

Ramiz Ağəli oğlu Hüseynov

**BİRFAZLI ASİNXRON VƏ UNIVERSAL  
KOLLEKTOR MÜHƏRRİKLƏRİNİN  
LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ**

**«Elektrik maşınlar» fənnindən  
dərs vəsaiti**

30274

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi Elmi-Metodiki Şurası «Energetika» bölməsinin (15.03.2011-ci il tarixli, 10 nömrəli protokolu) tövsiyyəsi və nazirin 30.03.2011-ci il tarixli 499 sayılı əmri ilə dərs vəsaiti kimi təsdiq edilmişdir.

OLSUMQAYIT  
DÖVLƏT UNIVERSİTETİ  
KITABXANA

**SUMQAYIT – 2011**

621.313 (07)

H 98 **Kitaba rəy verənlər:**

1. Azərbaycan Elmi-Tədqiqat və Layihə-Axtarış Energetika İnstitutunun «Alternativ enerji mənbələri və ekologiya» şöbəsinin müdiri, t.e.d., prof.R.İ.Mustafayev
2. ADNA-nın «Elektrotexnika və elektrik təchizatı» kafedrasının müdiri, t.e.d., prof.R.İ.Kazımzadə
3. SDU-nun «Elektromexanika» kafedrasının müdiri, AMEA-nın müxbir üzvü, prof.F.İ.Məmmədov
4. SDU-nun «Texniki kibernetika» kafedrasının müdiri, t.e.d., prof.F.H.Ələkbərli

**Elmi redaktorlar:**

1. T.e.n., dos.A.B.Əmrəliyev
2. T.e.n., dos.T.K.Hüseynov

**Texniki redaktor:**

H.R.Rəsulov

**R.A.Hüseynov.** Bırfazlı asinxron və universal kollektor mühərriklərinin layihələndirilməsi. Elektrik maşınları fənnindən dərş vəsaiti. Sumqayıt, 2011, 147 s.

Kitab texniki universitetlərin bakalavr pilləsində təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur.

## GİRİŞ

Məişətdə əl əməyinin yüngülləşdirilməsi və komfort səviyyəsinin yüksəldilməsi yeni məişət qurğularının yaradılması, mövcud qurğuların daha da təkmilləşdirilməsi və elektricləşdirilməsi tələblərini qarşıya qoyur.

Bu tələbləri yerinə yetirmək üçün aşağıdakı əsas məsələlər həll edilməlidir:

- yeni vahid seriyalı elektrik mühərrikləri layihə etmək və istehsalını təşkil etmək;

-məişət qurğularının optimal nomenklaturasını yaratmaq üçün tipləşdirməni həyata keçirmək;

-yeni materiallardan istifadə edərək yüksək texniki xarakteristikalara malik, etibarlı və istismarı sadə olan yeni tamamlanmış konstruksiyalı qurğuları yaratmaq;

-məişət qurğularının elementlərini istehsal edən avtomatlaşdırılmış xətləri və mükəmməl texnoloji prosesləri hazırlamaq.

Göstərilən bütün bu məsələləri həll etmək üçün iri müəssisələr və elmi-texniki birliklər fəaliyyət göstərməkdədir.

Məişətdə istifadə olunan elektrik avadanlıqlarının ümumiləşmiş əsas elementi onun intiqal mühərrikidir. Ona görə də kiçik güclü elektrik mühərriklərinin layihələndirilməsi məsələlərinin öyrənilməsi əhəmiyyət kəsb edir.

Kiçik güclü elektrik mühərrikləri kimi birfazlı asinxron mühərriklərdən və universal kollektorlu mühərriklərdən (UKM) geniş istifadə olunur.

Gücü bir neçədən başlayaraq bir neçə yüz Vata qədər olan UKM-lər müxtəlif tətbiq sahələrinə malikdir. Onlar avtomatika, telemexanika quruluşlarında və məişət qurğularında, məsələn, ventilyatorlarda, tikmə maşınlarında, tozsoranlarda, ət çəkən maşınlarında və s. böyük tətbiq sahəsi tapmışdır [1].

UKM-lər özlərini tam yük rejimində sabit cərəyan şəbəkəsində olduğu kimi, dəyişən cərəyan şəbəkəsində də eyni fırlanma sürəti ilə işləyən ardıcıl təsirlənən mühərriklər kimi aparılırlar. Onlar nisbətən yüksək fırlanma momenti yaradırlar və böyük sürətli olmaları səbəbindən kiçik kütləyə və ölçülərə malik olurlar.

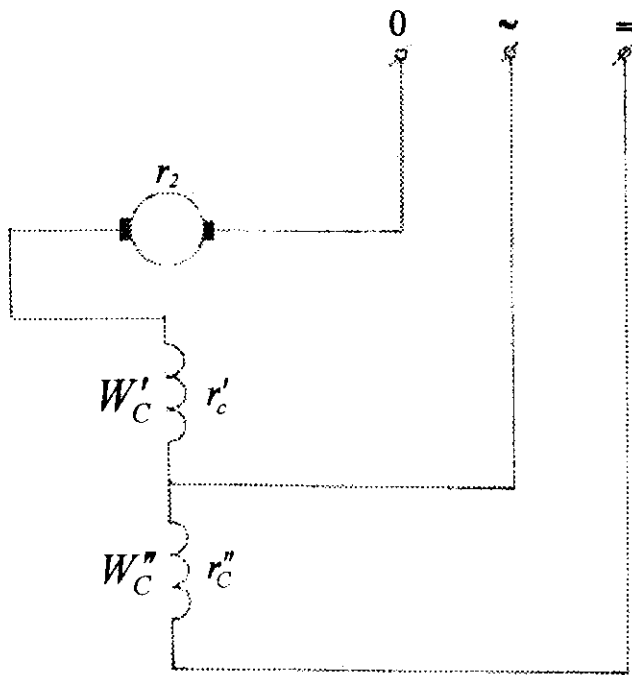
Çox kiçik güclü olan bu mühərriklər hərdən çox böyük fırlanma sürətli hazırlanırlar.

Kiçik güclü UKM-lər qalınlığı 0,35 və ya 0,5 mm olan elektrotexniki polad vərəqələrdən yığılmış maqnit sistemə və qütblərdə yerləşdirilmiş iki ədəd təsirlənmə dolağına malik olurlar (şək.1.1).

Az sayda sarğılar sayına və «0»-«~» sıxaclarına malik olan birinci dolaq mühərrikin dəyişən cərəyan şəbəkəsindən qidalandırılması üçün, digər – birinciyə əlavə olaraq ardıcıl qoşulmuş və «0» - «=» sıxaclarına malik olan ikinci dolaq mühərrikin sabit cərəyan şəbəkəsindən qidalandırılması üçün nəzərdə tutulur.

Sabit cərəyan şəbəkəsindən qidalandırılan həmin mühərrikin təsirlənmə dolağının sarğılar sayının artırılması onunla əlaqədardır ki, nominal güc şəraitində dəyişən cərəyan şəbəkəsindən qidalandırılan zaman tələb olunan dövrlər sayı təmin olunsun. Əslində mühərrikin fırlanma sürəti hava məsafəsində müəyyən maqnit

seli olan halda fırlanmanın elektrik hərəket qüvvəsi ilə xarakterizə olunur. Bu e.h.q. mühərrik dəyişən cərəyan şəbəkəsindən qidalandırılan zaman onda induktiv e.h.q. olması səbəbindən sabit cərəyan şəbəkəsindən qidalandırılarkən yaranandan az olur. Ona görə də sonuncu halda, eyni maqnit selində mühərrikin fırlanma sürəti böyük olur. Həmin sürəti tələb olunan qiymətə qədər azaltmaq üçün mühərrik sabit cərəyan şəbəkəsində işləyən zaman qütblərdəki maqnit selini əlavə təsirlənmə dolağı qoşmaqla gücləndirmək lazım gəlir.



Şək. 1.1. UKM-in sxemi

# 1. UNİVERSAL KOLLEKTORLU MÜHƏRRİKİN LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ

## 1.1. UKM-İN LAYİHƏSİNİN TAPŞIRIĞI

Kiçik güclü UKM-in hesabı üçün əsas verilənlər aşağıdakılardır:

- faydalı güc –  $P_2, Vt$ ;
- qidalandırıcı şəbəkənin gərginliyi –  $U_{nc}$  və  $U_{nd}, V$ ;
- şəbəkənin tezliyi –  $f_1, Hs$ ;
- fırlanma sürəti –  $n, dövr/dəq$ ;
- iş rejimi – uzun müddətli və ya qısa müddətli;
- mühərrikin ifası – bağlı və ya mühafizə olunan.

UKM-lər, adətən, bağlı ifalı olub dəyişən cərəyan şəbəkəsindən 110, 220 V gərginliklə qidalandırılmaq üçün hazırlanırlar.

