

UOT 621.317.7; 621-319

QAZ İXRAC EDƏN KOMPRESSOR QURĞUSUNUN ELEKTRİK AVADANLIQLARININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

**ABDULLAYEV Y.R., HÜSEYNOV Q.Ə.,
MƏMMƏDOVA G.V., KƏRİMƏDƏ G.S.**

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı AZ 1010, Azadlıq prospekti, 20
E-mail : gulaya 68@ mail.ru*

Məqalədə qaz ixracı kompressorunda (QİK) istifadə olunan elektromaqnit levitatorunun, stator-rotor qurğusunun, sensorların, cərəyan düzləndiricisi və nəzarət edicisinin quruluşları, xüsusiyyətləri və parametrləri təhlil olunmuşdur. Levitasiya sisteminin idarə olunması məsələlərinə baxılmış və elektromaqnit qüvvələrin hesabı ilə bağlı məsələlər öz həllini tapmışdır.

Açar sözlər: qaz ixrac edən kompressor qurğusu, elektromaqnit levitatoru, stator-rotor qurğusu, sensorlar, cərəyan düzləndiricisi, cərəyana nəzarət edən qurğu, impeller, diffuzor, diafraqma, elektromaqnit qüvvələr.

Giriş: Sanqaçal terminalında qaz ixrac edən kompressor qurğusu (QİK) çoxsaylı və mürəkkəb avadanlıqlardan ibarətdir. Həmin qurğunun avadanlıqları çox təyinatlıdırlar və bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqələri kifayət qədər dəqiq və yüksək səviyyədə etibarlıdırlar. Məqalədə QİK-də iştirak edən müxtəlif avadanlıqların təyinatlarını və xüsusiyyətlərini ilk növbədə araşdırmaq üçün bir sıra elmi texniki ədəbiyyatlardan [1-6] istifadə edilmişdir.

QİK turbogenişləndiricidən gələn texnoloji qazı sıxır, təmizləyir və soyudur [1]. Bu prosesdən sonra qaz ölçülür və Azərbaycan qaz ötürmə sisteminə verilir. Belə qurğu hal hazırda Sanqaçal terminalında istismar olunur və BP şirkətinin mütəxəssisləri tərəfindən vaxtaşırı təftiş olunur. Qazın ixracında bir sıra köməkçi avadanlıqlar iştirak edirlər. Belə avadanlıqlara aiddir: maqnit yastıqları, quru qaz labirint kipcəkləri və soyutma sistemi (şəkil 1). Burada iştirak edən avadanlıqların təyinatlarını qeyd edək:

1. Texnoloji qaz Qaz ixrac edən qurğuya separatordan keçərək kompressorun gövdəsinə boru ilə daxil olur.
2. İmpellerlər yüksək sürətlə fırlanaraq texnoloji qazın sürətini artırır və nəticədə mərkəzdən qaçma qüvvəsi nəticəsində təzyiq artır.
3. Diffuzor kanalı texnoloji qazın sürətini enerjiyə çevirir.
4. Diafraqma impellerin giriş və boşalma divarıdır. Diafraqma impellerin fırlandığı aralığıdır. Diafraqmanın pərləri giriş qazını impellerə istiqamətləndirir. Diafraqma mexaniki kipcəklərlə təchiz olunub və rotoru qaz sızmasından qoruyur.
5. Fırlanan val impellerin sıxıcı pillələrinə nəzarət edir.
6. Texnoloji qazın çıxış miqdarı qaz ixrac edən qurğunun çıxış borusunda ölçülür.

Rotor aktiv maqnetik yastıqlarında fırlanır (şəkil 1,d). Quru qaz kipcəkləri maqnetik yastığını texnoloji qazdan gələn çirklənmədən və ətraf mühitdən qoruyur. Soyutma sistemi isə qaz ixrac edən kompressoru soyutmaq üçündür (şəkil 1,a).

