the Inter. Conf. dedicated to the 90th anniversary of acad. Azad Mirzajanzade. ANAS, ASOIU, Baku, Dec. 13-14, 2018, pp. 316-317.
5. Sioshansi R., Conejo A.J. Optimization in Engineering: Models and Algorithms. Springer. International Publishing, 2017, 422 p.
6. Rassias T.M., Floudas C.A., Butenko S. Editors. Optimization in Science and Engineering. Springer Science+Business Media, New York, 2014, 611 p.
7. Cottle R.W., Thapa M.N. Linear and Nonlinear Optimization. Springer-Verlag, New York, 2017, 644 p.