

UOT:621.313

İKİ GENERATORLU KÜLƏK ELEKTRİK QURĞUSUNUN XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ ENERGETİK GÖSTƏRİCİLƏRİ

¹ABDULKADİROV A.İ., ²HACİBALAYEV N.M., ²CABBAROVA S.M.

¹*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti*
Ünvan : Azərbaycan ,Bakı AZ 1010, Azadlıq prospekti, 20

²*Sumqayıt Dövlət Universiteti*
Ünvan : Azərbaycan, Sumqayıt AZ 5100,43-cü məhəllə
E-mail : n.hacibalayev@mail.ru,

İki növ külək elektrik qurğularının (KEQ) energetik göstəricilərinin müqayisəli analizinin nəticələri verilmişdir; qütblər sayı tənzimlənən asinxron generatorunun bazasında KEQ və adi asinxron generatorlu olan ikili generatorlu KEQ. KEQ-in bu variantları yaxşı energetik göstəricilərə malik olmaqla bərabər, əlavə yaxşılaşdırıla da bilər. Ən yaxşı həll iki generatorlu KEQ-də alındığı göstərilmişdir. Bu qurğuda, külək enerjisindən istifadə əmsalının artırılmasından əlavə, elektrik generatorunun faydalı iş əmsalının da artırılmasına nail olmaq mümkündür.

Açar sözlər: külək elektrik qurğular, asinxron generator, energetik göstəricilər, külək enerji, iki generatorlu KEQ.

Giriş. İnsan tərəfindən qədimdən istifadə olunan külək, güclü energetik mənbələrdən biridir. Ənənəvi bərk və maye yanacaqlardan fərqli olaraq külək enerjisini əldə etmək və nəql etmək üçün xərc tələb olunmur. Çox zaman külək enerjisini “müftə” enerji adlandırırlar. Lakin bu yanlış fikirdir. Külək enerjisinin çevrilməsinin əsas xərcləri külək elektrik qurğusunun yaradılmasına və quraşdırılmasına sərf olunur. Bunlar isə çox böyük xərclərdir.

Ona görə də bu vaxta qədər çoxlu sayda müxtəlif külək qurğuları yaradılmışdır. Bu sahədə işlər davam etdirilir və əsas məsələ energetik göstəricilərin yaxşılaşdırılmasına yönəlmişdir.

Əsas hissə. Məqalədə iki növ KEQ-ə baxılır:

1. İki sürətli (iki dolaqlı) asinxron generatorlu KEQ
2. Standart asinxron generatorlu iki generatorlu KEQ

Bu KEQ-lər kifayət qədər rəşional struktura malik olub, yüksək etibarlığa malikdir. Bununla bərabər, müqayisəli dərəcədə külək enerjisindən yüksək istifadə əmsalına malikdir. Bu küləyin aşağı sürətlərində çox vacib məsələdir. Məsələn, küləyin sürətlərində (3,5÷5,5) m/san birinci növ KEQ külək enerjisindən böyük istifadə əmsalına malik olması ilə xarakterizə edilir və bu ikili doydurulan asinxron generatorlu, yaxud tezlik çeviricili sinxron generatordan daha üstündür [1,2,4]. Bu vəziyyət küləyin kiçik sürətlərində elektrik enerjisi istehsalını əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa imkan verir.