QİK separatordan gələn qazın təzyiqini qaldıran və dəyişən sürətli elektrik mühərrikidir. Kompressorun rotoru maqnetik yastıqlarda yerləşdirilmişdir. Bir rotorda iki impeller (şəkil 1,e) və onların hər biri ümumi qaz axınının 50 % ni götürürlər. Kompressorun həcmi saatda 1059455.09 –m³ təzyiqi 112 bar, işçi temperaturu (-40) ÷ (+75)°C və gücü 7310 kVt-dır. Onun minimum dövrlər sayı 3600 dövr/dəq, maksimum 12000 dövr /dəq, açılmaya tələb olunan dövrlər sayı 12120 dövr/dəq. təşkil edir. Kompressoru zədələnmədən qorumaq üçün qurğu gərginliyin ani qalxmasından mühafizə sistemi ilə təchiz olunub.

Kompressorun impelleri rotorun valında quraşdırılır və sürətli tənzim olunan asinxron mühərrik tərəfindən hərəkətə gətirilir. Dəyişən tezliklinəzarətedici qurğu həm mühərrikin həm də kompressorun sürətinə nəzarət edir. QİK kompressorun çıxışında üç təzyiqlə ötürücü vericilə mühafizə olunur. Kompressor mühərrik tərəfindən təmin olunan mexaniki enerjini mərkəzdanqaçma qüvvəsinə çevirir və qazın sürətini qaldırmaq üçün texnoloji qaza transfer olunur. Qaz diffuzor kanalına daxil olan kimi qazın sürəti təzyiqlə çevrilir.

Texnoloji qaz QIR-in gövdəsinə daxil olur və birinci impellerin pərinə istiqamətlənir, impeller yüksək sürətlə fırlanır və qazı mərkəzdanqaçma qüvvəsinin köməyi ilə xaricə göndərir. Yüksək sürətli qaz diffuzer kanalına daxil olan kimi qazın sürəti azalır və təzyiqlə artır. Qazın xaric olunma prosesi impellerin pərinə aşağı təzyiqlə əmələ gətirir və qazı impellerə dartır. Texnoloji qaz impelleri tərkedəndən sonra spiral şəkilli kamerada yığılır və QİK –in gövdəsinə tərk edir. Qurğuda asinxron mühərrikin rotorunun hər iki tərəfində yerləşdirilmiş impeller levitasiya olunur. Onun ağırlıqlı qüvvəsi 700-800 N təşkil edir[1].

Elektromaqlit levitasionı yaradan maqlit sistemi:Həmin sistem şəkil 2-də təsvir olunmuşdur və aşağıdakı elementlərdən ibarətdir: elektromaqlitlər, stator, rotor, sensorlar, cərəyan düzləndiricisi və nəzarətedici.

İş prinsipinə baxaq. Stator dördqütblüdür və qütblərdə dəyişən cərəyan dolaqları yerləşdirilmişdir. Dolaqla verilən gərginliyin tezliyi dəyişən sürətli mühərrik vasitəsilə tənzim olunur. Həmin tezlik 67-200 Hs aralığında dəyişir və gərginlik isə 5000-6600 V aralığında olur[1].

Əvvəlcə qurğunun rotorunun ətrafı quru qazla doldurub sonra levitasiya vəziyyətinə gətirilir. Qurğunu levitasiya vəziyyətində saxlamaqla üçün yuxarıda qeyd olunan sensorlar kömək edir və rotorun yerləşməsi haqqında informasiya verir. Bu sensorlara verilən cərəyanların miqdarına nəzarət etməklə rotoru mərkəzdə saxlamaqla olur. Rotor levitasiya vəziyyətinə gətiriləndən sonra statora gərginlik verilir və bu həmin gərginliyə nəzarət dəyişən tezlikli qurğu tərəfindən yerinə yetirilir. Gərginliyin qiyməti tezliyin qiymətini dəyişməklə artırılıb-azaltmaq olur. Statora verilən dəyişən cərəyan rotoru hərəkətə gətirir və levitasiya olunmuş rotor fırlanmaqla başlayır. Levitasiya olunan rotora nəzarət edən sensorlar daim rotorun vəziyyəti barədə nəzarət panelinə siqnallar göndərir və onu daim nəzarətdə saxlayır ki, balans pozulmasın və xoşa gəlməz titrəyişlər yaranmasın. Əgər balanspozulacaqlsa və titrəyiş səviyyəsi artarsa, onda nəzarət paneli qurğunu dayanmaqla məcbur edir. Bu halda rotor ehtiyat diyircəkli yastıqların üzərinə enir və dayanır.