## 1.2. MÜHƏRRİKİN ƏSAS ÖLÇÜLƏRİ

UKM-in lövbərinin uzunluğunun və diametrinin təyin olunması başqa maşınların layihəsi zamanı olduğu kimi hesabatın vacib etapi hesab olunur. Belə ki, lövbərin ölçülərinin düzgün seçilməsi maşının istehsalında materialların rəşional istifadə olunmasını və bütövlükdə maşının konsruksiyasının daha təknil olmasını təmin edir.

### Elektrik mühərrikinin hesabi gücü

Kiçik güclü mühərriklərdə təqribi olaraq hesabi güc üçün aşağıdakını qəbul etmək olar,

$$P_a = E \cdot I_2 = \frac{2 + \eta}{3\eta} \cdot P_2, \text{ Vt.}$$

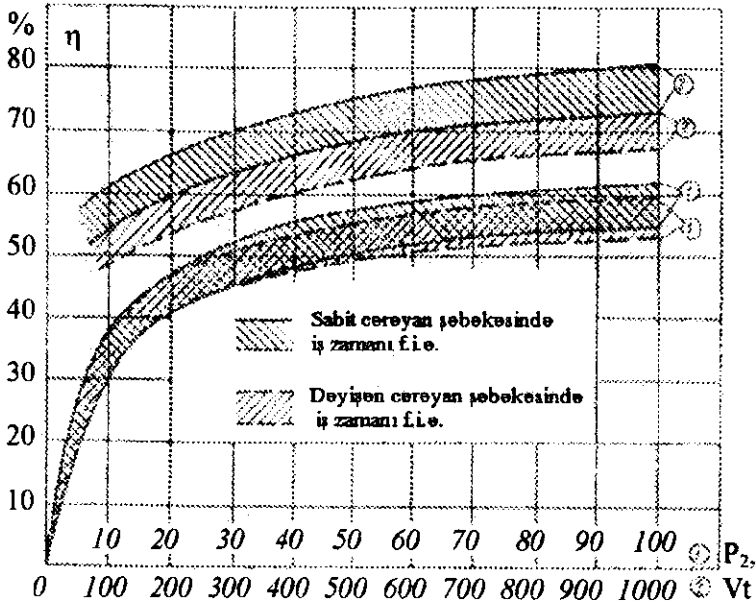
Burada  $P_2$  -elektrik mühərrikinin verilmiş nominal gücü, Vt;  $\eta$  - mühərrikin şəkil 1.2-dən təyin etmək mümkün olan f.i.ə-dır.

### Yüklü halda lövbər e.h.q-si və cərəyanı

Lövbər e.h.q-sinin və cərəyanının qiyməti UKM-lərin yüklü halında qabaqcadan aşağıdakı ifadələrin köməyi ilə təyin olunur:

$$I_2 = \frac{P_2}{\eta \cdot U_{nd} \cdot \cos \varphi}, A;$$
$$E = \frac{P_a}{I_2} = \frac{2 + \eta}{3} \cdot U_{nd} \cdot \cos \varphi, V,$$

burada  $U_{nd}$ - mühərrikin tapşırıqda verilmiş nominal gərginliyi,  $\cos \varphi$  - nominal yükdə mühərrikin güc əmsalı olub, qabaqcadan şəkil 1.3-dən təsirlənmə dolağı ilə lövbər arasında transformasiya əmsalı  $k$ -dan qütblər sayı  $2p$ -dən və  $\frac{f_1}{f_2}$  - nisbətindən asılı olaraq təyin olunur. Burada,  $f_1$  -dəyişən cərəyan şəbəkəsinin tezliyi;  $f_2 = \frac{p \cdot n}{60}$  - lövbər poladının maqnitlənmə tezliyi;  $n$  - lövbərin tapşırıqda verilmiş fırlanma sürətidir.



Şək.1.2. Valdakı faydalı gücdən asılı olaraq UKM-in f.i.ə. ayrılırları



Gücü 150-200 Vt olan UKM-lər, adətən, iki qütblü, bundan böyük güclü mühərriklər isə dördqütblü hazırlanırlar.

Şəkil 1.3-dən görüldüyü kimi  $2p=2$  olan halda transformasiya əmsalı  $0,10 \div 0,15$  həddində və  $2p=4$  olan halda  $0,05 \div 0,075$  həddində optimal qiymətə malik olur; ona görə də yüksək  $\cos \varphi$  əldə etmək üçün transformasiya əmsalı  $k$ -ni aşağıdakı həddə seçmək məqsəddüzdür:

$2p=2$  üçün  $k=0,1 \div 0,25$ ;

$2p=4$  üçün  $k=0,05 \div 0,1$ .

### Maşın sabiti

Kollektorlu dəyişən cərəyan maşınları üçün bu sabit aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$C = \frac{6\sqrt{2} \cdot 10^4}{\alpha \cdot B_\delta \cdot A_2} = \frac{D_{X2}^2 \cdot l_0 \cdot n}{P_a},$$

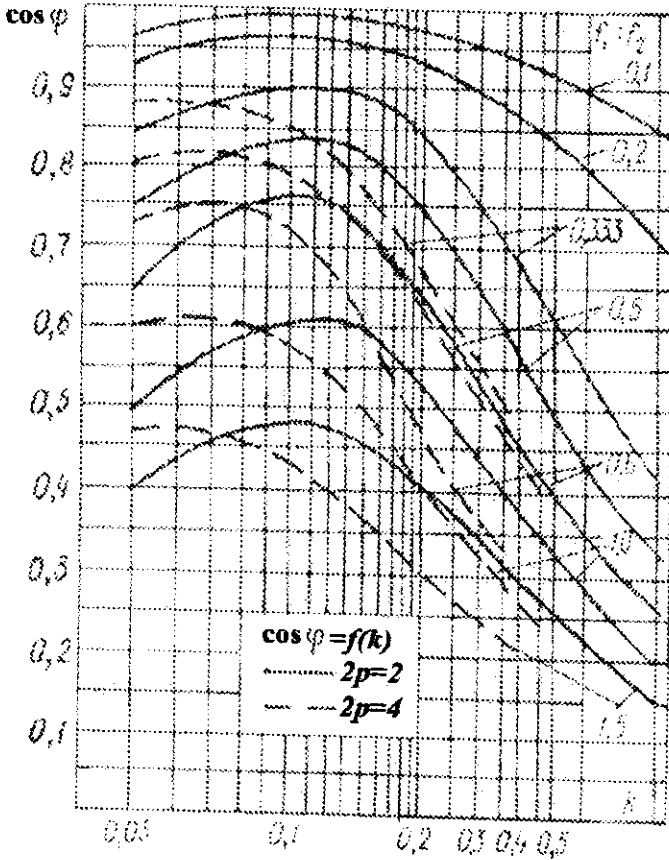
burada,  $B_\delta$ - mühərrik dəyişən cərəyan şəbəkəsində işləyən zaman qütblərin altında hava aralığındakı induksiyanın amplitud qiyməti;  $A_2$ -lövbərin xətti yükü;  $\alpha = 0,6 \div 0,7$  - sabit əmsaldır.  $A_2$  və  $B_\delta$  şəkil 1.4-dən seçilir.

### Lövbərin hesabi uzunluğu və diametri

UKM-lərdə lövbər paketinin uzunluğu  $l_0$ -ın onun diametrinə və ya qütblərin daxili diametri  $D_{p1}$ -ə olan nisbəti adətən

$$\xi = \frac{l_0}{D_{p1}} = 0,4 \div 1,6$$

həddində olur.



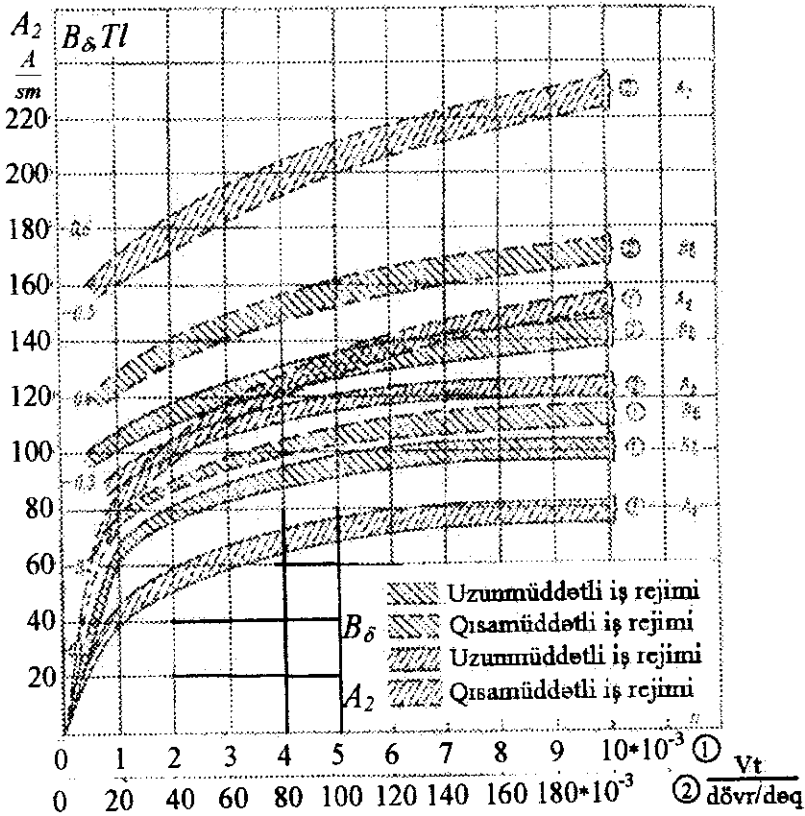
Şək 1.3. UKM-in  $\cos \varphi = f(k)$  əyrisi

Qütblərin daxili diametri və lövbər paketinin hesabı uzunluğu aşağıdakı kimi hesablanır:

$$D_{n1} = \sqrt[3]{\frac{C \cdot P_a}{\xi \cdot n}}, \text{ m}; \quad l_0 = \xi \cdot D_{n1} \cdot 10^{-2}, \text{ m}.$$

Hesablanmış qiymətlər əlavə 1-də göstərilən ən yaxın standart qiymətə qədər yuvarlaqlaşdırılır. Bundan sonra lövbərin xarici diametrinin həqiqi qiyməti təyin olunur:

$D_{X2} = D_{nl} - 2\delta$ , burada  $\delta$  - qütblər və lövbər arasındakı hava məsafəsidir.



