

## İKİ SİLİNDİRLİ GERMETİK PORŞENLİ KOMPRESSORDA AXIN PARAMETRLƏRİNİN TƏDQIQININ BƏZİ NƏTİCƏLƏRİ

GHAZANFARI S.S.

AMEA Fizika İnstitutu, H.Cavid pr., 131.  
ghazanfary@yahoo.com

Məqalədə ikisilindrlı germetik porşenli soyuducu kompressorun nominal iş rejimində, axın parametrlərinin təyini üçün hesabi eksperimentlərin bəzi nəticələri verilmişdir. Hesablamalar nəticəsində kompressorun hesabi indikator diaqramı və sistemin borularında axın sürətinin dəyişmə qrafikləri qurulmuşdur.

**Açar sözlər:** kompressor, kompressorun hesabi indikator diaqramı, axın parametrləri, indikator güc, sürət dəyişməsi.

Aydındır texnikada, geniş istifadə olunan və çox enerji sərf edən maşınlardan biri soyuducu maşınlar və onların əsas elementi kompressorlardır. Odur ki, kompressor, o cümlədən, soyuducu maşınqayırma sənayesinin elmi – texniki tərəqqisinin əsas istiqaməti, onların qənaətliliyinin artırılması və enerji tutumlarının azaldılmasına yönəldilməlidir.

Enerji istehlakının azaldılması və müasir tipli dünya standartlarına cavab verən soyuducu maşınları və aparatları və onların əsas elementi kompressorların yaradılması üçün, ən yeni avadanlıqların, ölçü vəsaitlərinin, tədqiqat metodlarının tətbiqi ilə elmi-tədqiqat işlərinin səviyyəsi yüksəldilməli olaraq yaradılma prosesi sürətləndirilməlidir, və buna görə, riyazi hesablama metodlarının tətbiqi böyük rol oynayır.

Riyazi metodlar soyuducu maşınları və aparatları və kompressorların daxilində baş verən mürəkkəb və termoqazodinamik proseslərin parametrlərinin fiziki eksperiment metodu ilə təyin edilməsi mümkün olmayan hissələrində, axın parametrlərinin nəzarət edilməsinə və onların təyin edilməsinə imkan verə bilər. Elmi– texniki tərəqqinin sürətləndirilməsi ilk növbədə tədqiqat – layihələndirmə və işə hazırlama – tətbiq tsiklinin qısaldılmasını tələb edir. Bu planda kompüter bazasında avtomatik layihələndirmə sistemlərinə böyük önəm verilir.

Ümumi formalaşmış rəyə görə, kompüterdən istifadə etməklə riyazi metodlarının tətbiqi, yeni texnikanın yaradılması və onların optimal ölçüləri və digər parametrlərinin axtarılması, sonrakı təkmilləşdirilməsində vacib və önəmli bir amil ola bilər. Riyazi üsullar, təcrübələrə əlavə olmaqla, çoxsaylı maşın və aparatların göstəriciləri barədə informasiya əldə etməyə imkan verə bilər.

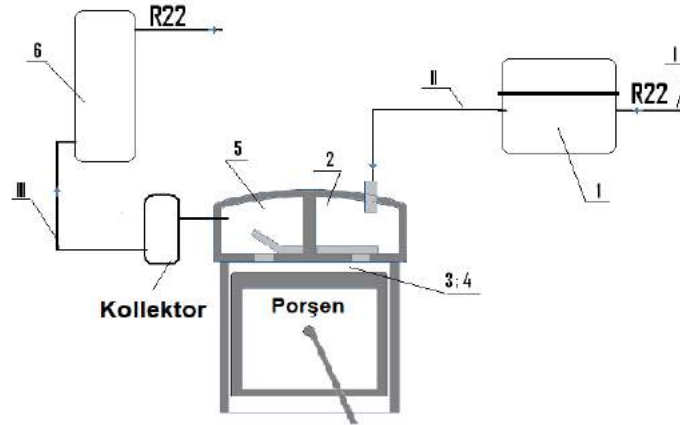
Deyilənləri nəzərə alaraq, təqdim olunan işdə, tədqiqat obyektini üçün nisbətən iri məhsuldarlıqlı, iki silindrlı germetik porşenli soyuducu kompressor nəzərdə tutulmuşdur, və onda axın keçən hissələrində baş verən mürəkkəb termoqazodinamik proseslərin tədqiqi üçün riyazi modelin işlənilməsi və kompüterdə reallaşdırılmışdır.