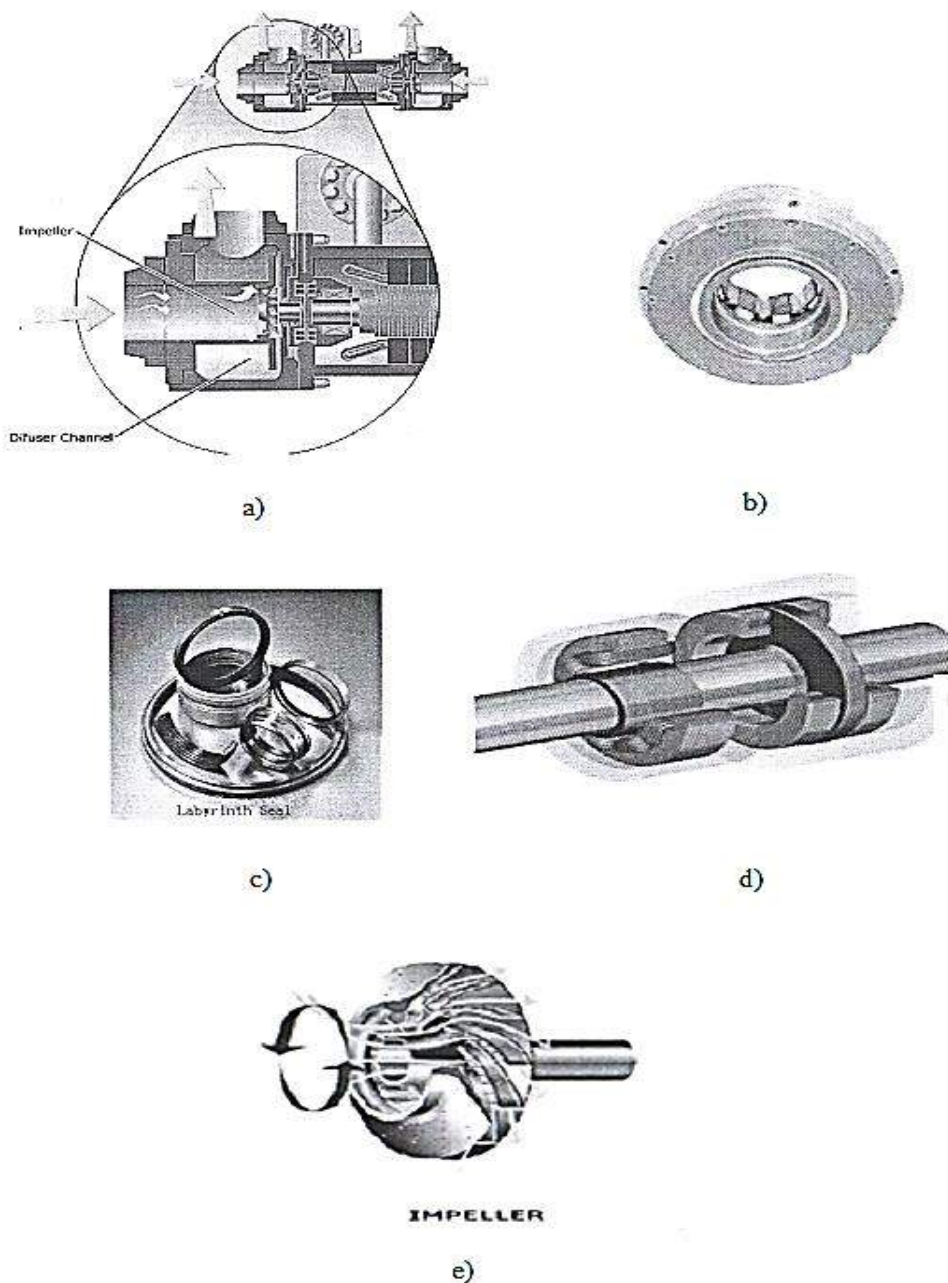
Levitasiona vəziyyətində olan rotorun statorla ara məsafəsi hər tərəfdən eyni olmalıdır və mikronlarla ölçülür. Rotor hər tərəfdən cərəyan sensoru ilə təmin olunmalıdır və bu da rotorla stator arasında ara məsafəsi çox olan anda nəzarətedici sistemə siqnal göndərir və nəzarətedici həmin cərəyan sensorunun yerləşdiyi tərəfdə olan elektromaqlitə daha çox miqdarda cərəyan verir və dolaqlardan axan cərəyan daha çox maqlit sahəsi yaradır və rotoru özünə tərəf cəzb edir. Levitasiya vəziyyətində olan rotor başqa bir tərəfdə statora çox yaxınlaşanda o tərəfin cərəyanı çoxalır, nəzarət paneli bu siqnalı qəbul edir və elektromaqlitə verilən cərəyanın miqdarını azaldır, rotor mərkəzə doğru istiqamətlənir, yəni rotor hər tərəfdən statorla eyni məsafədə və eyni hava aralığında fırlanır.