Şek. 1.4. Hava məsafəsində induksiyanın və lövbərin xətti yükünün UKM-in faydalı gücünün fırlanma sürətinə nisbətindən asılılıq əyriyələri

## **Lövbərin çevrəvi sürəti**

Lövbərin çevrəvi sürəti aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$v_2 = \frac{\pi \cdot D_{X2} \cdot n}{60} \cdot 10^{-2}, \text{ m/san.}$$

## **Qütb addımı və hesabi qütb qövsü**

$$\tau_2 = \frac{\pi D_{X2}}{2p}; b_0 = \alpha \cdot \tau_2, m$$

kimi təyin olunur.

## **Lövbər poladının maqnitlənmə tezliyi**

$$f_2 = \frac{pn}{60}, \text{ Hz}$$

kimi tapılır.

### 1.3. UKM-İN LÖVBƏRİ

#### Lövbər dolağı

İkiqütblü UKM-lərin lövbərində sadə ilgəkvari dolaq, dördqütblülərdə isə sadə dalğavari dolaq tətbiq olunur.

Maşının yüklü halında qütbün hava aralığındakı faydalı maqnit sahəsi

$$\Phi_{\delta} = B_{\delta} \cdot b_0 \cdot l_0 \cdot 10^{-4}, \text{Vb}$$

kimi hesablanır.

Lövbər dolağının naqillər sayı UKM-lərdə aşağıdakı kimi tapılır:

$$N_2 = \frac{60 \cdot a \cdot \sqrt{2} \cdot E}{p \cdot n \cdot \Phi_{\delta}}$$

Kiçik güclü UKM-in lövbərinin yuvalar sayını seçən zaman nəzərə almaq lazımdır ki, onların sayının çox az olması kollektorda gərginliyin meyletməsinə, çox olması isə lövbər dişlərinin çox nazilməsinə səbəb ola bilər.

Kiçik güclü elektrik maşınqayıranların təcrübəsinə əsaslanaraq lövbər yuvalarının sayını aşağıdakı təqribi ifadədən istifadə edərək tapmaq olar:

$$Z_2 \approx (3 \div 4) \cdot D_{x2}$$

$Z_2$ -nin tapılmış qiyməti ən yaxın tək ədədə qədər yuvarlaqlaşdırılır.

UKM-lərdə lövbər dolağının transformasiya olunan e.h.q-sinin qiymətini məhdudlaşdırmaq məqsədilə kommutasiya olan seksiyaların sayı müəyyən qiymət-

dən az olmamalıdır. Bu aşağıdakı bərabərsizliyi şərtləndirir:

$$e_i \leq 6 \div 8, V.$$

Qeyd etmək lazımdır ki, böyük qiymətlər kiçik güclü mühərriklərə aiddir.

Kollektor lövhələrinin minimal sayı:

$$K = \pi \left( \frac{f_1}{f_2} \right) \cdot \frac{E}{e_i}$$

kimi tapılır.  $K$ -nın tapılmış qiyməti ən yaxın tam, lövbər yuvalarının sayına bölünən ədədə qədər yuvarlaqlaşdırılır. UKM-lərdə adətən:

$$K = (2 \div 3)Z_2$$

olur.

Lövbər dolağının seksiyalarında sarğılar sayı:

$$w'_{c2} = \frac{N_2}{2K}$$

kimi tapılır. Burada  $N_2$ -nin  $w'_{c2}$ -in tam olmasını təmin edən qiyməti götürülür.

Lövbər yuvasındaki naqillər sayını:

$$N_{n2} = \frac{N_2}{Z_2} = 2 \cdot w'_{c2} \frac{K}{Z_2}$$

kimi tapmaq olar.

Kollektor və seksiyalar üzrə lövbər dolağının adımı dolağın tipindən asılı olaraq aşağıdakı kimi tapılır.

-sadə ilgəkvəri lövbər dolağı üçün:

$$Y_1 = \frac{K}{2P} \pm \varepsilon; Y_2 = Y_1 - 1; Y = 1; Y_k = 1$$

-sadə dalğavari dolaq üçün:

$$Y = \frac{K-1}{P}; \quad Y_k = Y$$

a) Əgər  $Y$ -cüt ədəd olarsa,  $Y_1 = Y_2 = \frac{Y}{2}$ ;

b) Əgər  $Y$ - tək ədəd olarsa,  $Y_1 = \frac{Y+1}{2}$ ;  $Y_2 = \frac{Y-1}{2}$ .

Yuvalar üzrə bu dolaqların addımı:

$$Y_n = \frac{Z_2}{2P \pm \varepsilon}$$

Burada  $\varepsilon$  –  $Y_1$  və  $Y_n$  -i tam ədədə çevirən 0 və ya düzgün kəsrdir.

Bundan sonra dolağın cədvəli hazırlanır və sxemi çəkilir.

Lövbərin xətti yükünün nəticəvi qiyməti:

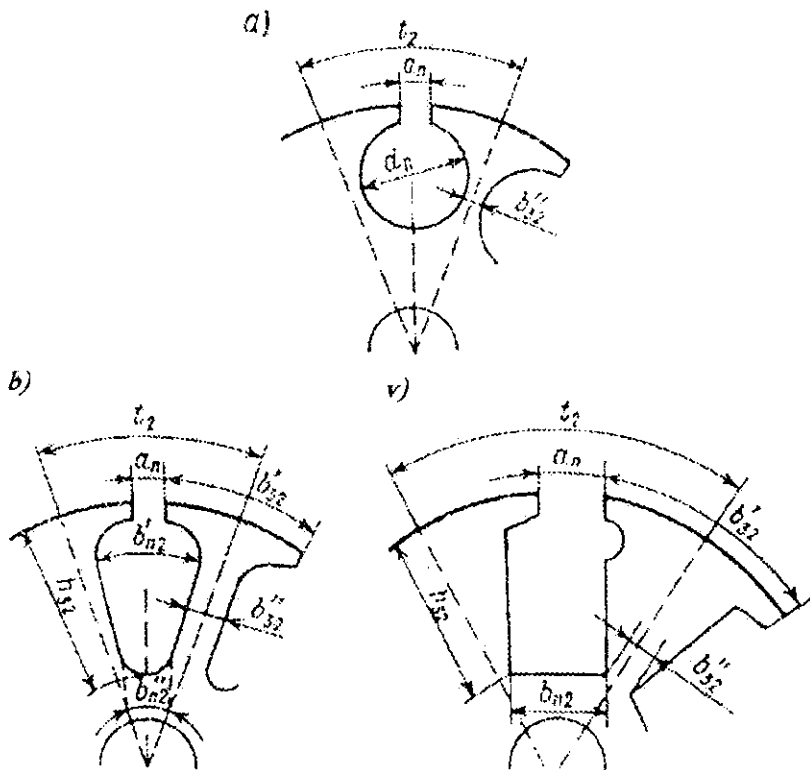
$$A_2 = \frac{N_2 \cdot I_2}{2\pi \cdot D_{x2}}, \quad A/m$$

kimi təyin olunur.

$A_2$  -nin tapılmış qiyməti qabaqcadan qəbul edilmiş qiymətdən 5 % -dən çox fərqlənməməlidir.

### **Dişlərin, yuvaların və lövbər dolağı naqilinin ölçüləri**

Kiçik güclü UKM-lərin lövbərində dəyirmi, oval, trapesiya və düzbucaqlı formalı yarımbağlı yuvalar istifadə olunur. Şəkil 1.5-də UKM-lərin lövbərində istifadə olunan yuvalar göstərilmişdir.



Şək 1.5. UKM-in lövbər yuvalarının formaları:

- a) dəyirmi yuva;
- b) trapesiya şəkilli yuva;
- v) düzbucaqlı yuva.

