

UOT 621.086.9

KÜLƏK ELEKTRİK QURĞUSUNUN STATİKİ İŞ REJİMLƏRİNİN TƏDQIQI

¹HƏŞİMOVA AŞURA RZA qızı

²HACIBALAYEV NADİR MİRZƏBALA oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2 - dosent

n.hacibalayev@mail.ru

Açar sözlər: külək çarxı, külək seli, dönmə bucağı, statiki tarazlıq, dayanıqlıq şərti, moment-güc xarakteristikaları, modullar sayı

Külək elektrik qurğuları (KEQ) istilik elektrik stansiyalarındakı və ya su elektrik stansiyalarındakı turbinlərdən fərqli olaraq, təkcə yükdən asılı deyil, həm də külək selinin strukturundan asılı olan dəyişkən xarici şəraitdə işləyirlər. Ona görə də istismar şəraitində həm külək mühərrikinin fırladıcı momenti, həm də müqavimət momenti fasiləsiz olaraq dəyişir. Külək mühərrikinin çarxının fırlanma sürətinin verilən rejimdə dayanıqlı işləməsini təmin etmək üçün onu tənzim etmək lazımdır.

Külək elektrik qurğusunun fırladıcı momentinin və gücünün fırlanma sürətindən asılılığı qurğunun işçi xarakteristikaları adlanır və $M_v = f(\omega)$ və ya $M_v = f(n)$, $P_v = f(n)$, və ya $P_v = f(\omega)$, kimi ifadə olunur.

Külək mühərrikinin işi zamanı yaranan moment tənzimlənmə olmadıqda, küləyin sürəti azaldıqca həmin moment məhdudiyət qoyulmadan artır. Energetik mülahizələrdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, orta illik külək sürəti $v=5-6$ m/san olduqda külək mühərrikləri üçün küləyin işçi diapazonu $8 \div 20$ m/san qəbul edilə bilər. Bu halda külək çarxından keçən külək selinin qiyməti təqribən 15,5 dəfə dəyişir. Ona görə də fırladıcı momentin nominal qiymətdən artıq olması və külək mühərrikinin artıq yüklənməsinə imkan verməmək üçün artıq külək selinin külək çarxından yan keçməsinə təmin etmək lazımdır. Artıq külək selinin külək çarxından yan keçməsinə təmin etmək üçün pərləri döndərməklə yerinə yetirmək olar, yəni külək çarxının işçi sahəsini külək selinin təsir sahəsindən azaltmaqla əldə etmək olar. Belə üsul külək elektrik aqreqləri üçün geniş tətbiq edilir. Pərləri döndərməklə külək mühərriklərinin külək çarxının sabit sürətlə fırlanmasını əldə etməklə küləyin sürətinin geniş dəyişməsinin diapazonunda külək mühərrikinin uzunmüddətli dayanıqlı iş rejimini təmin etmək olar.

Külək mühərrikinin fırladıcı momentinin $M_v = f(n)$ və gücünün $P_v = f(n)$ xarakteristikaları aşağıdakı kimi qurulur: aerodinamik xarakteristikaya görə modullar sayı Z və ona uyğun olaraq fırladıcı moment \overline{M}_v və külək enerjisindən istifadə əmsalı ε götürülür. Hər bir modullar sayı Z və hər bir saniyədən bir külək sürəti v üçün n -nin [dövr/dəq], M_v -nin [$\text{KO} \cdot \text{m}$]; P_v -nin [kVt] hesablanır. Bu halda $\rho_0 = 0,125 \text{ kq} \cdot \text{san}^2/\text{m}^4$ qəbul edilir.

$$n = \frac{30Z \cdot v}{\pi R} [\text{dövr}/\text{dəq}]$$

$$\overline{M}_v = \frac{M_v}{\pi R^3 \rho \frac{v^2}{2}} [\text{kq} \cdot \text{m}]$$

$$P_v = K_m D^2 V^3 \varepsilon [\text{kvt}]$$

Burada K_m - mütənəsblik əmsalı olub $K_m = 0,000481 \frac{\text{kq}}{\text{m}^3}$

$\varepsilon = \mu \cdot Z$ olub külək enerjisindən istifadə etmə əmsalıdır.