Temperatur sensoru yüksək fırlanma sürətindən yaranan temperatur artımı haqqda nəzarət qurğusuna informasiya verilir. Temperatur artımı davam edərsə, bu halda qurğunu dayandıрмаqla məcbur edir.

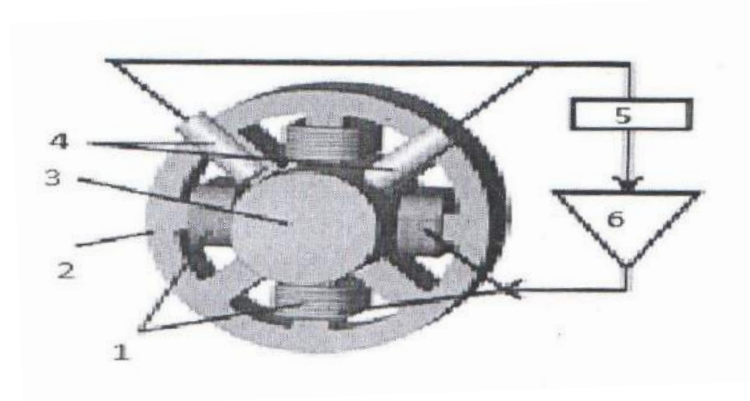
Titrəyişə görə quraşdırılan sensorun məqsədi isə rotorda titrəyişin artması nəticəsində qurğunu dayanmaqla məcbur etməkdən və qurğunun yararsız hala düşməsindən qorumaqla ibarətdir.

Levitasion sisteminin idarə olunması: Elektromaqlitin dolaqlarında yerləşdirilmiş sensorlar sürüşmə yastıqlarında havaaralıklarının ölçüsünə nəzarət edirlər (Şəkil 3). Oxboyunca iki sensor yerləşdirilir. Şixtələnmiş rotor nüvəsi burulğan cərəyanlarını azaldır. Sensorların təyinatı rotorun vəziyyəti barədə məlumat verməklə və hər hansı qeyri-adi titrəyişlər olanda, nəzarətçini məlumatlandırmaq üçündür. Titrəyişlər davam etsə qurğunu