Dəyirmi lövbər yuvası şampın hazırlanmasını ucuzlaşdırır və sadələşdirir ki, bunun da sayəsində maşının maya dəyəri aşağı düşür.

Kiçik güclü mühərriklərin lövbər dolaqları PEL, PET, PEF-2, PEV-2, PETV, PELŞO və PELŞKO markalı dəyirmi naqildən hazırlanır. Xüsusi, nisbətən güclü maşınlarda lövbər dolağı üçün düzbucaqlı en kəsiyə



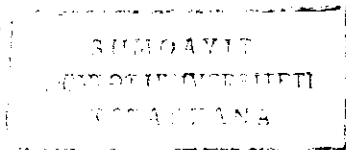
malik naqillərdən və uyğun olaraq düzbucaqlı şəkilli yuvadan (şək. 1.5, b) istifadə olunur.

PETV və PEF-2 markalı naqillər istiyədavamlı do-laq naqili kateqoriyasına aid olub  $180+200^{\circ}\text{S}$  istiliyə uzunmüddət dayana bilir. Bu naqillər kiçik qabaritli, istiliyədavamlı, xüsusi təyinatlı elektrik maşınlarında istifa-də olunur.

PEL, PET, PEV-2 markalı naqillər yuvanın kifayət qədər böyük dolma əmsalını təmin edir və izolyasiya baxımından etibarlıdırlar,  $6+12$  V gərginlikli maşınlarda PEL və PET markalı naqillər,  $12+36$  V gərginlikli maşınlarda PEL, PET və PEV-2 markalı naqillər,  $110+220$  V gərginlikli maşınlarda isə PELŞO və PELŞKO mar-kalı naqillər istifadə etmək məsləhət görülür.

300x4  
Kiçik güclü UKM-lərdə lövbər dolağında buraxıla bilən cərəyan sıxlığı maşının tətbiq sahəsindən, soyut-ma şəraitindən və ifa tipindən, o cümlədən, iş rejimin-dən asılı olaraq seçilir. Məlum olduğu kimi, UKM-lərdə istilik rejimi, əsasən, lövbərin xətti yükünün onun dolağındakı cərəyan sıxlığına hasilinin qiyməti -  $A_2j_2$  və istilikötürmə şəraiti ilə təyin olunur.

Lövbər dolağında buraxıla bilən cərəyan sıxlığı -  $j_2$  şəraitində maşının verilmiş iş rejimi üçün lövbərin ətraf mühitin temperaturuna nəzərən temperatur artımı bura-xıla bilən qiyməti keçməməlidir. Müxtəlif iş rejimlə-rində cərəyan sıxlığının seçilməsi şərtlərinin qoyulması üçün lövbərin uzunmüddətli, təkrar qısamüddətli iş re-jimlərində məlum zamandan asılı qızma öyriləri nəzə-riyyəsindən istifadə etmək olar.



Şəkil 1.6-da uzunmüddətli, təkrar-qısamüddətli və qısamüddətli iş rejimləri üçün mühərrikin lövbərinin qızma əyriləri göstərilmişdir.

Şəkil 1.6-da verilmiş əyrilərdən və elektrik maşınlarının qızma və soyuma nəzəriyyəsinin məlum bərabərliklərindən istifadə edərək lövbər səthinin xüsusi istilik yüklənməsi üçün aşağıdakı eynilikləri almaq olar:

- uzunmüddətli iş rejimində

$$q = \alpha' \Delta Q_m (1 + 0,1v), \text{ Vt/m}^2;$$

-təkrar-qısamüddətli iş rejimində

$$q = \frac{\alpha' \Delta Q_m (1 + 0,1v)}{f\left(\frac{t_p}{T_p}\right) \cdot \psi\left(\frac{t_p}{T_p}\right)}, \text{ Vt/m}^2;$$

- qısamüddətli iş rejimində

$$q = \frac{\alpha' \Delta Q_m (1 + 0,1v)}{f\left(\frac{t_p}{T_p}\right)}, \text{ Vt/m}^2,$$

burada  $\Delta Q_m$  - lövbərin ətraf mühitin temperaturuna nəzərən buraxıla bilən temperatur artımı (adətən, kiçik güclü maşınlar üçün  $\Delta Q_m = 90^\circ\text{S}$  götürülür); daxili ventilyator olmayan maşınlarda  $v = v_2$  - lövbərin çevrəvi sürəti, m/san və ya daxili ventilyator olan maşınlarında  $v = \sqrt{v_2^2 + (v')^2}$ , m/san - lövbərin səthinə nisbətən soyuducu havanın nəticəvi axım sürətidir,  $v' = (0,4 \div 0,5) \cdot v_b$ ; m/san.

$$v_b = \frac{\pi \cdot D_b \cdot n}{60} \cdot 10^{-2}, \quad \text{m/san}; \quad D_b \approx D_{X2}(1 + 2\lambda'')$$

mərkəzdənqaçma ventilyatorun təkərinin diametri;

$$\lambda'' = \frac{h_n}{D_{X2}} = 0,25 \div 0,4.$$

$$f\left(\frac{t_P}{T_P}\right) = \left(1 - e^{-\frac{t_P}{T_P}}\right);$$

$$\psi\left(\frac{t_P}{T_P}\right) = \left[1 + e^{-a_1 \frac{t_P}{T_P}} + e^{-2a_1 \frac{t_P}{T_P}} + \dots + e^{-(m-1)a_1 \frac{t_P}{T_P}}\right];$$

$t_P$ -iş müddəti, san;  $T_P \approx \frac{0,9D_{X2}}{\alpha'(1+0,1v)}$  - fırlanan lövbərin

qızma sabiti, san;  $a_1 = 1 + \left(\frac{T_P t_n}{T_n t_P}\right)$ ; m-dövrü silsilələr

sayı;  $T_n \approx 0,9 \frac{D_{X2}}{\alpha'}$  - tərpenməz lövbərin soyuma zaman

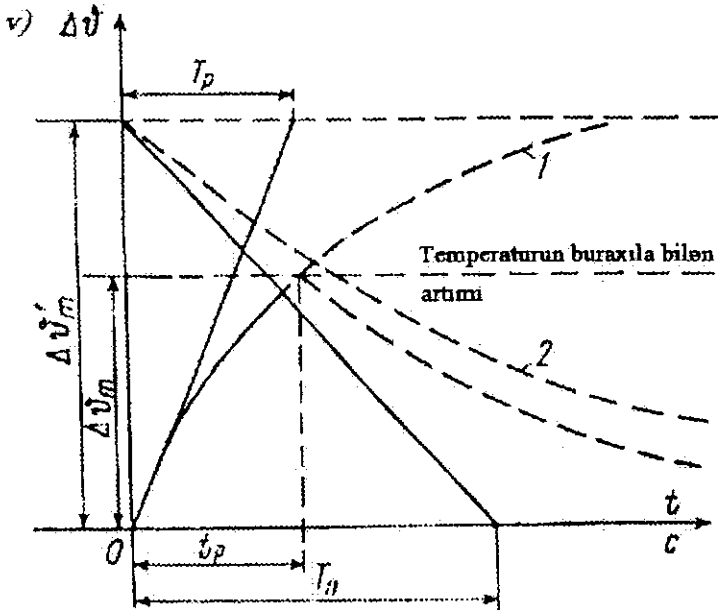
sabiti, san;  $\alpha'$ -sakit mühidə lövbərin səthinin istilikö-türmə əmsəlidir (kiçik güclü maşınlarda havanın 0,101 MN/m<sup>2</sup>-normal atmosfer təzyiqində aşağıdakı orta qi-y-mətlərə malikdir: bağlı ifalı ventilyatorsuz mühərrik-

lərdə  $\alpha'_0 = 0,0014 \div 0,0018, \frac{Vt}{m^2 \cdot \text{dər}}$ ; bağlı ifalı, daxili

ventilyatoru olan mühərriklərdə  $\alpha'_{b0} = 0,0036 \div$

$\div 0,0044, \frac{Vt}{m^2 \cdot \text{dər}}$ .





Şək. 1.6. Davamı

Yuxarıdakı tənliklərdə  $\alpha' \cdot \Delta Q_m$  hasilini aşağıdakı kimi götürmək olar:

- ventilyatorsuz, bağlı ifalı maşınlarda

$$\Delta Q_m = 65^{\circ}S \text{ olduqda } \alpha' \cdot \Delta Q_m \approx 0,12 \text{ Vt} / \text{sm}^2;$$

$$\Delta Q_m = 90^{\circ}S \text{ olduqda } \alpha' \cdot \Delta Q_m \approx 0,15 \text{ Vt} / \text{sm}^2.$$

- ventilyatorlu, mühafizə olunan ifalı maşınlarda

$$\Delta Q_m = 65^{\circ}S \text{ olduqda } \alpha' \cdot \Delta Q_m \approx 0,26 \text{ Vt} / \text{sm}^2;$$

$$\Delta Q_m = 90^{\circ}S \text{ olduqda } \alpha' \cdot \Delta Q_m \approx 0,36 \text{ Vt} / \text{sm}^2.$$

Lövbər səthinin xüsusi istilik yüklənməsi – q-nü, ümumiyyətlə, lövbər poladındakı və dolaqdakı ümumi itginin lövbər paketinin xarici silindrik səthinin hava ilə

sürtünməsindən yaranan itgiyə olan nisbəti kimi götürmək olar.