İşlənilən hazırlanan riyazi model kompressorun şəkil 1 - də göstərilən, qaz həlqəsi üzrə, açıq tsikllə işini əks etdirir.

Soyuducu agent buxarları I boru ilə hermetik örtük daxilinə, oradan isə II boru ilə sorma boşluğuna verilir. Sorma klapanından keçən axın silindrə sıxıldıq dan sonra vurma klapanından keçərək III boru ilə çənə (resiverə), oradan isə kalibrələnmiş deşikdən buxarlandırıcının çıxışına uyğun mühitə axıdılır.

İşlənilən hazırlanan modeldə axın parametrləri həm zaman, həm də koordinata görə hesablanır. Sistemin borularında təzyiqin hesablanması üçün qaz dinamikasının ümumi tənlikləri (hərəkət və kəsilməzlik tənlikləri) model şəklinə gətirilmiş və aşkar sonlu fərqlər sxemi üzrə aproksimasiya edilmişdir. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, hesablama addımları zaman və koordinata görə əlverişli şəkildə seçildikdə, aşkar sxem çox effektiv olur. Bu sxem

hesablamanın nəticələri ilə təcrübə nəticələrinin kifayət qədər dəqiqliklə üst-üstə düşməsinə və hesablama prosesinin yüksək dəyanətliyini təmin edir.



Şək. 1. Kompresorun açıq tsikllə iş sxemi.  
1 - hermetik örtük boşluğu; 2 - sorma klapanı boşluğu;  
3, 4 silindr boşluğu, 5 - vurma klapanı boşluğu, 6 - resiver.

Hesablamaların dəyanətliyi və nəticələrin uyğunluğu Kurant şərtinin saxlanıldığı halda təmin edilir:

$$\frac{\Delta\tau}{\Delta x} \cdot a = \frac{1}{2} \quad (1)$$

burada:

$\Delta\tau$ ,  $\Delta x$  - zamana və koordinata görə hesablama addımları;  $a$  - baxılan mühitə müvafiq səs sürətidir.

Qeyd etmək lazımdır ki, şərh olunan modeldə həcmi itgilərlə yanaşı, enerji itgilərinin də qiymətləndirilməsi mümkündür. Bunun üçün kompresorun indikator gücünü hesablamaq lazımdır. Bu məqsədlə, məlum ifadədən istifadə edilə bilər.

$$N_i = \frac{V_h \cdot n}{n-1} P_{sor} \vartheta_{sor} \left[ \left( \frac{P_{six}}{P_{sor}} \right)^{\frac{n}{n-1}} - 1 \right] \quad (2)$$

burada:  $N_i$  - indikator gücü,  $Vt$ ;  $V_h$  - kompresorun həcmi məhsuldarlığı,  $m^3/san$ ;  $n$  - sıxmada politrop göstəricisi;  $P_{sor}$  - sorma təzyiqi, Pa;  $P_{six}$  - sıxma təzyiqidir, Pa.

(2) ifadəsi ilə hesablama zamanı sıxmada politrop göstəricisinin həqiqi dəyişmə xarakterini təyin etmək çox çətin olur. Sadələşmələr qəbul edildikdə isə hesablama dəqiqliyi azalır. Buna görə də, modeldə zamana görə çox kiçik addım qəbul etməklə indikator gücünü aşağıdakı ifadə ilə hesablamaq olar:

$$N_i = \frac{L_{six} - L_{sor}}{\tau_t} \quad (3)$$

burada  $L_{sor}$  - sorma prosesinin işi,  $Vt$ ;

