

TEXNİKA ELMLƏRİ

TECHNICAL SCIENCES

DOI: <https://www.doi.org/10.36719/2789-6919/07/25-28>

Elvin Ramin oğlu Hacıbalayev,
Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası,
magistrant
ehacibalayev@inbox.ru

QAZLARIN TƏZYİQ VƏ TEMPERATURDA DİNAMİKİ ÖZLÜLÜYÜ

Xülasə

Məqalədə Maye və qazlarda özlülük anlayışı, təzyiq və temperaturun dəyişməsinin prosesə təsiri, təbii qazın özlülüyünün təzyiq və temperaturdan asılılığı, laboratoriya tədqiqatlarını əsas götürərək, kiçik kvadratlar metodu vasitəsilə analiz aparılmış və empirik tənlik əldə edilmişdir. Korrelyasiya əmsalının verilmiş qiymətində xəta təyin olunmuşdur.

Açar sözlər: qaz, özlülük, təzyiq, temperatur, laboratoriya tədqiqatları

Elvin Ramin Hajibalayev

DYNAMIC VISCOSITY OF GASES AT TEMPERATURE AND PRESSURE

Abstract

The following issues are considered in the article: The concept of viscosity in liquids and gases; The effect of pressure and temperature changes on the process; Dependence of viscosity of natural gas on pressure and temperature; Based on laboratory studies, the analysis was performed using the small squares method and an empirical equation was obtained. Determining the error in a given value of the correlation coefficient.

Keywords: gas, viscosity, pressure, temperature, laboratory researches.

Giriş. Qazlar birləşmə halı zəif və dağınıq, eyni zamanda onları idarə edən təzyiq və temperatur şəraitindən çox asılı olan maddələr və ya birləşmələrdir. Bunlar bəlkə də bütün kainatda plazmadan sonra ikinci ən çox yayılmış maddə formasıdır. Yerdə ekzosferdən troposferə və nəfəs aldığımız havaya qədər qazlar atmosfer qatlarını təşkil edir. Bir qaz, səma kimi böyük fəzalara yayılarda görünməyə də, buludların hərəkəti, dəyirmanın bıçaqlarının dönməsi və ya soyuq iqlimdə ağzımızdan nəfəs alan buxarlarla aşkar edilir.

Eynilə, mənfi ətraf mühit aspektlərinə gedərkən, nəqliyyat vasitələrinin işlənmiş borularından çıxan qara tüstülərdə, fabrikələrdə yerləşən qüllələrin tüstü sütunlarında və ya meşə yanarkən qaldırılan tüstülərdə müşahidə olunur.

Qazların müşahidə olunduğu yerdə, planetdəki əsas qaz mənbəyi (səthi) birbaşa havadan düzəldilmədikdə və ya mənimsənilmədikdə, bu deməkdir ki, burada kimyəvi reaksiya var. İstilik artdıqca, bütün maddələr (kimyəvi elementlər) dəmir, qızıl və gümüş kimi metallar da daxil olmaqla qazlara çevriləcəkdir. Qazların kimyəvi təbiətindən asılı olmayaraq, hamısı müəyyən bir həcmdə və ya boşluqda xaotik və özbaşına hərəkət edən hissəciklərini (atomları, molekulları, ionları və s.) ayıran böyük məsafəni ortaq şəkildə bölüşürlər. Qazların fiziki xüsusiyyətləri hansı maddə və ya qarışıqdan olmasından asılı olaraq dəyişir. Qazlar ya kükürd tərkibinə görə, ya da uçucu aminlərin mövcudluğuna görə xalq arasında pis qoxu və ya çürümə ilə əlaqələndirilir. Eynilə, onları qorxudan və pis bir əlamət verən yaşıl, qəhvəyi və ya sarımtıl rənglərlə rəngləndirirlər.

Bununla birlikdə, əksər qazlar əslində rəngsiz və qoxusuzdur. Tutulmaz olsalar da, dəridə hiss olunur və hərəkətə müqavimət göstərir, hətta cəsədlərdə özlərindən keçən təyyarələrdə özlü qatlar yaradırlar.

Bütün qazlar təzyiq və ya temperatur dəyişikliyinə məruz qalaraq nəticədə öz mayelərinə çevrilə bilər; yəni kondensasiya (soyudulursa) və ya mayələşmə ("sıxılmışsa") baş verir [6].