Lövbər temperaturunun normadan ən böyük yüksəlməsini nəzərə alaraq kiçik güclü UKM-lərdə lövbər dolağının orta buraxıla bilən cərəyan sıxlığını aşağıdakı kimi tapmaq olar:

$2p = 2$  olduqda:

$$5000 \text{ dövr/dəq-yə qədər } j'_2 = \frac{1700q}{A_2}, \quad A/mm^2;$$

$$5000-10000 \text{ dövr/dəq olduqda } j'_2 = \frac{1400q}{A_2}, \quad A/mm^2;$$

$$10000-15000 \text{ dövr/dəq olduqda } j'_2 = \frac{1200q}{A_2},$$

$A/mm^2$ ;

$2p = 4$  olduqda:

$$5000 \text{ dövr/dəq-yə qədər } j'_2 = \frac{1300q}{A_2}, \quad A/mm^2;$$

$$5000-10000 \text{ dövr/dəq olduqda } j'_2 = \frac{1100q}{A_2}, \quad A/mm^2;$$

$$10000-15000 \text{ dövr/dəq olduqda } j'_2 = \frac{1000q}{A_2},$$

$A/mm^2$ .

Buraxıla bilən cərəyan sıxlığının yuxarıdakı ifadələrdən tapılmış orta qiymətləri lövbər dolağının naqilinin ən kəsiyi qəti olaraq seçildikdən sonra  $\pm 15\%$  fərqlənə bilər.

Kiçik güclü UKM-lərdə fırlanma momenti:

$$M_2 = 955 \frac{P_2}{n}, \text{ N} \cdot \text{m}$$

kimi tapılır.

Lövbər dolağı naqilinin en kəsik sahəsinin hesabi qiyməti ilkin olaraq aşağıdakı kimi tapılır:

$$q'_2 = \frac{I_2}{2j'_2}, \text{ mm}^2.$$

Naqilin en kəsik sahəsinin tapılmış hesabi qiymətinə əsasən əlavə 2-dən standart naqilin en kəsik sahəsi və diametri -  $q_2, d_2, d_{2u}$  seçilir [3].

Lövbər dolağı naqilinin en kəsik sahəsi seçildikdən sonra cərəyan sıxlığının həqiqi qiyməti:

$$j_2 = \frac{I_2}{2q_2}, \text{ A/mm}^2$$

olur.

Bundan sonra lövbər yuvasının en kəsik sahəsi hesablanır.

a) İzolyasiya olunmuş naqillərin yuvada tutduğu sahə:

$$Q_{pn} = \frac{N_{n2} \cdot d_{2n}^2}{f_0}, \text{ mm}^2,$$

burada  $f_0 = 0,7 \div 0,74$ - naqillər yuvaya yığılarkən qeyri-dəqiqliyi nəzərə alan texnoloji əmsəldir.

b) Yuva izolyasiyasının yuvada tutduğu sahə:

$$Q_{pu} \approx \delta_u \cdot P, \text{ mm}^2.$$

Burada  $\delta_u = 0,1 \div 0,5 \text{ mm}$ -yuva izolyasiyasının məşinin gərginliyindən asılı olan qalınlığı olub:

6 ÷ 12 V gərginlikdə  $\delta_u = 0,1 \div 0,15 \text{ mm}$ ;

12 ÷ 36 V gərginlikdə  $\delta_u = 0,15 \div 0,25 \text{ mm}$ ;

110 ÷ 220 V gərginlikdə  $\delta_u = 0,3 \div 0,5 \text{ mm}$ ;

Yuvanın perimetri  $P = (0,6 \div 0,8)D_{X2}$ .

v) Çivin yuvada tutduğu sahə:

$$Q_{pk} = B_{kl} \cdot h_{kl}, \text{ mm}^2,$$

burada çivin lövbərin çevrə qövsü istiqamətində enini  $b_{kl} = 3 \div 6, \text{ mm}$  və hündürlüyünü  $b_{kl} = 0.5 \div 1.0, \text{ mm}$  götürmək olar.

q) Lövbər yuvasının tələb olunan ümumi sahəsi:

$$Q_p = Q_{pn} + Q_{pu} + Q_{pk}, \text{ mm}^2.$$

Kiçik güclü UKM-lərin hesabı praktikasında izolyasiya olunmuş naqillərlə yuvanın aşağıdakı nisbət şəklində olan dolma əmsalı anlayışından istifadə olunur:

$$k_{nu} = \frac{N_{n2} \cdot q_{2u}}{Q_p},$$

burada  $q_{2u} = \frac{\pi d_{2n}^2}{4}$  -izolyasiyalı naqilin en kəsik sahəsidir,  $\text{mm}^2$ . Yuvanın dolma əmsalı  $k_{nu} = 0,3 \div 0,48$  həddində olur.

Lövbər dişləri də yuvalarının ölçüləri yuvanın formasından asılı olaraq aşağıdakı kimi hesablanır:

a) Dəyirmi formalı (şək.1.5, a) lövbər yuvasının diametri:

$$d_n = \sqrt{\frac{4Q_p}{\pi}} = 1,13 \sqrt{Q_p}, \text{ mm}.$$

Əgər maşının lövbərində bir yuva bölgüsü çəplik



nəzərdə tutulubsa, onda lazım olan en kəşik sahəsinin saxlanması üçün yuvanın diametri:

$$d'_n = \frac{d_n}{\sqrt{\cos \gamma}}, \text{ mm}$$

olmalıdır. Burada yuvanın çəplik bucağının kosinusu:

$$\cos \gamma = \frac{l_0}{\sqrt{l_2^2 + l_0^2}};$$

b) Hündürlüyü boyu dişin qalınlığı eyni olan oval və ya trapesiya formalı yuva olan halda (şək.1.5, b) yuvanın eninin və hündürlüyünün təyin olunması üçün əvvəlcə maksimal buraxıla bilən induksiya şərtindən dişin minimal eninin -  $b''_{32}$  seçilməsi əlverişlidir. Mexaniki möhkəmlik nöqtəyi nəzərindən dişin eni 1 mm-dən az olmamalıdır.

$b''_{32}$ -i təyin etmək üçün 2:1 miqyasında və ya daha böyük ölçüdə lövbər çevrəsinin diş addımı göstərilməklə bir hissəsinin cizgisi çəkilir və buradan iki qonşu dişin oxuna nisbətən  $b''_{32}$  təyin olunur (Şəkil 1.7). Bundan sonra yuvanın tələb olunan en kəşik sahəsi -  $Q_p$ -nin təmin olunması şərtindən yuvanın hündürlüyü təyin olunur. Çəpləşdirilmiş yuva olan halda tələb olunan en kəşik sahəsi  $Q_p / \cos \gamma$  qədər olmalıdır. Ümumiyyətlə, kiçik güclü maşın istehsal edənlərin təcrübəsinə əsaslanaraq demək olar ki, lövbər yuvasının hündürlüyü, adətən

$$h_{n2} \approx (0,25 \div 0,35) \cdot D_{X2}, \text{ mm}$$

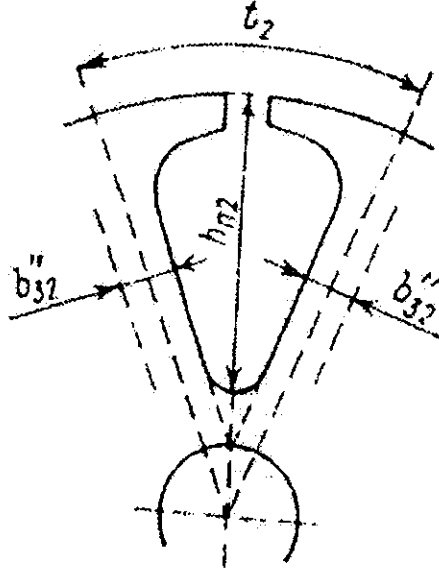
təşkil edir;

v) Lövbərdə düzbucaqlı yuva (şək.1.5, v) və trape-

siya şəkilli dişlər olan halda yuvanın hündürlüyü -  $h_{n2}$  təqribi olaraq əvvəlki ifadədən, eni isə yuvada çəplik olmayan və olan hala uyğun olaraq

$$b_{n2} = \frac{Q_p}{h_{n2}} \text{ və ya } b_{n2} = \frac{Q_p}{h_{n2} \cdot \cos \gamma}$$

ifadələrindən tapılır.



Şək. 1.7. Diş addımını göstərməklə lövbərin bir hissəsinin cizgisi

Yuvanın ağzının kəsiyinin eni  $\alpha_n \approx (2 \div 8) \cdot d_{2u}$  qədər götürülür. Burada  $d_{2u}$ -nun qabağındakı əmsalın böyük qiymətləri daha nazik naqillərə aiddir.