$$L_{sor} = \sum_{i=1}^n P_{sor} \cdot \Delta V_{sor} \quad (4)$$

$L_{six}$  – sıxma və vurma proseslərinin işi,  $V_i$ ;

$$L_{six} = \sum_{i=1}^n P_{six} \cdot V_{six} \quad (5)$$

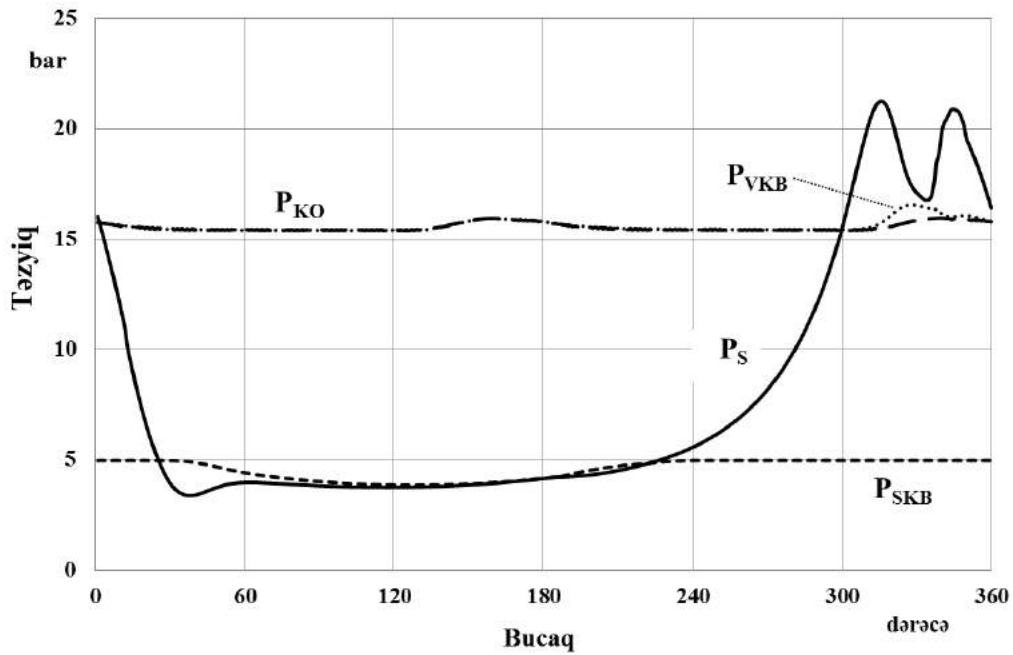
$\tau_i$  - bir tsiklin müddəti;  $\text{san}$ ;  $\Delta V_{sor}$ ,  $\Delta V_{six}$  – sorma, sıxma və vurma proseslərində silindrin işçi həcmnin dəyişməsidir.

Dissertasiyada, tədqiqin nominal sınaq rejimi üçün nəzərdə alınan şəraitinin parametrləri cədvəl 1-də göstərilibdir.

Cədvəl 1.

Nominal sınaq rejiminin parametrləri

Kəmiyyət	Ölçü vahidi	Qiymət
Buxarlandırıcının temperaturu	K	273
Buxarlandırıcının təzyiqi	bar	4.957
Kondensatorun temperaturu	K	313
Kondensatorun təzyiqi	bar	15.29
Ətraf mühitin temperaturu	K	293
Germetik örtüyün temperaturu	K	300



Şək. 2. (PQ-5) kompressorun I silindrin hesabi indikator diaqramı.

Bu tədqiqatda, sınaq rejiminin şəraitini nəzərə alaraq buxarlandırıcı və kondensatorda işçi agentin təzyiq düşküsi kiçik olduğuna görə nəzərə alınmır, beləliklə buxarlandırıcının temperaturunun qiyməti, tədqiqat obyektindəki kompressorun giriş təzyiqin doyma temperaturunun qiyməti ilə bərabər nəzərə alınmışdır. İsa tədqiqat obyektində ki kondensatorun temperaturunun qiyməti, tədqiqatda deyilən kompressorun çıxış təzyiqin doyma temperaturunun qiymətinə bərabər tutulur.