ρ_0 - atmosfer təzyiqi 760 mm civə sütununa və $t=15^0$ C temperatura uyğun olduqda havanın sıxlığıdır.

ρ -nun digər qiymətləri üçün hesabat aparmaq üçün onun qiyməti aşağıdakı kimi hesablanır.

$$\rho = \rho_0 \frac{BT_0}{B_0T} = 0,125 \frac{B(273 + 15^0)}{760(270 + t^0)}$$

$B_0 = 760 \text{ mm} \cdot \text{cst}$

B – isə yeni şəraitdə atmosfer təzyiqi; t^0 – yeni şəraitdə temperaturdur.

T_0 - havanın temperaturu 15^0 C olduqda mütləq temperaturu,

T – yeni şəraitdə havanın mütləq temperaturudur.

Məlum ifadələrə əsasən hesablamalar aparılır, nəticələr cədvələ yazılır, cədvələ əsasən $M_v = f(n)$ və $P_v = f(n)$ qurulur. Göstərilən xarakteristikaları küləyin hər bir sabit qiyməti üçün hesablamalar aparmaqla qurmaq olar. Aşağıdakı şəkildə iti sürətli külək mühərrikinin pərlərini dəyişməklə nümunəvi xarakteristikaların ümumi görünüşü verilmişdir (şəkil 1).

$P_v = f(n)$ xarakteristikalarının hər birinin maksimumu külək çarxının verilmiş külək sürətində nominal Z_n modullar sayına və külək enerjisindən istifadə əmsalının maksimal qiymətinə, $\varepsilon = \varepsilon_{max}$ uyğundur. Moment xarakteristikalarında bu nöqtələr $M_v = f(n)$ xarakteristikasının yüksək hissəsindən sağda alınır. $M_v = f(n)$ əyrisinin maksimumu da azalır və bütün əyriyə küləyin sürətinin azalması istiqamətinə doğru sola sürüşür.

Xarakteristikaların absis oxu ilə kəsişməsi $M_v = 0$ və $P_v = 0$ qiymətinə uyğundur. Bu külək çarxının hər bir verilmiş külək sürətində yüksüz işləmə və fırlanma sürətinin məcburi tənzimlənmə olmaması halına uyğundur. Yüklənmə olduqda işçi nöqtələri $M_v = f(n)$ və $P_v = f(n)$ xarakteristikaları üzərinə $M_g = f(n)$ və $P_g = f(n)$ xarakteristikalarını qondarmaqla almaq olar. Şəkildə bu 4 xarakteristikası kimi qırıq-qırıq xətlərlə verilmişdir və müxtəlif növ generatorlar üçün müxtəlif külək sürətlərinin sabit qiymətlərinə uyğundur.

Külək mühərrikinin uyğunlaşdırılmış $P_v = f(n)$ xarakteristikasına görə onun gücünün küləyin sürətindən asılılıq xarakteristikasını, yəni işçi xarakteristikasını, $P = f(v)$ qurmaq olar.