Lövbər dişlərinin çölündən, ortasından və əsasından diş addımları uyğun olaraq aşağıdakı kimi hesablanır:

$$t_2 = \frac{\pi \cdot D_{X2}}{Z_2}; t_{or} = \frac{\pi \cdot (D_{X2} - h_{n2})}{Z_2}; t'_2 = \frac{\pi \cdot (D_{X2} - 2h_{n2})}{Z_2},$$

burada dəyirmi yuva olan halda

$$h_{n2} = d_n + 0.5, \text{ mm}$$

götürülür.

Dişin ölçüləri yuvaları formalarından asılı olaraq tapılır:

- dəyirmi yuva (Şək.1.5, a)

$$b'_{32} = t_2 - a_n; b''_{32} = t_{or} - d_n; b_{32} = t'_2;$$

- oval və ya trapesiya şəkilli yuva (şək.1.5, b)

$$b'_{32} = t_2 - a_n;$$

$b''_{32}$  - şəkil 1.7-dən asılı tapılır:

- düzbucaqlı yuva (şək.1.5, v)

$$b'_{32} = t_2 - a_n; b_{or} = t_{or} - b_{n2}; b''_{32} = t'_2 - b_{n2}.$$

Sonra dişin minimal en kəsiyində maksimal induksiya yoxlanır.

$$B_{32\max} = \frac{B_\delta \cdot t_2}{0,93 \cdot b''_{32}}, \text{ Tl},$$

burada məxrəcdəki 0,93 əmsalı lövbər paketinin vərəqləri arasında lak izolyasiyanın olmasını nəzərə alır. Maksimal induksiyanın qiyməti kiçik güclü mühərriklərdə uzunmüddətli iş rejimində 1,3+1,5 Tl və qısamüddətli iş rejimində 1,5÷1,7 Tl intervalında olmalıdır. Xüsusi halda bu qiymətlər bir qədər çox ola bilər.

Lövbər dolağının bir sarğısının orta uzunluğu  $2p=2$  olan halda  $l_{or2} \approx l_0 + 1,2 \cdot D_{X2}$ , m,  $2p=4$  olan halda  $l_{or2} \approx l_0 + 0,8 \cdot D_{X2}$ , m kimi tapılır.

Qızmış halda lövbər dolağının müqaviməti aşağıdakı kimi tapılır:

$$r_2 = K_\theta \cdot \frac{N_2 \cdot l_{or2}}{5700 \cdot 4 \cdot q_2}, Om.$$

Burada  $K_\theta = 1 + 0,004(\theta - 20)$  - lövbər dolağının temperaturunun  $20^\circ S$ -dən  $\theta^\circ S$ -dək artması zamanı onun müqavimətinin çoxalmasını nəzərə alan əmsaldır.

Tam yükdə lövbər dolağında gərginlik düşgüsü

$$\Delta U_2 = I_2 \cdot r_2, V$$

kimi hesablanır.

Kiçik güclü mühərriklərdə lövbər dolağında gərginlik düşgüsü maşının nominal gərginliyinin təxminən 10÷20 %-ni təşkil edir. Düşgünün kiçik faizli hissəsi uzunmüddətli iş rejimində gərginliyi 110 V və daha çox olan mühərriklərə aiddir.

### **Kollektor, fırçatutanlar və fırçalar**

Kollektor konstruktiv, istehsal və istismar baxımından maşının daha məsul hissəsi hesab olunur. Kollektor lövhələri misdən hazırlanır və bir-birlərindən mikanit və ya plastmasla, maşının gövdəsindən isə mikanit və ya izolyasiyaedici plastmasla izolyasiya olunur. Kollektorda qığılcımlanmanı yarada biləcək mexaniki səbəbləri aradan qaldırmaq üçün onun xarici səthi ciddi silindrik və hamar olmalıdır, fırçaların konstruksiyası kollektorda fırçaların düzgün vəziyyətdə işini təmin etməlidir.

Kiçik güclü UKM-lərdə kollektorun konstruksiyaları şəkil 1.8-də göstərilmişdir.

Kollektorun qalınlığı, adətən

$$\delta'_k \approx (0,1 \div 0,2) D_k, m$$

təşkil edir.

Baxılan maşınlarda boruşəkili və qutuşəkili tipli fırçatutanlardan istifadə olunur. Onlarda fırçalar kollektora perpendikulyar yerləşdirilir və yayların təzyiqi onlara birbaşa radial istiqamətdə təsir göstərir.

Kollektorun ilkin diametri aşağıdakı bərabərlikdən tapılır:

$$D'_k \approx (0,5 \div 0,9) \cdot D_{x2}, m.$$

Kollektor bölgüsü

$$t'_k = \frac{\pi D'_k}{K}, m.$$

Kollektor lövhələrinin eni, adətən,  $\beta_k = 2 \div 5$  mm götürülür. Gərginlikdən asılı olaraq lövhələr arasında mikanit və ya plastmas izolyasiyanın qalınlığı:

$\beta_u = 0,4 \div 0,6$  mm - gərginlik 36 V-a qədər olduqda;

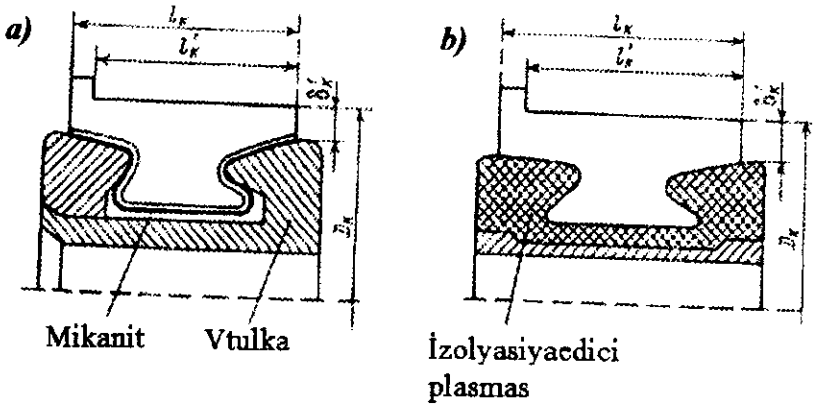
$\beta_u = 0,6 \div 0,8$  mm - gərginlik 110 və 220 V olduqda.

$\beta_k$  və  $\beta_u$  qəti olaraq müəyyən olduğdan sonra kollektor bölgüsünün həqiqi qiyməti

$$t_k = \beta_k + \beta_u, mm.$$

Kollektorun diametrinin qəti qiyməti:

$$D_k = \frac{K \cdot t_k}{\pi}, m.$$



Şək. 1.8. UKM-in kollektorunun konstruksiyaları

Kollektorun çevrəvi sürəti:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n}{60}, \text{ m/san.}$$

Kollektorun çevrəvi sürəti lövbərin çevrəvi sürətinin 0,5÷0,9 hissəsini təşkil edir.

Gərginliyi 110 V-a qədər olan UKM-lərdə, əsasən, M-1, M-6 və MQ markalı mis-qrafit fırçalar istifadə edilir. 110÷220 V gərginlikli UKM-lərdə isə həmçinin Q-3, Q-8 markalı qrafit və EQ-8, EQ-14 markalı elektroqrafitləşdirilmiş fırçalardan da istifadə edilir.

Fırçanın en kəşik sahəsi

$$S_f = \frac{I_2}{P \cdot j'_f}, \text{ m}^2$$

kimi təyin olunur. Burada  $j'_f$  - fırçada buraxıla bilən cərəyan sıxlığı olub seçilmiş fırçanın markasına müvafiq olaraq cədvəldən götürülür.

Fırçanın ölçüləri

$$b_f = (1 + 1,5)\beta_k;$$

$$a_f = S_f / b_f,$$

harada ki,  $a_f$ - kollektorun oxu istiqamətində fırçanın uzunluğu;  $b_f$ - kollektorun çevrə qövsü istiqamətində fırçanın enidir.

Fırçanın hündürlüyü;

$$h_f = (1,5 + 2,0)a_f$$

kimi hesablanır.

Fırçalar altında cərəyan sıxlığının həqiqi qiyməti

$$j_f = \frac{I_2}{(P \cdot a_f \cdot b_f)}, \text{ A/m}^2.$$

Valın oxu boyunca kollektorun aktiv uzunluğu, m.

$$l'_k = (1,5 + 2,0) \cdot a_f, \text{ m.}$$

Valın oxu boyunca kollektorun tam uzunluğu, m.

$$l_k = l'_k + (3 + 5)d_2.$$

Baxılan maşında kommutasiya zonasında əlavə qütb olmadığından fırçalar kollektorda həndəsi neytralda yerləşdirilir ki, onlarda  $e_p$ -reaktiv e.h.q-si və  $e_a$ -ləvbər sahəsinin e.h.q.-si olması səbəbindən kommutasiya prosesi yavaşımış olur. Gösterilən hər iki e.h.q. toplanaraq qısa qapalı seksiyanın dövrəsində əlavə cərəyan yaradır ki, bu da fırçaların qırağında cərəyan sıxlığını çoxaldır.