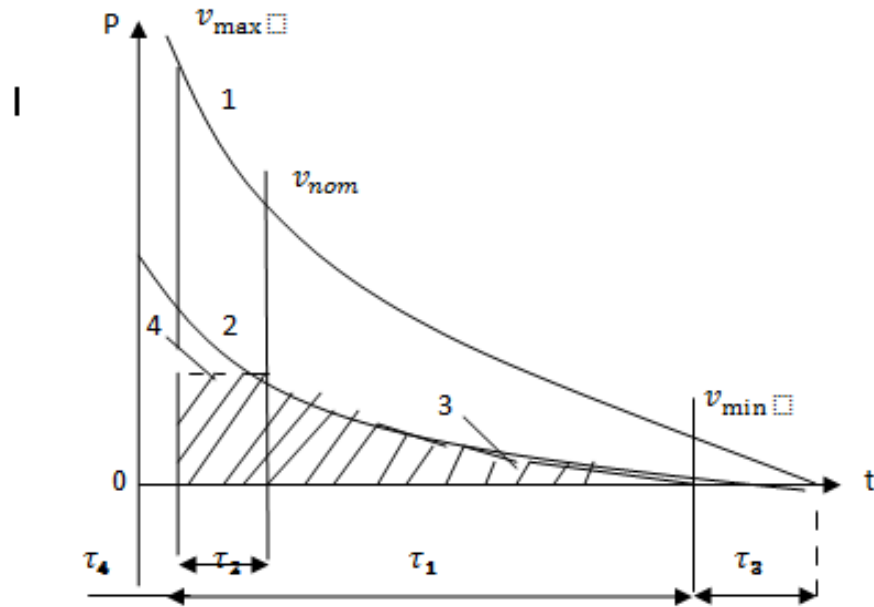
Bu külək mühərrikinin valındakı (KM) güc ifadəsindən də aydın görünür

$$P_{KM} = 4,8 \cdot 10^{-5} \cdot D^2 \cdot \vartheta^3 \cdot \xi, \text{ kVt} \quad (1)$$

Burada D-külək pərinin diametri, m; ϑ - küləyin sürəti, m/san; ξ -külək enerjisindən istifadə əmsalıdır.

$P_{KM} = \vartheta^3$ olduğu üçün kiçik ϑ şəraitində elektrik enerjisi əhəmiyyətli dərəcədə azalır. Buradan isə ξ - nin artırılması məsələsi gündəmə gəlir. Şəkil 1-də göstərilən küləyin xüsusi gücü əyrilərdə bunu təsdiq edir. 2 əyrisinin altında qalan sahə, verilmiş ξ şəraitində külək

mühərrikdə çevrilə biləcək enerjiyə uyğundur. Gücün faktiki paylanmasına 3 və 4 ayrıləri uyğundur.

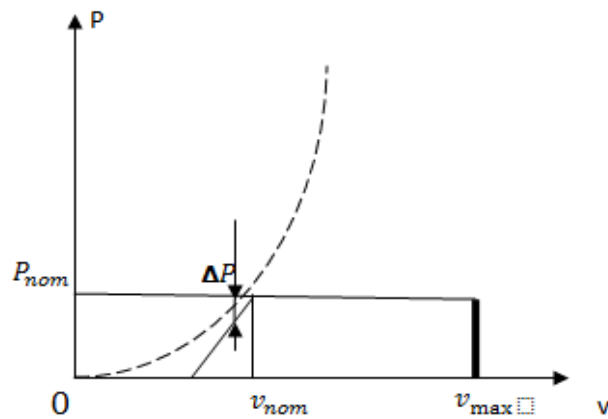


Şəkil 1. Küləyin xüsusi gücünün nəzəri paylanması

- 1- küləyin xüsusi gücünün nəzəri paylanması,
- 2- külək təkərinin valında xüsusi güc,
- 3, 4- külək elektrik qurğusunun xüsusi gücünün faktiki paylanması.

Şəkil 1. praktikada da özünü doğruldur. Beləki, KEQ-in mövcud konstruksiyalarında küləyin tam sürətlər diapazonu istifadə olunmur (τ_3, τ_4). İl ərzində KEQ - ya tamamilə faydalı güc yaratmır (τ_3, τ_4 müddətləri) ya da çox az yaradır (τ_1).

Küləyin sürətinin $\mathcal{G} < \mathcal{G}_{min}$ qiymətlərində külək mühərrikinin gücü KEQ-in düyünlərində sürtünmə qüvvəsini dəf etməyə də çatmır (KM fəaliyyət göstərmir). Bunlar şəkil 2- də nümayiş etdirilmişdir.