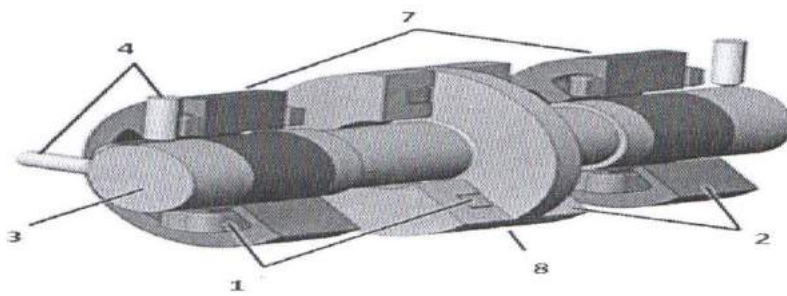
dayandırmağa məcbur edir. Rotorun dağılmaması üçün ehtiyat diyircəklər (5) nəzərdə tutulub və rotor qəza halında həmin yastıqlar üzərinə enir. Levitasiya olunan, rotorun mərkəzdə qalması üçün sensorlar (7) tənzimləyici panelə (3) siqnal göndərir və idarəetmə panelindən cərəyan gücləndiricilərlə (2) polad nüvənin dolaqlarına (6) verilir və bu yolla qurğunun oxu (4) mərkəzdə tənzimlənir.



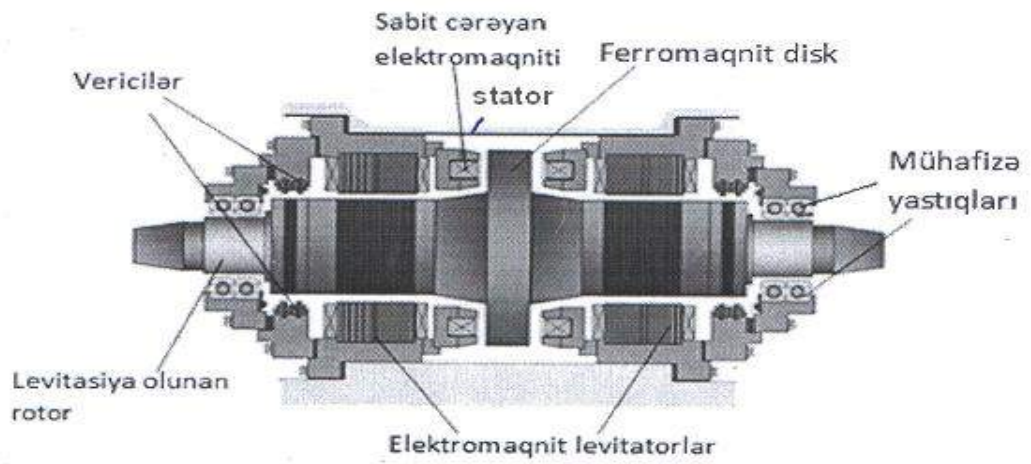
Şək. 1. Qaz ixrac edən kompressorun təsviri (a), aktiv maqnetik yastıq (b), labirint kipçək (c), rotor aktiv maqnetik yastıqda (d) və rotora qoşulan impeller (e).



a)