Dövrənin açılması anında orada göstərilən e.h.q-lərin olması səbəbindən kiçik qığılcım formasında çox da böyük olmayan qövs yaradır. Bu qığılcımın intensivliyi nəticəvi e.h.q-dən asılı olur.

Kommutasiya zonasının eni:

$$b_k = b'_f + \left[ U_k + \left| \frac{K}{2P} - Y_1 \right| - \frac{a}{P} \right] \cdot t'_k, \text{ m,}$$

harada ki,  $U_k = \frac{K}{Z_2}$  -yuvanın bir qatında seksiyaların tərəflərinin sayıdır;

$$b'_f = b_f \cdot \frac{D_{X2}}{D_k}; \quad t'_k = t_k \frac{D_{X2}}{D_k}; \quad \alpha = 1.$$

Kommutasiyanın daha yaxşı olması üçün

$$b_k < 0,8(\tau_2 - b_0)$$

şertinin ödənməsinə riayət etmək lazımdır.

Lövbər dolağının səpələnən selinin xüsusi maqnit keçiriciliyi trapesiya şəkilli yuvada aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\lambda_2 = \left[ 0,6 \frac{2h_{n2}}{b'_{n2} + b''_{n2}} + \frac{l_{12}}{l_0} + 0,92 \cdot \log \left( \frac{\pi t_2}{a_n} \right) \right] \cdot 10^{-8}, \frac{Vb}{A \cdot m}$$

harada ki,

$$l_{12} = 1,2 \cdot D_{X2} - 2p = 2 \text{ olan zaman;}$$

$$l_{12} = 0,8 \cdot D_{X2} - 2p = 4 \text{ olan zaman;}$$

dəyirmi yuva olan halda  $\lambda_2$ -nin ifadəsində

$$d_n = \frac{b'_{n2} + b''_{n2}}{2};$$

düzbucaqlı yuvada

$$b_{n2} = \frac{b'_{n2} + b''_{n2}}{2}$$

nəzərə almaq lazımdır.

Lövbərin qısaqapalı seksiyasında reaktiv e.h.q-nin orta qiyməti:



$$e_p = 2w'_{c2} \cdot \lambda_2 \cdot l_0 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot 10^2, \text{ V.}$$

Lövbər sahəsinin e.h.q-si:

$$e_a = \frac{0,4\pi w'_{c2} \cdot A_2 \cdot \tau_2 \cdot l_0 \cdot v_2 \cdot 10^{-6}}{\delta_0}, \text{ V.}$$

Lövbərin qısa qapalı seksiyasının nəticəvi e.h.q-sinin orta qiyməti:

$$e = e_p + e_a, \text{ V.}$$

Maşının qütblərarası fazasında lövbərin eninə sahəsinin qüvvə xətlərinin orta uzunluğu:

$$\delta_0 \approx \frac{(\tau_2 - b_0)}{2}, \text{ m.}$$

Daha yaxşı kommutasiya üçün nəticəvi e.h.q-nin qiymətinin aşağıdakı kimi olması məsləhətdir:

36 V-dan kiçik gərginlikdə  $e < 0,5 \text{ V}$ ;

110-220 V gərginlikdə  $e < 1,5 \text{ V}$ .

UKM-də göstərilən e.h.q-dən əlavə transformator e.h.q-si də yaranır. Onun qiyməti:

$$e_t = 4,44 \cdot f_1 \cdot w'_{c2} \cdot \Phi_\delta, \text{ V.}$$

$e_t$ -nin qiyməti  $e_t < 6 \div 8 \text{ V}$  olmağa yoxlanır.

## 1.4. MÜHƏRRİKİN MAQNİT SİSTEMİ

UKM-lərin maqnit sistemləri qütblərlə birgə və-rəşəkili gövdədən hazırlanır. Qütblər altında hava məsafəsinin uzunluğu

$$\delta \approx 0,4 \frac{\tau_2 \cdot A_2}{B_\delta} \cdot 10^{-4}, \text{ m.}$$

Lövber nüvəsinin hündürlüyü

$$h_{c2} = \frac{D_{X2} - (2h_{n2} + d_v)}{2}, \text{ m.}$$

Valın diametri

$$d_v = (0,18 \div 0,24) D_{X2}, \text{ m}$$

kimi hesablanır.

Lövber nüvəsində induksiyanı yoxlamaq üçün aşağıdakı ifadədən istifadə olunur:

$$B_{c2} = \frac{\Phi_\delta \cdot 10^4}{2 \cdot 0,93 \cdot h_{c2} \cdot l_0}, \text{ Tl.}$$

Lövber nüvəsində induksiyanın maksimal qiyməti  $B_{c2\max} = 1,3 \div 1,5$  Tl qəbul edilir.

UKM-in qütbünün ox istiqamətində uzunluğu

$$l_n = l_0, \text{ m.}$$

Qütbün hündürlüyünü qabaqcadan aşağıdakı kimi qəbul etmək olar:

$$h_n = (0,25 \div 0,4) \cdot D_{X2}, \text{ m.}$$

Qütbün hündürlüyü dolaqlar qütbə yerləşdirildikdən sonra dəqiqləşdirilir.

Uzunmüddətli iş rejimli mühərriklər üçün qütb nüvəsində  $B_n$  induksiya 1,0  $\div$  1,5 Tl, qısamüddətli iş rejimli mühərriklər üçün isə 1,2  $\div$  1,6 Tl intervalında qə-

bul edilir. Onda qütb nüvəsinin en kəsik sahəsi

$$Q_n = \frac{\Phi_\delta \cdot \sigma \cdot 10^4}{B_n}, \text{ m}^2.$$

Qütb nüvəsinin eni

$$b_n = \frac{Q_n}{k_2 \cdot l_n}, \text{ m},$$

burada,  $\sigma = 1,08 \div 1,12$  - maqnit səpələnmə əmsalı;  
 $k_2 = 0,95$ -qütb nüvəsi vərəqşəkilli poladdan yığılan zaman poladın dolma əmsalıdır; bütöv qütb olan zaman  $k_2 = 1,0$ .

Gövdənin en kəsik sahəsi:

$$Q_{cl} = \frac{\Phi_\sigma \cdot \sigma \cdot 10^4}{2B_{cl}}, \text{ m}^2.$$

Harada ki, gövdədə induksiya  $B_{cl}$  uzunmüddətli iş rejimli maşınlarda  $1,0 \div 1,4$  Tl, qısamüddətli iş rejimli maşınlarda  $1,5$  Tl-ya qədər götürülür.

Gövdənin ox istiqamətində uzunluğu:

-örtülü qütblü gövdədə:

$$l_1 = l_0 + (0,03 \div 0,05), \text{ m};$$

-vərəqşəkilli poladdan yığılmış gövdədə:

$$l_1 = l_0, \text{ m}.$$

Gövdənin hündürlüyü

$$h_{cl} = \frac{Q_{cl}}{k_2 \cdot l_1}, \text{ m}.$$

Maşının maqnit sisteminin eskizindən hər bir sahədə maqnit selinin qapandığı yolun orta uzunluğu dəqiq müəyyən edilir:

a) Gövdədə -  $L_{cl} = l_1, \text{ m};$

b) Qütb nüvəsində -  $L_n = 2 \cdot h_n$ , m;

v) Hava aralığında -  $L_\delta = 2\delta$ , m;

q) Lövbərin dişlərində -  $L_{32} = 2 \cdot h_{32}$ , m;

d) Lövbər nüvəsində -

$$L_{c2} = \frac{\pi(D_{X2} - 2h_{n2} - h_{c2})}{2P}, \text{ m.}$$

Hava məsafəsi əmsalı:

$$K_\delta = \frac{t_2 + 10\delta}{b'_{32} + 10\delta}.$$

Hava məsafəsi üçün m.h.q.:

$$F_\delta = 1,6B_\delta \cdot K_\delta \cdot \delta, \text{ A.}$$

Düzbucaqlı və ya dəyirmi yuva olan halda lövbər dişlərinin üç en kəsiyində induksiya:

$$B_{32\min} = \frac{B_\delta \cdot t_2}{0,93 \cdot b'_{32}}, \text{ Tl;}$$

$$B_{32\text{or}} = \frac{B_\delta \cdot t_2}{0,93 \cdot b_{32}}, \text{ Tl;}$$

$$B_{32\max} = \frac{B_\delta \cdot t_2}{0,93 \cdot b''_{32}}, \text{ Tl.}$$

Dişlər üçün m.h.q.:

$$F_{32} = \frac{H_{32\min} + 4 \cdot H_{32\text{or}} + H_{32\max}}{6} \cdot L_{32}, \text{ A.}$$

burada  $H_{32\min}$ ,  $H_{32\text{or}}$ ,  $H_{32\max}$  - maqnitlənmə əyrisindən götürülür.

Trapeziya şəkilli yuva olan zaman hündürlük boyu ancaq bir induksiya və dişdə məxsusi m.h.q. təyin edilir.