Texnikanın elə bir sahəsi yoxdur ki, orada təbii qazdan istifadə olunmasın. Kimya, gəmiqayırma, neftçixarma və başqa sahələrdə təbii qazdan istifadə olunur. Bu qazın bir çox xassələri ilə ifadə oluna bilər. Ona görə də sıxlığın, xüsusi çəkinin, dinamik və kinematik özlülüynün təyin olunması praktiki cəhətdən əsas məsələlərdən biridir.

Bildiyimiz kimi mayələrdə olduğu kimi qazlarda da hərəkət zamanı özlülük anlayışı özünün göstərir. Özlülük borunun divarı və ya təbəqələr arasında yaranır və bu da öz növbəsində sürtünmənin yaranmasına səbəb olur.

Qazların özlülüynü təzyiq və temperaturdan asılıdır. Tədqiqatlar göstərir ki, bu asılılıq qazın fiziki xassələri ilə çox əlaqədardır. Aparılan təcrübələr əsasında qeyd etmək olur ki, bu asılılıq mürəkkəb xüsusiyyətə malikdir. Təbii qazların dinamik özlülüynü və ya daxili sürtünmə qüvvəsi sıx sürətdə təzyiq və temperaturdan asılıdır. Praktiki məsələləri həll etmək üçün özlülüynün temperatur və təzyiqdən asılılığını bilmək lazımdır [Altschul A.G. 1998, s.313].

Bu parametrin mahiyyəti molekulyar qüvvələrlə bağlıdır. Bu özünün maye və qazın qonşu təbəqələrinin bir-birinə nisbətən yerdəyişməsi nəticəsində yaranır. Qeyd edək ki, qazın bir təbəqəsi qonşu təbəqədən sürətlə hərəkət edərsə, onda onların görüş səthində molekulların yerdəyişməsi baş verir. Beləliklə, təbəqələr arasında hərəkət enerjisinin bir-birinə ötürülməsi baş verir. Bu əsasən hərəkətlərin sayının cəminin vahid zamanda daxili sürtünmə qüvvəsinin ölçüsü ilə müəyyən edilir, bu da özlülüynü ifadə edir [Amix D., Base D., Whiting R. 1962, s.402].

Nyuton qanununa görə bu daxili sürtünmə qüvvəsi, yəni bu qüvvə təbəqələrin bir-birinə nisbətən hərəkəti zamanı yaranır və bu nisbi hərəkət sürəti təbəqələrin yerdəyişməsi və onların görüş səthinin böyüklüyü ilə düz mütənasibdir. Qeyd etmək lazımdır ki, sıxılmayan qazlar üçün bu qüvvə xarici təsirdən, qüvvədən asılıdır. [Izhevsk Q.A., 2015, s.278]

Baxılan işdə qazın özlülüynü təzyiq və temperaturdan asılı olaraq təyin olunur və bu asılılıqlara əsasən qeyd etmək olar ki, təzyiq artdıqca daxili sürtünmə əmsalı artır. Deməli texniki hesabatda özlülüynün bu parametrlərdən asılılığını nəzərə almaq aktual bir məsələ kimi mühəndis qarşısında durur.

Özlülük təbii qaza və mayeyə xarakterik olan amillərdən biridir. Özlülük maye və qazların layda, nasos və kompressor boru-kəmərlərində nəql edilməsində, suxurların məsamələrində hərəkəti zamanı xüsusi əhəmiyyətli olan parametrlərdən biridir. Özlülük yaxud qazlarda yarana daxili sürtünmə qüvvəsi molekulların hərəkəti zamanı bir-birinə müqavimət göstərməsindən meydana çıxan parametrdir. Ədəbiyyatda qazların bu xassələri göstərilmişdir. Lakin bildiyimiz kimi layda qazın təzyiqi və temperaturu böyük olur. Ona görə də bir çox parametrlərin təzyiqi və temperaturdan asılılığı praktikada özünü göstərir.

Laboratoriya tədqiqatları göstərir ki, bir çox hallarda təzyiq və temperaturun dəyişməsi bir çox parametrlərin dəyişməsi həm prosesə, həm də texniki hesabatlara təsir göstərir. Bu hesabatlara əsasən qazın sərfi və təzyiqlər fərqi kəskin dəyişir.

Aparılan hesabatlar göstərir ki, özlülüynün təzyiq və temperaturdan dəyişməsi qaza dinamik proseslərə təsir göstərir. Hesabatı asanlaşdırmaq məqsədi ilə gətirilmiş təzyiq və gətirilmiş temperatur anlayışından istifadə etmək məqsədə uyğundur.