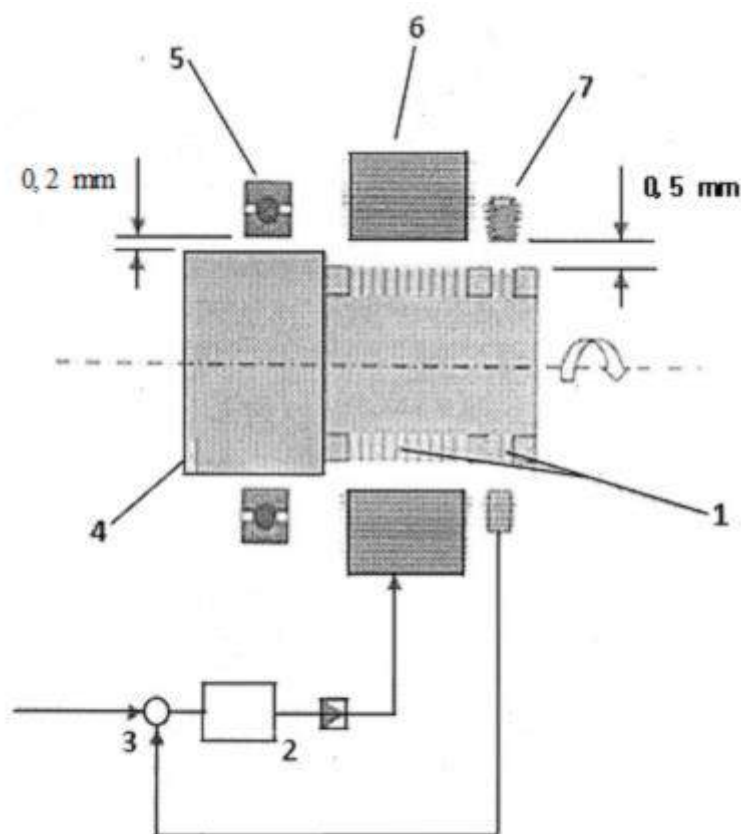


b)



c)

Şək. 2. Elektromağnit levitasiyasını yaradan sistemi (a) və onun rotorda yerləşdirilməsinin təsviri (b). 1-elektromağnitlər; 2-stator; 3- rotor; 4-sensör; 5-nəzarətçisi; 6-cərəyan düzləndiricisi; 7- ox boyu yastıq; 8- şaquli yastıq.



Şək. 3. Qurğunun levitasiya sisteminin idarə olunması sxemi
 1-laminasiya olunmuş rotor; 2-gücləndirici; 3-tənzim qiymətinin yolu; 4-qurğunun oxu; 5-ehtiyat diyircəkli yastıq; 6-polad nüvənin dolağı; 7-sensorların yerləşməsi.

Elektromaqnit qüvvələrin hesabı və təhlili: Dörd qütblü elektromaqnit levitatorun yaratdığı qüvvələrin hesabına bir sıra elmi-tədqiqat işləri həsr olunmuşdur. Həmin qüvvələr x , y və z oxları boyu təsir etdiyindən məsələnin həlli kifayət qədər mürəkkəbləşir və nəticədə real konstruksiya layihə tapşırığında verilənlərdən nisbətən fərqli olur. Bu fərqi müəyyən dərəcədə aradan qaldırmaq üçün hazırlanmış konstruksiyanın ölçüləri korreksiya olunur. Digər metod isə çoxqütblü qeyri-stasionar statordan istifadə etməyə əsaslanmışdır. Stator çevrə boyu yerini dəyişən ikiqütblü elektromaqnitlərdən təşkil olunur. Elektromaqnitlərlə rotor arasındakı məsafələri dəyişməklə rotoru mərkəzə gətirmək olur.

QİK-da istismar olunan dördqütblü elektromaqnit levitatoru (şəkil 4,a) dəyişən cərəyan elektromaqnitindən (statordan), levitasiya vəziyyətində saxlanılan lövbərdən (rotordan), stator dolaqlarına ardıcıl qoşulmuş elektrik kondensatorundan ibarətdir (şəkil 4,b). Rotor mərkəzdə levitasiya olunanda qütblərdəki maqnit selləri qiymətəcə bərabərdirlər və yaratdıqları elektromaqnit cazibə qüvvələri də eynü qiymətlidirlər. Maksvel düsturuna əsasən həmin qüvvə aşağıdakı düstura [2] əsasən təyin olunur:

$$F_e = \frac{\Phi^2}{\mu_0 S}$$

Bu halda dolaqlardan axan cərəyanlar da bərabərdirlər. Elektromaqnit qüvvələri hava aralığındakı maqnit induksiyası B , cərəyan I və hava aralığının qiyməti X ilə aşağıdakı düsturla ifadə etmək olar.

$$F_e = kB^2 = k_1 \left(\frac{I}{X} \right)^2$$

Burada k və k_1 – ölçülərdən asılı olan sabitlərdir.