Şəkil 2. Külək elektrik qurğusunun (P) küləyin sürətindən (V) asılılığı; külək elektrik qurğusunda külək təkərlərinin valında gücün nəzəri əyrisi (qırıq xətt), ΔP - külək elektrik qurğusunda güc itkisi.

İkigeneratorlu, ikinci növ KEQ-i analiz edək. Həqiqətən küləyin aşağı və yuxarı sürətlərində iki elektrik generatorunun olması məqsədəuyğundur. Belə KEQ-in iş strategiyası belədir. Küləyin sürəti 3,5 m/san-dən az olduqda generatorlar şəbəkədən açılır və KEQ işləmir. Küləyin sürəti (3,5÷5,5) m/san olduqda kiçik güclü generator qoşulur və öz funksiyasını yerinə yetirməyə başlayır. Sürət 5,5 m/san-dən çox olduqda və açılma sürətindən aşağı olduqda ikinci böyük güclü generator şəbəkəyə qoşulur (şəkil 3). Küləyin sürəti 24 m/san çox olduqda KEQ dayandırılır. Açılma sürəti elə bir sürətdir ki, artıq yüklənmələr və qəza hallarından qaçmaq üçün KEQ dayandırılmalıdır.

Külək enerjisindən istifadə əmsalına görə KEQ-in bu variantı iki sürətli KEQ-ə ekvivalentdir. Digər energetik göstəricilərinə - küləyin kiçik sürətlərində faydalı iş əmsalı və güc əmsalına görə hətta onu qabaqlayır.

Bu variantı daha ətraflı nəzərdən keçirək. Reduktor və generator da daxil olmaqla KEQ-in faydalı gücü aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

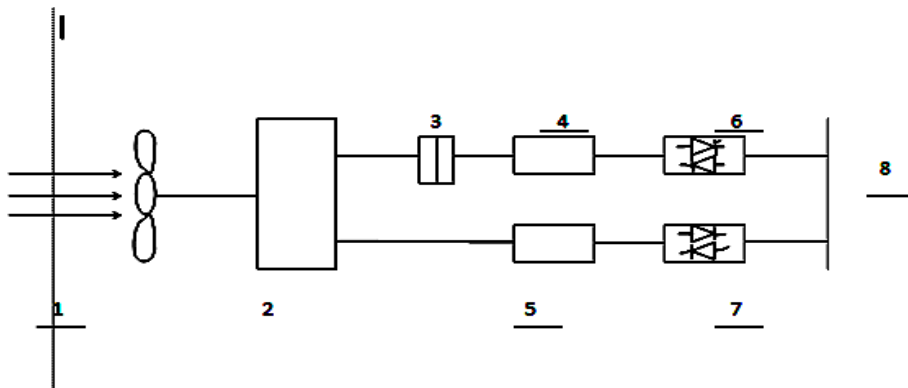
$$P_{KEQ} = P_{KM} \cdot \eta_r \cdot \eta_g \quad (2)$$

Burada η_r və η_g - reduktor və generatorun faydalı iş əmsalıdır.

Reduktorun faydalı iş əmsalı az dəyişir və adətən $\eta_r \approx 0,95$. Lakin generatorun f.i.ə.- da vəziyyət başqadır. Asinxron generatorun mənfi xüsusiyyətlərindən biri, onun reaktiv güc tələb etməsi ilə faydalı iş əmsalının kiçik yüklərdə aşağı olmasıdır. [2]- də buna diqqət yetirilmişdir. GROWIAN tipli gücü 3MVt olan, yükü 100%, 50% və 10% olduqda asinxron generatorun f.i.ə.- lı uyğun olaraq 0,95; 0,85 və 0,4 olmuşdur.

Bunun nəticəsində göstərilən diapazonda elektrik enerji istehsalı əhəmiyyətli artırmaq olar. İki sürətli generatorla KEQ-də belə effektdə nail olmaq mümkün deyil.

KEQ-in üçüncü energetik göstəricisi olan güc əmsalına ($\cos\phi$) da baxaq. İki sürətli asinxron generatorlu KEQ-də onun artırılmasına qədər standart həldən istifadə etmək olar, ya kondensator batareyalarının köməyi ilə reaktiv gücü fərdi kompensasiya etmək, ya da reaktiv gücü külək elektrik stansiyasının tərkibində kompensasiya etmək.