Ədəbiyyatda külli miqdarda laboratoriya tədqiqatları var. Bu məlumatları toplayıb, riyazi üsullarla analiz edib, təbii qazın dinamik özlülüynünün temperatur və təzyiqdən asılılığı verilmişdir. Mayələrdə olduğu kimi qazlarda özlülük anlayışına malikdirlər. Fərz edək ki, bir-birindən müəyyən məsafədə yerləşən iki müstəvi lövhələrin arasında qaz yerləşir. Qəbul edək ki, çox böyük olmayan qüvvənin təsiri altında lövhələrin biri hərəkət edir. Bu zaman lövhələr müəyyən sürətdə hərəkət edir. Lövhəyə toxunan qaz qatı başqa sürət ilə hərəkət edir. Qaz təbəqələri arasında molekulların xotik hərəkəti və qarşılıqlı cazibə qüvvəsinin təsiri ilə yaranan daxili sürtünmə nəticəsində üst təbəqə ilə birlikdə hərəkətə qoşulur. Lakin təbəqələr arasında sürtülər arası fərq yaranır, yəni alt təbəqə üst təbəqənin hərəkətini dayandırmaya cəhd edir. Bunun nəticəsində üst təbəqənin sürəti alt təbəqənin sürətindən çox olur. Belə təbəqələr arasında laminar hərəkət yaranır. Göstərilən hərəkət zamanı əks istiqamətə yönəlmiş sürtünmə qüvvəsi

nəticəsində hərəkət edən lövhədən uzaqlaşdıqca qaz molekullarının sürəti azalır və tərpənməz lövhədə olan qazın sürəti sıfır olur.

Qaz dairəvi boruda axarkən laminar rejimdə hərəkət edən qaz molekulların en kəsik boyunca radiusdan asılı olaraq sürətin paylanması parabolik qanunla verilir. Göstərilən halda boru divarında toxunan qaz molekullarının sürəti sıfır bərabər olur, borunun mərkəzində isə sürət maksimum olur [Idelchuk Q.A. 2013, s. 618]

Bir-birinə çox yaxın olan qaz təbəqələrinin arasında məsafəni (dx) u (dr) işarə etsək onda təbəqələr arasında sürətin azalmasını (du) ifadə edək. Onda hesabatda sürət qradienti anlayışını daxil etmək olar. Onda göstərmək olar ki, qaz təbəqələrinin hərəkətində sürət qradienti sürüşmə deformasiyasının sürətinə bərabər olur. Hesabatı aparmaq üçün hər hansı bir nöqtələr arasında qazın həcmi nəzərdən keçirək. Təbəqələrin müxtəlif sürətlə hərəkət etdiyini nəzərə almaqla qazlar həcmi deformasiyaya uğrayır. Onda kiçik bucaq üçün yazmaq olur ki, $d\varphi = \text{tg}(d\varphi) = \frac{du \cdot dt}{dx}$

Sonuncu tənliyi başqa şəkildə də ifadə etmək olur.

$$d\varphi = \text{tg}(d\varphi) = \frac{du \cdot dt}{dr} \quad (1)$$

Tənliyi aşağıdakı, kimidə ifadə etmək olar.

$$\frac{du}{dx} = \frac{d\varphi}{dt} \text{ və ya } \frac{du}{dr} = \frac{d\varphi}{dt} \quad (2)$$

Qeyd etmək olar ki, Nyuton qanununa görə, qaz molekullarının hərəkət zamanı daxili sürtünmə qüvvəsi bu qüvvənin tətbiq olunduğu təbəqələrin sahəsi və təbəqələr arasındakı sürət qradientinin modulu ilə düz mütənasibdir.

$$F = \pm \mu S \frac{du}{dx} \text{ və ya } F = \pm \mu S \frac{du}{dr} \quad (3)$$

Burada μ -mütənasiblik əmsalı olub, qazın dinamik özlülüyü adlanır.