Nominal sınaq rejimə ( $T_0=273$  K,  $P_0=4.957$  bar,  $T_k=313$  K;  $P_k=15.29$  bar,  $T_{mü}=293$  K və  $T_{Km}=300$  K) müvafiq olaraq, iki silindri germetik porşenli soyuducu kompressorun (PQ-5), I silindrin hesabi indikator diaqramı şəkil 2-də, isə kompressorun boşluqlarında təzyiqlərin tsikl ərzində dəyişən qiymətləri cədvəl 2 - də verilmişdir.

$P_{KO}$ ,  $P_S$ ,  $P_{VKB}$ ,  $P_{SKB}$  – müvafiq olaraq kompressorun kollektorunda və birinci silindr boşluğu, vurma klapan boşluğu, sorma klapan boşluğunda işçi agentin təzyiqləridir.

Tədqiqatın sınaq rejiminə müvafiq olaraq iki silindri germetik porşenli soyuducu kompressorda I silindrin hesabi indikator diaqramı şəkil 2-də təsvir edilmişdir. Şəkildə görüldüyü kimi, silindrə işçi agentin təzyiqinin dəyişməsi tsikl ərzində, nəzəri tsikldə təsəvvür edilən formadaadır. Bu, işlənilib hazırlanmış modeldən istifadə etməklə, soyuducu agentin axın parametrlərinin həqiqi dəyişmə xarakterini müəyyən etmək imkanını sübuta yetirir.

Silindr boşluqlarında, porşen yuxarı ölü nöqtədən aşağı ölü nöqtəyə doğru hərəkət etdikcə həcmi artmaqla işçi agentin təzyiqi sürətlə düşüb, minimum qiymət alır. Sonra, a.ö.n.-yə qədər az dəyişir. İsa aşağı ölü nöqtədən sonra işçi agentin təzyiqi tədricən yüksəlir.

Gözlənilməli kimi sorma klapanların bağlanması, aşağı ölü nöqtədən sonra baş verir və bundan sonra təzyiq sürətlə artıb, tsikl ərzində maksimum qiymətinə çatır. Qeyd etmək lazımdır ki, sorma klapanların açılması da yuxarı ölü nöqtədən bəzən xeyli keçmiş açılır. Belə ki, silindrlərin daxilindəki işçi agentin təzyiqi sorma klapan boşluğunun təzyiqinə qədər kiçilməsi gecikir. İsa tədqiqatın nəticələrində görünən kimi, vurma klapanının açılması yuxarı ölü nöqtəyə qalmış, və bağlanma zamanı da yuxarı ölü nöqtədən keçmiş baş verir.

Cədvəl 2.

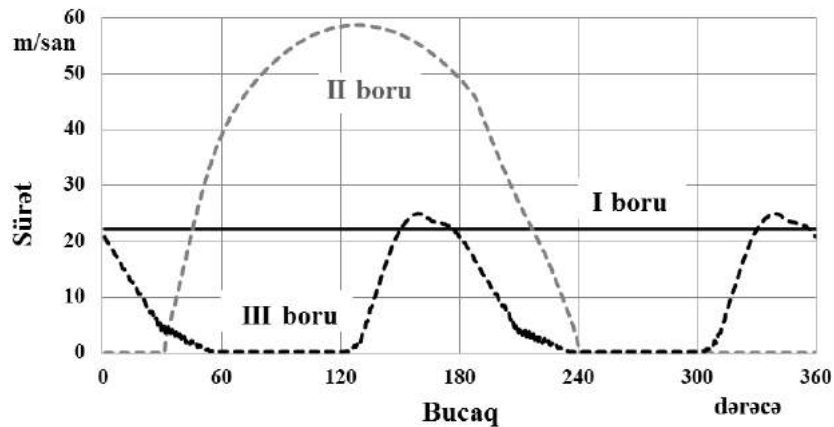
Kompressorun boşluqlarında tsikl ərzində işçi agentin təzyiqləri