Xarici təsirdən rotorun mərkəzdən çox kiçik yerdəyişməsi (bir neçə mikron) zaman bir ox boyundakı qütblərin hava aralıqları dəyişirlər. Əgər rotor aşağı sürüşərsə onda yuxarıdakı qütbün hava aralığı ΔX qədər artır, aşağıdakı qütbün hava aralığı isə ΔX qədər azalır. Şəkil 5-də verilmiş levitatorun rezonans əyrisinə əsasən yuxarı və aşağı qütblərin dolaqlarından axan cərəyanlar əks istiqamətdə dəyişəcəklər

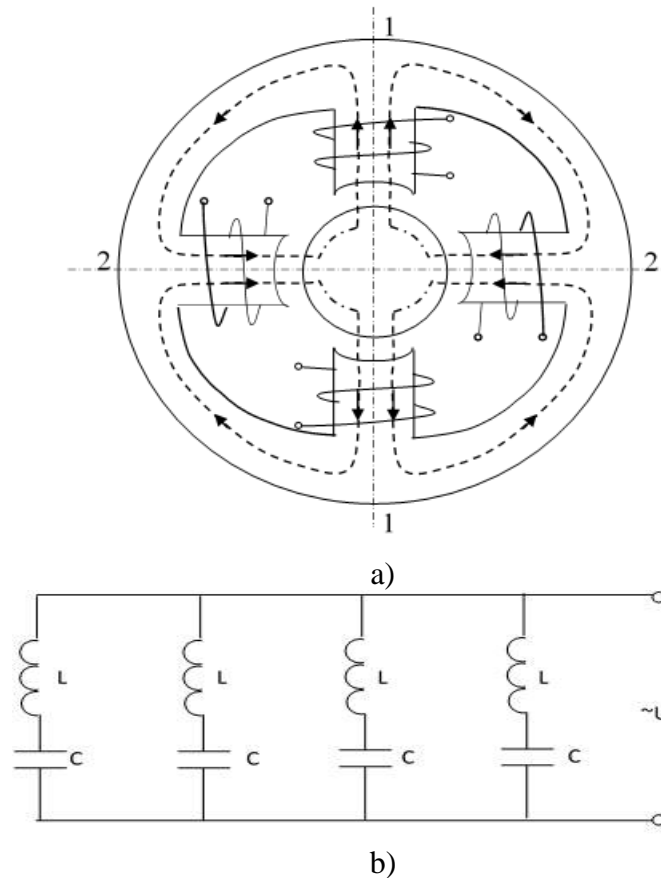
$$F'_e = k_1 \left(\frac{I'}{X + \Delta X} \right)^2 ; \quad F''_e = k_1 \left(\frac{I''}{X - \Delta X} \right)^2$$

Burada $I' < 0,70I_0$; $I'' < 0,707I_0$ və I_0 – rezonans cərəyanının qiymətidir. F'_e və F''_e qüvvələrin fərqi rotoru mərkəzə qaytarır.

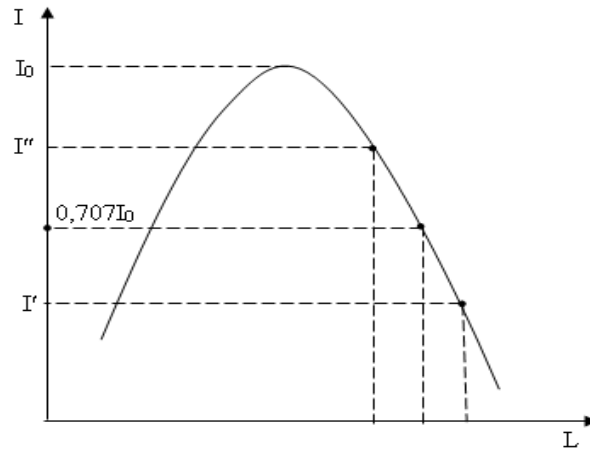
Analoji təhlili levitatorun horizontal ox boyu yerləşmiş qütblər üçün də aparmaq olar.

Levitatorun əsas göstəricisi onun elektromexaniki sərtliyidir və aşağıdakı düsturla [2] təyin olunur:

$$c_e = \frac{dF_e}{dx}$$



Şək. 4. Dördqütblü levitatorun prinsipial sxemi (a) və dolaqların birləşmə sxemi (b).