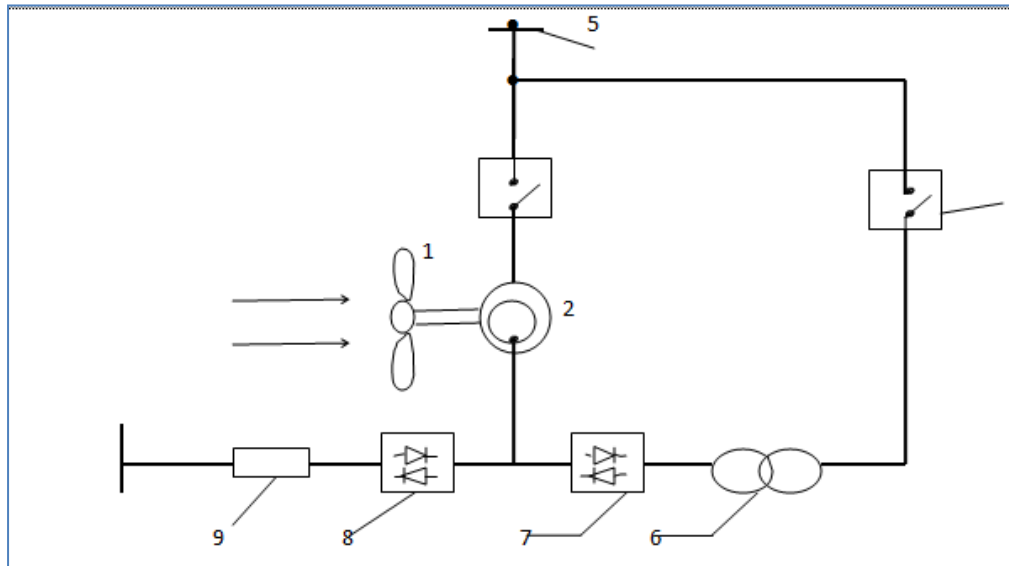


Şəkil 3. İki generatorlu külək elektrik qurğusunun struktur sxemi
1- külək mühərriki, 2- reduktor, 3- mufta, 4-5- kiçik və böyük güclü elektrik generatorlar, 6-7 – tiristor kommutatorları, 8- elektrik şəbəkəsi.

Bu variantdan fərqli olaraq iki generatorlu variantda o, kiçik generatorun olması səbəbindən böyük imkanlara malikdir. Təklif edilən ideya ona əsaslanır ki, küləyin kiçik

sürətlərində qeyd edilən generator sinxronlaşdırılmış asinxron generator halına keçirilir və $\cos\varphi \approx 1$ olur [3-5]. Böyük güclü generator işləyən zaman, kiçik güclü generator sinxron kompensator rejiminə keçirilir. Bu məqsəd üçün şəkil 3 – də göstərdiyi kimi reduktorun çıxış valı ilə kiçik güclü generatorun valı mufta (məsələn pnevmatik) vasitəsi ilə aralanır və qoşulur. Kiçik güclü generator olaraq, faz rotorlu asinxron maşının istifadəsi tövsiyyə olunur. Aşağıdakı iş rejimlərini yerinə yetirməyə imkan verən belə maşının kontaktsiz variantı işlənmişdir (firça və halqalarsız): qısa-qapanmış rotorlu asinxron generator, sinxronlaşdırılmış asinxron generator, asinxron mühərrik və sinxron kompensator.

Şəkil 4- də kontakt halqalı asinxron maşının bazasında iki generatorlu KEQ – in idarə sisteminin struktur sxemi göstərilmişdir. Bu sxem kiçik güclü generatorun yuxarıda göstərilən rejimlərini təmin edir.



Şəkil 4. Sinxronlaşdırılmış asinxron generatorlu külək elektrik qurğusunun struktur sxemi
1- külək mühərriki, 2- generator, 3-4- kommutasiya aparatları, 5- elektrik şəbəkəsi,
6- transformator, 7-8 – tristorlu çevirici, 9- rezistor.