Bucaq	$P_{HB}$ , Pa	$P_{SKB1}$ , Pa	$P_{SKB2}$ , Pa	$P_{S1}$ , Pa	$P_{S2}$ , Pa	$P_{VKB1}$ , Pa	$P_{VKB2}$ , Pa	$P_{RS}$ , Pa
0	497725	497727	417492	1628000	416130	1570000	1571000	1538000
30	497852	497854	472746	397544	452353	1550000	1550000	1537000
60	498011	442905	498009	398492	557749	1545000	1545000	1536000
90	498014	403123	498010	383632	818211	1544000	1544000	1536000
120	497844	386949	497840	376501	1549000	1544000	1544000	1535000
150	497740	392230	497739	387238	1711000	1584000	1652000	1536000
180	497727	417378	497725	416130	1628000	1580000	1580000	1537000
210	497852	472825	497852	452353	397544	1551000	1551000	1538000
240	498011	498011	443098	557749	398492	1546000	1546000	1538000
270	498014	498014	403275	818211	383632	1545000	1545000	1537000
300	497844	497844	387076	1549000	376501	1545000	1545000	1536000
330	497740	497740	392347	1711000	387238	1653000	1585000	1537000
360	497727	497727	417492	1628000	416130	1581000	1581000	1538000

Deməlidir ki, silindrlərdə porşenin hərəkəti qeyri müntəzəm olduğuna görə, porşen aşağı və yuxarı ölü nöqtələrə yaxın olduqca silindr boşluğunun həcmnin dəyişməsi az olaraq işçi agentin təzyiqinin dəyişməsi də kiçik sürətlə olur. Bu səbəbdən, aşağı ölü nöqtədən sonra da işçi agentin təzyiqi yüksəlmə sürəti əvvəlcə kiçik, sonra isə böyük olur.

İsə şəkildə görünən kimi hər iki silindrə vurma klapanlar bağlı olduqda vurma klapan boşluğunun təzyiqi kollektorun təzyiq ilə bərabər olur. Silindr boşluğunda təzyiqin qiyməti vurma klapan boşluğunun təzyiqinə çatarkən, vurma klapanı açılmağa başlayır, yüksək təzyiqli işçi agent vurma klapan boşluğuna daxil olaraq oranın təzyiqinin qaldırmasına səbəb olur. Prosesi davam edərək silindr boşluğunun təzyiqi, porşenin y.ö.n.-dən aşağıya tərəf hərəkət edərək silindr boşluğunun həcmi artdıqca sürətlə düşüb, təzyiqi, vurma klapan boşluğunun təzyiqinə çatarkən vurma klapan bağlanır və vurma klapan boşluğunun təzyiqi kollektorun təzyiqinə qədər düşür. Bu proses hər tsikl ərzində iki dəfə təkrarlanır.

Nominal sınaq rejimə ( $T_0=273$  K,  $P_0=4.957$  bar,  $T_k=313$  K;  $P_k=15.29$  bar,  $T_{mü}=293$  K və  $T_{Km}=300$  K) müvafiq olaraq, iki silindri germetik porşenli soyuducu kompressorun (PQ-5), kompressorun borularında işçi agentin axın parametrləri (təzyiq, temperatur, sürət) həm zaman, həm də koordinata görə dəyişir. Şəkil 3 - də kompressorun borularında axının sürəti (ona müvafiq təzyiqi zamana görə dəyişmə qrafikləri verilmişdir).



Şəkil 3. Kompessorun borularında tsikl ərzində axın sürətlərinin dəyişmələri.

Şəkil 3-də W1- kompressorun germetik örtüyünə daxil olan borudakı axının sürətini, W2- kompressorun germetik örtüyündən I silindrin sorma klapan boşluğuna daxil olan boruda axının sürətini və W3- kompressorun kollektorundan resiver boşluğuna daxil olan boruda axın sürətini izah ediblər.

Tədqiqat nəticələrinin qrafiklərində göründüyü kimi, kompressorun germetik örtüyünə daxil olan borudakı axının sürəti və təzyiqində istər zaman, istərsə də koordinata görə kəskin dəyişmə müşahidə edilmir.