Şək. 5. Levitatorun rezonans əyrisi L-dolağın induktivliyi; I-dolaqdakı cərəyan.

Elektromexaniki sərtliyi böyük olan levitatorun dayanıqlığı da böyükdür. Elektromexaniki sərtliyi artırmaq üçün ilk növbədə hava aralığını X azaltmaq, yəni maqnit induksiyasının B qiymətini yüksəltmək lazımdır. Bu məqsədlə qütblərin səpələnmə maqnit sellərini azaltmaq daha effektiv metoddur.

NƏTİCƏ:

Qaz ixrac edən kompressor qurğusunun elektrik avadanlıqlarının xüsusiyyətlərinin təhlilindən müəyyən edilmişdir:

1. Sanqaçal terminalında qaz ixrac edən kompressor qurğusu (QİK) çoxsaylı və müxtəlif təyinatlı avadanlıqlardan ibarətdir. Onların qarşılıqlı əlaqələrini yaradan avtomatik idarə sistemi dəqiq və etibarlıdır.
2. QİK-da qazı ixrac etmək üçün istifadə olunan elektromaqnit levitatorunun, stator-rotor qurğusunun, sensorların, cərəyan düzləndiricilərinin və nəzarət edicisinin quruluşları və parametrləri təhlil olunmuşdur.
3. Levitasiya sisteminin idarə olunması məsələlərinə baxılmış və elektromaqnit qüvvələrin hesabı aparılmışdır.

-
1. BP şirkətinin Sanqaçal terminalında istismar olunan qaz ixracı kompressorunun texniki göstəriciləri. Sorğu materialları 2015-ci il.
 2. *Abdullayev Y.R.* Elektrik və elektron aparatları, dərslik, Bakı 2008, səh.270.
 3. *Осокин Ю.А., Герди В.Н., Майков К.А., Станкевич Н.Н.* Теория и применение электромагнитных подвесов. Машиностроение, 1980, 284 с.
 4. *Малеев П.И.* Новые типы гироскопов. Судостроение, Ленинград, 1971, 160 с.
 5. *Ригли У., Холлистер У., Денхард У.* Теория проектирование и испытание гироскопов. Мир, Москва 1972, 416 с.
 6. *Никитин Е.А., Шестов С.А., Матвеев В.А.* Гироскопических системы, 4. III. Элементы гироскопических приборов, под ред. Пельпора Д.С. Москва, Высшая школа, 1972, 472 с.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭКСПОРТА ГАЗА

АБДУЛЛАЕВ Я.Р., ГУСЕЙНОВ Г.А., МАМЕДОВА Г.В., КЕРИМЗАДЕ Г.С.

В статье рассмотрены особенности конструкции и параметры электромагнитного левитатора, устройства статор-ротора, сенсоров, выпрямителей тока и контролируемых элементов используемых в компрессорных установка для экспорта газа. Рассмотрены вопросы управления левитационной системой и приведены расчет электромагнитных сил.

Ключевые слова: компрессорная установка для экспорта газа, электромагнитный левитатор, устройство статор-ротор, сенсор, выпрямители тока, контроллер тока, импеллер, диффузор, диафрагма, электромагнитные силы.

FEATURES OF ELECTRIC EQUIPMENT OF COMPRESSOR INSTALLATION FOR GAS EXPORT

ABDULLAEV Ya.R., QUSEYNOV Q.A., MAMEDOVA G.V.,KERIMZADE G.S.

In article construction features and parameters of an electromagnetic levitator, the device the stator rotor, sensors, rectifiers of current and the controlling elements used in compressor installation for gas export are considered. Questions of management of a levitation system are considered and given calculation of electromagnetic forces.

Key words:compressor installation for gas export, an electromagnetic levitator, the device the stator rotor, the sensor, current rectifiers, the current controller, an impeller, the diffuser, a diaphragm, electromagnetic forces.