NƏTİCƏLƏR

1. İki sürətli asinxron generatorlu və iki generatorlu standart konstruksiyalı asinxron generatorlu KEQ- nun energetik göstəricilərinin müqayisəli analizi yerinə yetirilmişdir.
2. Göstərilmişdir ki, baxılan növlər küləyin kiçik sürətlərində küləyin enerjisinin böyük istifadə əmsalına malikdir və ikili qidalanan asinxron generatorlu və stator dövrəsində tezlik çeviricisi olan sinxron generatorlu KEQ- dən üstündür.
3. Elektrik generatorlarının faydalı iş əmsalının qiymətinə görə küləyin kiçik sürətlərində iki generatorlu KEQ- in digər növlərə nəzərən üstünlüyü aşkar edilmişdir.
4. KEQ- in məlum sxemləri ilə müqayisədə iki generatorlu sxemdə güc əmsalını $\cos\varphi \approx 1$ qədər artırmaq yanaşması təklif edilmişdir.
5. KEQ- də sinxron və sinxronlaşdırılmış uzununa- eninə təsirlənən generatorların istifadəsinin ilkin nəticələri verilmişdir.

1. Мустафаев Р.И., Гасанова Л.Г. Сравнительная оценка эффективности функционирования современных ветроэлектрических установок. Изв. Вузов. Электромеханика, 2008, №8, 57-60 с.

2. Windenergetik 2006. Bundecverband Wind Energetic Servise Gmbh 2006 (Справочник).
3. *Абдулкадыров А.И., Мустафаев Р.И.* Применение синхронизированного асинхронного генератора в ветроэлектрической установке. Проблемы энергетики, 2003, №1, 28-32 с.
4. *Abdulkadirov A.I., Mustafayev R.I.* A new generation scheme of wind power plant. 3- rd International Conference of Technical and Physical Problems in power Engineering, 29-30 may, 2006, Turkey, Ankara, 977-979 p.
5. *Абдулкадыров А.И., Гаджибалаев Н.М.* Система возбуждения синхронизированной асинхронной машины. Науч.тр. Азербайджанской Государственной Морской Академии, 2008, №7, 66-68 с.

ОСОБЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВУХ ГЕНЕРАТОРНЫХ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.

АБДУЛКАДЫРОВ А.И., ГАДЖИБАЛАЕВ Н.М., ДЖАББАРОВА С.М.

Приведены результаты сопоставительного анализа энергетических показателей ВЭУ двух типов; ВЭУ на базе асинхронного генератора с регулированием числа полюсов и двухгенераторная ВЭУ с обычными асинхронными генераторами. Показано, что данные ВЭУ имеют сравнительно хорошие энергетические показатели, которые могут быть дополнительно улучшены, при этом наилучшее решение достигается в двухгенераторной ВЭУ. Последнее достигается тем, что генератор малой мощности при низких скоростях ветра переводится в режим синхронного генератора, а при больших скоростях - в режим синхронного компенсатора.

Ключевые слова: ветряные электростанции, асинхронный генератор, энергетические показатели, энергия ветра, двухгенераторный ВЭУ.

FEATURES AND ENERGY INDICATORS TWO GENERATOR WIND ELECTRIC INSTALLATIONS.

ABDULKADYROV A.I., GADZHIBALAYEV N.M., JABBAROVA S.M.

The results of a comparative analysis of the energy indicators of two types of wind turbines are given; Wind turbines based on asynchronous generator with regulation of the number of poles and two-generator wind turbines with conventional asynchronous generators. It is shown that wind turbine data have relatively good energy indicators, which can be further improved, with the best solution being achieved in a two-generator wind turbine. The latter is achieved by the fact that a low-power generator at low wind speeds is transferred to the synchronous generator mode, and at high speeds - to the synchronous compensator mode.

Keywords: wind power plants, asynchronous generator, energy indicators, wind energy, two-generator wind turbines.