Sorma klapan açılan zaman onun boşluğundan işçi agent silindr boşluğuna axaraq təzyiq düşür. beləliklə germetik örtük və sorma klapanı boşluqları arasındakı borunun iki başında təzyiq fərqi yaranır. Bu mövzu, II boruda işçi agentin axınına səbəb olur, aydındır ki boruda axının sürəti borunun girişi və çıxışının təzyiqlərinin fərqiindən asılıdır. Nəticə olunur tsikl ərzində təzyiqin fərqiinin dəyişməsinə görə II boruda axının sürəti, zamana görə sabit qalmır.

Vurma klapan açılan zaman, silindr boşluğundan işçi agent vurma klapan boşluğuna axaraq oranın və kollektorun təzyiqini artırır. Beləliklə kollektor və resiverin arasındakı borunun iki başında təzyiq fərqi yaranır. Bu mövzu, III boruda işçi agent axınına səbəb olur, III boruda axının sürəti, kollektor və resiverin təzyiqlərinin fərqiindən asılıdır. Nəticə olaraq

tsikl ərzində deyilən təzyiqli fərqlərinin dəyişməsinə görə, III boruda sürət zamana görə dəyişən olur.

### NƏTİCƏ:

Riyazi metodu, ikisilindrlı germetik porşenli soyuducu kompressorun daxilində baş verən mürəkkəb və termoqazodinamik proseslərin parametrlərinin fiziki eksperiment metodu ilə təyin edilməsi mümkün olmayan hissələrində, axın parametrlərinin təyin edilməsini imkan verə bilər.

Kompressorun borularında qaz dinamikasının ümumi tənlikləri (hərəkət və kəsilməzlik tənlikləri) model şəklində gətirilib, aşkar sonlu fərqlər sxemi üzrə aproksimasiya edilməsi, hesablama addımları zaman və koordinata görə əlverişli şəkildə seçildikdə, çox effektiv olaraq hesablama prosesinin yüksək dəyənətliyini təmin edir.

Tədqiqdə, kompressorun hesabi indikator diaqramında göründüyü kimi, işlənilmiş modeldən istifadə etməklə, soyuducu agentin axın parametrlərinin həqiqi dəyişmə xarakterini müəyyən etmək imkanını sübuta yetirir.

1. Kerimov N.A. Hidroqazodinamikanın əsasları, Bakı, 2001, 90 səh.
2. Керимов Н.А., Кулиев Г.М., Эйбатов О.М. Действительные процессы в холодильной машине бытового кондиционера // Холодильная техника. 1988. No. 8.
3. Керимов Н.А., Кулиев Г.М., Керимов Ф.М. Метод оптимизации параметров ротационных компрессоров бытовых кондиционеров // Холодильная техника. 1990. No.11.
4. Холодильные компрессоры: Справ. - М.: Лег. и Пищ. пром-сть, 1981.

### НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА В ДВУХЦИЛИНДРОВОМ ГЕРМЕТИЧНОМ ПОРШНЕВОМ КОМПРЕССОРЕ

ГАЗАНФАРИ С. С.

В статье представлены некоторые результаты вычислительных экспериментов по определению параметров потока в номинальном режиме работы двухцилиндрового герметичного компрессора хладагента. В результате проведенных расчетов составлены диаграмма расчетного показателя компрессора и диаграммы изменения расхода в трубопроводах системы.

**Ключевые слова:** компрессор, расчетная индикаторная диаграмма компрессора, настройки расхода, мощность индикатора, изменение скорости.

### SOME RESULTS OF FLOW PARAMETERS INVESTIGATION IN A TWO-CYLINDER HERMETIC RECIPROCATING COMPRESSOR

GHAZANFARI S.S.

The article presents some results of computational experiments for the determination of flow parameters in the nominal operating mode of a two-cylinder hermetic reciprocating refrigerating compressor. As a result of computational, compressor calculations indicator diagram and flow speed variation diagrams of the system pipes are established.

**Keywords:** compressor, Compressor calculations indicator diagram, Flow parameters, Indicator Power, Speed variation.