Lövbər nüvəsində induksiya:

$$B_{c2} = \frac{\Phi_{\delta} \cdot 10^4}{2 \cdot 0,93 \cdot h_{c2} \cdot l_0}, \text{ Tl.}$$

Lövbər nüvəsi üçün m.h.q.:

$$F_{c2} = H_{c2} \cdot L_{c2}, \text{ A.}$$

Qütb nüvəsində induksiya:

$$B_n = \frac{\Phi_{\delta} \cdot \sigma \cdot 10^4}{K_2 \cdot b_n \cdot l_n}, \text{ Tl.}$$

Qütb nüvəsi üçün m.h.q.:

$$F_n = H_n \cdot L_n, \text{ A.}$$

Gövdədə induksiya:

$$B_{c1} = \frac{\Phi_{\delta} \cdot \sigma \cdot 10^4}{2K_2 \cdot h_{c1} \cdot l_1}, \text{ Tl.}$$

Gövdə üçün m.h.q.:

$$F_{c1} = H_{c1} \cdot L_{c1}, \text{ A.}$$

Harada ki,  $H_{c2}$ ,  $H_{c1}$  və  $H_n$  - maqnitlənmə əyrisindən uyğun induksiyaların qiymətinə müvafiq olaraq götürülür.

### **Maşının yüksüz işləmə xarakteristikasının qurulması**

UKM-in yüksüz işləmə xarakteristikası dedikdə sabit fırlanma sürəti və sıfıra bərabər sabit lövbər cərəyanı şəraitində lövbər e.h.q-sinin təsirlənmə cərəyanından və ya m.h.q-sindən asılılığı başa düşülür [2].

Yüksüz işləmə xarakteristikasının hesabının nəticələrinin cədvəl 1.1 şəklində verilməsi əlverişlidir.



Cədvəl 1.1.

Yüksüz işləmə xarakteristikasının hesabının nəticələri

Kəmiyyət	kE				
	0,5E	0,8E	E	1,15E	1,3E
$\Phi_{\delta}$					
$B_{\delta}$					
$B_{32min}$					
$B_{32or}$					
$B_{32max}$					
$B_{c2}$					
$B_n$					
$B_{c1}$					
$B_{c\delta}$					
$H_{32min}$					
$H_{32or}$					
$H_{32max}$					
$H_{32} = \frac{H_{32min} + 4H_{32or} + H_{32max}}{6}$					
$H_{c2}$					
$H_n$					
$H_{c1}$					
$F_{\delta} = 1,6B_{\delta}k_{\delta} \cdot 10^4$					
$F_{32} = H_{32}L_{32}$					
$F_{c2} = H_{c2}L_{c2}$					

$F_n = H_n L_n$					
$F_{cl} = H_{cl} L_{cl}$					
$F_{c\delta} = 1,6 B_{c\delta} \delta_c \cdot 10^4$					
$F_B = \Sigma F$					



## 1.5. TƏSİRLƏNMƏ DOLAQLARININ HESABI

### 1.5.1. Dəyişən cərəyan təsirlənmə dolağının hesabı

Dolağın sarğılar sayı mühərrikin güc əmsalı qabaqcadan seçilərkən qəbul edilmiş transformasiya əmsalına əsasən təyin edilir:

$$W'_c = \frac{N_2}{2\alpha} \cdot K.$$

Naqilin en kəsik sahəsi qabaqcadan

$$q'_c = \frac{I_2}{j'_c}, \text{ mm}^2$$

kimi təyin edilir və uyğun olaraq standart naqıl seçildikdən sonra dəqiqləşdirilir.

75<sup>0</sup>S-yə qədər qızmış vəziyyətdə təsirlənmə dolağının müqaviməti:

$$r'_c = 1,22 \frac{2p \cdot W'_c \cdot l'_{or1}}{5700q'_c}, \text{ Om.}$$

Təsirlənmə dolağında aktiv gərginlik düşgüsü:

$$\Delta U'_c = I_2 \cdot r'_c, \text{ V.}$$

Qütbə təsirlənmə dolağının yerləşdirilməsi üçün tələb olunan pəncərənin en kəsik sahəsi:

$$Q'_c = \frac{W'_c \cdot d'^2_{c,i}}{f'_0}, \text{ mm}^2,$$

burada  $f'_0 = 0,82 \div 0,88$  - yığılmanın qeyri-dəqiqliyini nəzərə alan əmsaldır.

Əlavə sabit cərəyan dolağı üçün yeri nəzərə almaqla pəncərənin faktiki en kəsik sahəsi:

$$Q_c = (1,3 \div 1,6) \cdot Q'_c, \text{ mm}^2.$$

Bu qiymətlər əsasında qütb nüvəsinin ölçüləri dəqiqləşdirilir.

Mühərrik dəyişən cərəyan şəbəkəsindən qidalanan zaman aktiv gərginlik düşgüsü:

$$\Delta U'_a = \Delta U_2 + \Delta U_f + \Delta U'_c, \text{ V},$$

harada ki,  $\Delta U_f$  - seçilmiş fırçaya uyğun cədvəldən götürülür (cədvəl 1.2.).

Mühərrikin lövbərində səpələnən maqnit selindən induktiv gərginlik düşgüsü aşağıdakı təqribi ifadə ilə təyin olunur:

$$I_2 X_{\sigma 2} = \frac{\pi \cdot f_1 \cdot N_2^2 \cdot \lambda_2 \cdot l_0}{2a^2 \cdot Z_2} \cdot I_2, \text{ V}.$$

Təsirlənmə dolağında səpələnmədən induktiv gərginlik düşgüsü

$$I_2 X_{\sigma} = 4,44 \cdot f_1 \cdot 2p \cdot W'_c \cdot \gamma_{\sigma} \cdot (\sigma - 1) \cdot \Phi_{\delta}, \text{ V}$$

kimi hesablanır.

Mühərrikdə səpələnmədən yaranan induktiv gərginlik düşgüsü:

$$\Delta U'_{\sigma} = I_2 \cdot X_{\sigma 2} + I_2 X_{\sigma c}, \text{ V}.$$

Yuxarıdakı ifadələrdə  $\gamma_{\sigma} = 0,75 \div 0,85$  - təsirlənmə dolağında səpələnmə selinin ilişmə əmsalıdır.

Eninə lövbər selinin döyünməsindən lövbər dolağında öz-özünə induksiya e.h.q-si:

$$E_{qt} = 0,15 \frac{f_1 \cdot \alpha^3 \cdot N_2^2 \cdot D_{x2} \cdot l_0 \cdot 10^{-8}}{a^2 \cdot p^2 \cdot K_{\delta} \cdot \delta} \cdot I_2, \text{ V}.$$

Qütbün əsas selinin döyünməsindən təsirlənmə do-  
lağında öz-özünə induksiya e.h.q-si:

$$E'_{ct} = 4,44 \cdot f_1 \cdot 2p \cdot W'_c \cdot \Phi_\delta, \text{ V.}$$

Mühərrikin sıxaclarında gərginliyin aktiv təşkile-  
dicisi:

$$U_a = \Delta U'_a + E, \text{ V.}$$

Gərginliyin induktiv təşkiledicisi:

$$U_\sigma = \Delta U'_\sigma + E_{qt} + E'_{ct}, \text{ V.}$$

Mühərrikin sıxaclarında gərginlik:

$$U_{pr} = \sqrt{U_a^2 + U_\sigma^2}, \text{ V.}$$

Yük altında mühərrikin güc əmsalı:

$$\cos \varphi = \frac{U_a}{U_{pr}}$$

kimi hesablanır.

Cədvəl 1.2.

## UKM-in fırçalarının fiziki xüsusiyyətləri

Fırçaların qrupu	Fırçaların markası	Buraxılabilən cərəyan sıxlığı, $j_p$ , A/smt <sup>2</sup>	Nominal cərəyanda cüt fırçada keçid gərginlik düşüsu, $\Delta U_p$ , V	Maksimal cəvrevi sürət, $V_p$ , m/san	Silkelənmə əmsali	Maxsus basqı, $P_p$ , N/smt <sup>2</sup>
Kömür qrafit	E-6	6	2±0,5	10	0,30	1,96÷2,35
	UQ-2	8	2±0,4	15	0,25	
Qrafit	Q-1	7	2,2±0,5	12	0,30	1,96÷2,35
	Q-3	10	1,9±0,4	25	0,25	
	Q-8	11	1,9±0,4	25	0,25	
Elektroqrafit	EQ-2	10	2,7±0,6	25	0,20	1,96÷3,92
	EQ-8	10	2,4±0,5	40	0,25	
	EQ-14	10	2,5±0,5	40	0,75	

Mis-grafit	M-1	15	1,5±0,5	25	0,25	1,47÷1,96
	M-3	12	1,8±0,4	20	0,25	
	M-6	15	1,5±0,5	25	0,20	
Mis-grafit	MQ	20	0,2±0,1	20	0,20	1,96÷2,35
	MQ-4	15	1,1±0,5	20	0,20	
Bronz-grafit	BQ	20	0,3±0,1	20	0,25	1,68÷2,16