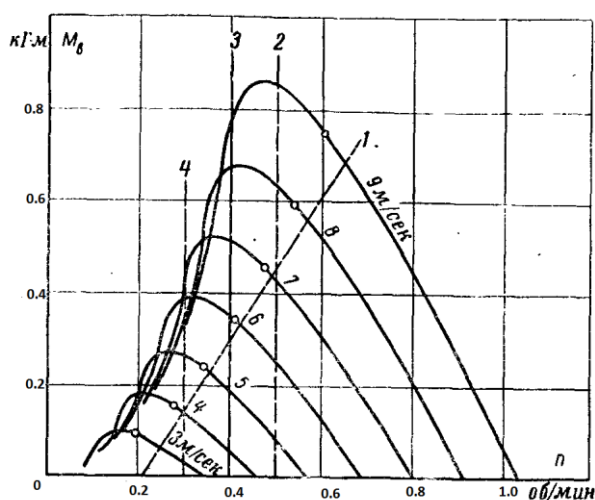
$M_v = f(n)$ və $M_g = f(n)$ və ya $P_v = f(n)$ və $P_g = f(n)$ xarakteristikalarının uyğunlaşdırılması zamanı onlar eyni bir fırlanma sürətinə və eyni bir vala, məsələn mühərrikin çıxış valına gətirilməlidir.

Külək mühərrikinin və generatorun küləyin müxtəlif sürətlərində hesabi iş rejimini araşdırarkən mütləq bir tərəfdən belə sistemin statiki tarazlığının dayanıqlığı təmin edilməlidir, digər tərəfdən isə mühərrikin xarakteristikasının o hissəsindən istifadə etmək lazımdır ki, onun verilmiş şəraitdə istismarı zamanı daha çox faydalı olsun.

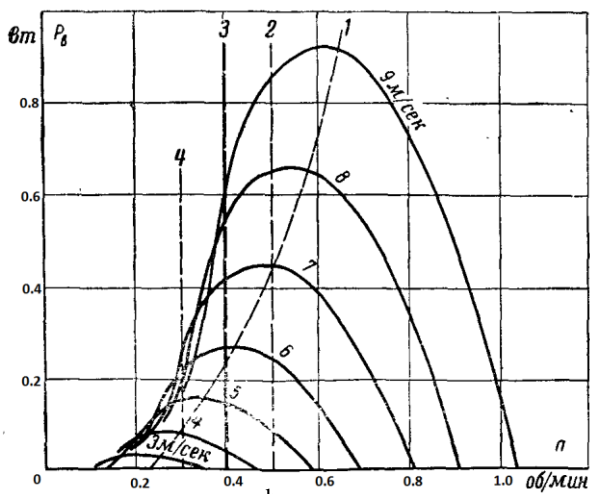
Hər hansı statiki sistemin tarazlığının dayanıqlı olmasını təyin etmək üçün, adətən, onun tarazlıq vəziyyətindən kiçik uzaqlaşması hallarını nəzərdən keçirirlər. Əgər kiçik uzaqlaşma zamanı sistemi əvvəlki vəziyyətə qaytarmağa lazım olan moment yaranarsa, tarazlıq dayanıqlı olar. Lakin əksinə, yaranan moment bu uzaqlaşmanı artırmağa çalışarsa, belə tarazlıq dayanıqsız olur. Külək elektrik qurğusu üçün statiki dayanıqlıq şərti aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

$$\frac{dM_v}{dn} < \frac{dM_g}{dn}$$

Verilmiş dayanıqlıq şərti göstərir ki, generator şaquli xarakteristikaya malik olduqda onun dayanıqlığı təmin olunacaqdır. Əgər generatorun xarakteristikası maili olarsa, onda bu xarakteristikanın mühərrikin xarakteristikasının sağ hissəsi ilə kəsişməsi zamanı da dayanıqlılıq təmin olunacaqdır. Generatorun maili xarakteristikasının külək mühərrikinin xarakteristikasının sol hissəsi ilə kəsişməsi zamanı dayanıqlıq o zaman əhəmiyyət kəsb edir ki, əgər generatorun xarakteristikasının mühərrikin xarakteristikası ilə kəsişmə nöqtəsi sonuncudan dik olsun.



a



b

Şəkil. D-2 külək mühərrikinin işçi xarakteristikaları $M_v = f(n)$ və $P_v = f(n)$