Sonuncu tənlikdən qazın dinamik özlülüyünü tapmaq olur. Nyuton qanununa tabe olan qazlar üçün özlülük invariant xassəsi sayılır. Özlülüynün tərs qiyməti isə axıcılıq adlanır. Bu özü xarici qüvvələrin təsiri altında qazın axma qabiliyyətini xarakterizə edir. [Korotayeva J.M. 2005, s.365]

Qazların özlülüyü temperaturdan asılı olaraq dəyişir. Lakin qazın dinamik özlülüyünün həm temperaturdan, həm də təzyiqdən asılılığını ifadə edən düstur yoxdur. Baxılan işdə aparılan təcrübələr əsasında verilmiş materiala əsasən özlülüynün təzyiq və temperaturdan asılılığını göstərməkdədir [Carr N.Z., Kobayash R., Burrows D.B. 1984, s.201]

İndiki zamanda qazların dinamik özlülüyünün təyin etmək üçün xüsusi nəzəriyyə yoxdur. Ona görə də nəzəri hesabat nəticəsində özlülüyü təzyiq və temperaturdan asılılığı yoxdur. Bunu nəzərə alaraq laboratoriya tədqiqatlarına müraciət edilir. Xarici ədəbiyyatda korrelyasiya metodu kimi təbii qazın temperaturdan asılılığı verilmişdir. Lakin burda laboratoriya tədqiqatları yalnız atmosfer təzyiqində aparılmışdır [Lee A.L., Consaler M.H., Eakin B.E. 1966, s.997]

Digər metodlarla yanaşı ədəbiyyatda külli miqdarda laboratoriya tədqiqatlarını verilmişdir. Bu laboratoriya tədqiqatlarını əsas götürərək, kiçik kvadratlar metodu vasitəsi ilə analiz aparılmış və aşağıdakı empirik tənlik anılmışdır.

$$\frac{M_{P,T}}{M_0} = (1,85 \cdot p_g - 0,29 \cdot P_g^2 + 1,51) \left(\frac{1}{T_g}\right)^8 + (1,81 P_g - 0,02 \cdot P_g^2 + 1,82) \left(\frac{1}{T_g}\right)^4 + 0,01 \cdot P_g^2 - 0,17 \cdot P_g + 1,49 \quad (4)$$

Burada $M_{p,T}$ –gətirilmiş təzyiq və temperaturda təbii qazın dinamik özlüzlüyü; M_o – atmosfer şəraitində, yəni normal təzyiq və temperaturda qazın dinamik özlülyü; P_g – gətirilmiş təzyiq; T_g –gətirilmiş temperatur.

Burda gətirilmiş temperatur və təzyiq aşağıdakı tənliklərdə tapılır.

$$P_g = \frac{P}{P_b} T_g = \frac{T}{T_g} \quad (5)$$

Burda P_b və T_b - verilmiş qazın böhran təzyiqi və temperaturdur.

Aparılan analiz zamanı müxtəlif tərkibli qazların dinamik özlülükləri nəzərə alınmışdır. Bunu nəzərə alaraq hesabatda təbii qazın mol tərkibində qəbul olunmuşdur.

$$P_b = \sum_{i=1}^n y_i p_{b,i} \quad \text{və} \quad T_b = \sum_{i=1}^n y_i T_{b,i} \quad (6)$$

Burda $p_{b,i} T_{b,i}$ -ayrı-ayrı komponentlərin böhran təzyiq və y_i - qarışığın mol komponentidir.

Aparılan hesabatlar göstərir ki, verilmiş metod əsasında hesabatlarda xəttə korrelyasiya əmsalının 0,9 qiymətində 3-5 % təşkil edir.

Nəticə. Müxtəlif tədqiqatlar əsasında laboratoriya nəticələri analiz olunmuşdur. Verilmiş laboratoriya tədqiqatları əsasında hesabat metodu təklif olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Carr, N.Z., Kobayash R., Burrows D.B (1984) *Trans A.1.M.E*, 264 p.
2. Lee, A.L., Consaler M.H., Eakin, B.E. (1966) *Journal. Petrol. Teach*" N^o 8, 997 p.
3. "Natural gas production, transport and processing guide" under the direction of J.M. Korotayeva 2005, 365 p.
4. Amix, D., Base, D., Whiting, R.(1962) *Oil reservoir physics*, State Scientific and Technical Publishing House of Oil and Mining and Fuel Literature.
5. *Oilfield development handbook* (2015) part II Izhevsk.
6. <https://az.warbletoncouncil.org/gases-1040>
7. Altschul, A.G. (1988) *Aeromechanics and hydromechanics*.
8. Idelchuk, G.A. (2013), *Hydraulics*.

Göndərilib: 07.02.2022

Qəbul edilib: 16.03.2022