Külək mühərrikinin iş rejiminin seçilməsinin ikinci şərti onun gücündən tənzimlənməyə qədər yaxşı istifadə olunmasından ibarətdir. Külək mühərriki üçün belə əlverişli iş rejimi fırlanma sürətinin dəyişkən $Z = Z_n$ modullar sayının sabit olması zamanı olur. Belə rejim yük əyrisi ilə təyin olunur, hansı ki, bu yük əyrisi küləyin bütün sürətlərində külək mühərrikinin güc xarakteristikalarının təpəsindən keçmiş olsun. Lakin belə rejimin yaradılması həmişə mümkün olmur, çünki külək mühərriki ilə işləyən generatorun xarakteristikaları çox vaxt belə əyri formasına bəzi hallarda yaxınlaşır. Xüsusilə mühərrikin belə iş rejimi dəyişən cərəyan generatorundan istifadə etdikdə çətinliklə yaranır, çünki generator sabit tezlikdə işləməlidir. Generatorun xarakteristikasının forması tələb edir ki, külək mühərriki külək çarxlı sabit fırlanma sürəti və dəyişən modullar sayı rejimində və ya bu ikisinin arasında olan rejimində işləsin.

Nəticə

1. Məqalədə külək elektrik qurğusunun statiki iş rejimində fırladıcı momentin və gücün fırlanma sürətindən və küləyin sürətindən asılılıq əyriələrinin qurulması verilmişdir.

2. Külək mühərrikinin fırladıcı momentinin və gücünün nümunəvi xarakteristikalarına görə onun statiki iş rejiminin dayanıqlıq məsələlərinə baxılmış, dayanıqlıq şərtinə görə külək mühərrikinin əlverişli işinin təmin olunması izah edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Мустафаев Р.И., Гашимова А.Р. Статические характеристики ветроэнергетических установок с асинхронным генератором при регулировании подводимого к статору напряжения // Электротехника, № 11, 1999.
2. Андрианов В.Н., Быстрицкий Д.Н., Вашкевич К.П., Секторов В.Р. Ветроэнергетические станции. М.: Государственное энергетическое издательство, 1960.
3. Обухов С.Г. Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых энергоресурсов. Томск: ТПУ, 2008, 150 с.

РЕЗЮМЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ
ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Гашимова А.Р., Гаджибалаев Н.М.

Ключевые слова: *колесо ветра, поток ветра, угол поворота, статическое равновесие, условия устойчивости, моментно-мощностная характеристика, число модулей.*

Ветроэлектростанции в отличие от турбин на тепловых электростанциях или гидроэлектростанциях, работают в изменяющихся внешних условиях, которые зависят не только от нагрузки, но и от структуры ветрового потока. Поэтому в условиях эксплуатации и крутящий момент ветрового двигателя, и момент сопротивления изменяются непрерывно.

В статье приведено построение кривых зависимости крутящего момента и мощности от скорости вращения и скорости ветра в статическом режиме работы ветроэлектростанции. Рассмотрены вопросы устойчивости статического режима работы ветрового двигателя по образцовым характеристикам крутящего момента и мощности, объяснено обеспечение благоприятной работы ветрового двигателя по условиям устойчивости.

SUMMARY
RESEARCH OF STATIC OPERATING MODES OF WIND POWER PLANT

Hashimova A.R., Hajibalayev N.M.

Key words: *wind wheel, wind flow, angle of rotation, static equilibrium, stability conditions, moment-power characteristic, number of modules.*

Wind farms, unlike turbines in thermal power plants or hydroelectric power plants, operate under changing external conditions that depend not only on the load, but also on the structure of the wind flow. Therefore, under operating conditions, both the wind engine torque and the drag moment change continuously.

The article presents the construction of curves for the dependence of torque and power on the speed of rotation and wind speed in the static mode of operation of a wind farm. The issues of stability of the static mode of operation of the wind engine according to the exemplary characteristics of torque and power are considered, and the provision of favorable operation of the wind engine under stability conditions is explained.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	28.11.2019
	Son variant	04.02.2020