

**Dermotewosjan, M.K., Kobenko, Ju.W.**  
**Die Stromversorgung der olympischen Anlagen bei den Winterspielen  
in Sotschi 2014**

*Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk.*

Im Artikel wird die Situation im Bereich der Stromversorgung in Sotschi behandelt. Sotschi hat drei Unterstation mit 220-kW-Leistung. Das sind Schepsi, Dagomis und Psou, sowie auch die zentrale Unterstation mit 550-kW-Leistung.

Sotschi bezieht Strom durch zwei Stromleitungen von 110 kV mit einer Durchlassfähigkeit von 650MWt.

Zu den Winterspielen 2014 sind weitere Kraftwerke aufgebaut worden: das Kudepst und Dgubginsk. Das Wärmekraftwerk Adler wurde erheblich ausgebaut.

Um Stromausfälle zu vermeiden und die Infrastruktur der Olympischen Spiele zu unterstützen, wurde entschieden, die elektrische Energie zu speichern. Das Unternehmen Parker hat ein Energieumwandlungssystem entwickelt, das Energiespeicherelemente (typischerweise große Batteriespeicherblöcke) an das Netz anschließt, um Bedarfsschwankungen effizient auszugleichen. Das System kann in verschiedenen Modi laufen, z. B. Echtzeitlieferung, Spitzenlastabdeckung und andere.

50 Brigaden von 248 Menschen müssen für die Kontrolle der Stromleistungen sorgen. 700 km Hochspannungsleitungen und 2500 km Erdkabel sind instandgesetzt worden. 500 Elektrizitätswerke sind gebaut worden.

Während der Arbeiten wurden zahlreiche innovative technische Lösungen realisiert worden, z.B. mehrkantige Freileistungsmasten und Erdkabel.

Die Vorteile mehrkantiger Freileistungsmasten sind Adaptionsfähigkeit, Lebensdauer, Betriebssicherheit, ästhetische Wirkung, Transportfähigkeit und andere.

Erdkabel besitzen gegenüber Freileitungen einige Vorteile. Sie sind gegen Beschädigungen hervorragend geschützt. Außerdem ist bei niedrigen Spannungen ihre elektromagnetische Verträglichkeit erheblich besser. Erdkabel stören das Landschaftsbild weniger als Freileitungen. Außerdem gefährden sie im Gegensatz zu Freileitungen Vögel nicht.

Große Mengen an Bauarbeiten wurden durchgeführt. Im Rahmen einer komplexen Prüfung der Systeme zur Stromversorgung der Olympischen Objekte in Sotschi wurde eine hohe Zuverlässigkeit des Stromnetzes bestätigt.

**Dikovich, V.V.**

**Active power and frequency control**

*National Research Tomsk Polytechnic University.*

Abstract.

The objectives of this report are to describe principles by which large multi-area power systems are controlled and to anticipate how the introduction of large amounts of active power production might require control protocols to be changed. Frequency-and-power control is one of a large number of engineering issues [2].

Introduction.

The fundamental principles by which the power system is controlled and operated are those of the existing fleet of generating plants. These plants are based on synchronous generators driven by turbines that are intended to operate at substantially constant speed.

Active power and frequency control.

The level of frequency in an electric energy system is the most important characteristic of the energy system. The frequency value represents the correlation between the balance of the generated and consumed active power in the energy system. Also the frequency level is an indicator of the quality of the electric energy and shows in the work regimes that exist in the energy system at the present moment. In Russia the level of frequency in the normal regime of work is 50 Hz. The electric energy system has such characteristics as:

- correspondence between the production and consumption of the electrical energy at each moment of time;
- lack of large electric energy storage devices.

These characteristics define the requirements for the electric energy system. They must respond to the requirements in cost-effective issues, in reliability of electric energy supply and quality of supply.

These features require continuous monitoring of the energy balance. Frequency responds to all these requirements.

In the course of the electric energy system work there occurs an imbalance of active power which is caused by instability of consumption, disconnections of generators or power transmission lines. These imbalance events in active powers produce changes in the level of frequency.

All consumers of active electrical energy depend on the level of frequency. Reducing the frequency level will produce the reduction of productivity of the motors and other loads. Also such reduction of frequency has a negative effect on the generator. Namely reduction of frequency will cause reduction of the active power which is produced by the generator. Reduction of generated active power will cause reduction in performance of the auxiliary mechanism at the power station. In its turn this will cause reduction of the active power of the turbine generator which in turn will cause the deficiency in the energy system capacity disposal power, so the frequency will reduce yet more. This effect is called frequency avalanche.

The frequency avalanche can cause the emergency operation of the power generating device.

Frequency regulation requires servicing, with changes in output power within short times. The frequency signal regulation limits the amount of energy delivery which is required for its provision.

There exist different methods which are available for frequency regulation; they include an increase or decrease in generation powers. Each of these methods has pros and cons, and the realization of these methods takes from a millisecond to minutes.

The most common methods for frequency regulation are primary and secondary frequency control. These methods are based on the changes in rotation speed of the turbine by means of changes in supplying the fuels to the boiler. This means that the rotation frequency of the generator will change and respectively alternating current frequency in the grid will also change.

Another opportunity is to use special equipment – automatic frequency load shedding. This device controls the level of frequency and reacts to the sudden change in frequency. After the reaction the automatic frequency load shedding disconnects part of the load. As a result the load reduces but the active power remains the same and the power balance and frequency, in the electric energy system, restores.

The frequency of a power system is dependent on the real power balance. A change in real power demand at one point of a network is reflected throughout the system by a change

in frequency. Therefore, system frequency provides a useful factor to indicate system generation and load imbalance [1].

#### Conclusion.

The level of frequency in an electric energy system is the most important characteristic of the energy system. The frequency of a system is dependent on active power balance. As frequency is a common factor throughout the system, a change in active power demand at one point is reflected throughout the system by a change in frequency.

#### References:

1. Cohn, N. Control of Generation and Power Flow on Interconnected Power Systems, Second Edition. John Wiley & Son, Inc., New York. 1971.
2. Bevrani H. Robust Power System Frequency Control, Power Electronics and Power Systems. Springer Science+Business Media LLC 2009.

**Ermakowa, E.E., Kobenko, Ju.W.**

#### **Die Solarkraft: Produktion der Photovoltaikanlagen**

*Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk.*

Die Energie ist eines der am meisten diskutierten Begriffe heute. Die Menschheit braucht Energie, die Notwendigkeit dafür steigt jedes Jahr. In diesen fossilen Reserven von natürlichen Brennstoffen sind nicht unendlich. Es ist daher notwendig, um erneuerbare Energiequellen zu entwickeln. Eine der beliebtesten Formen der erneuerbaren Energien ist die Solarenergie. Potenzielle Energie basiert auf der Verwendung von direktem Sonnenlicht mit extrem hoher Effizienz.

Die solaren Photovoltaikanlagen sind elektronische Geräte, die das Sonnenlicht in Strom umwandeln. Mehrere verbundene Photovoltaikanlagen machen eine Solarbatterie aus. In den Städten ist es bereits möglich, diese Batterien auf Dächern platziert zu sehen.

Die einfachste Solarzelle wird aus Silizium hergestellt und stellt zwei dünne Platten dar, von denen jede bestimmte Verunreinigungen enthält. In einer von ihnen ist ein Überschuss an Valenzelektronen und in der zweiten fehlen sie. Zwischen den Platten befindet sich eine isolierende Schicht. Wenn die Lichtschranke an dieser Stromversorgung angeschlossen ist, werden die Elektronen unter ihrem Einfluss die Isolationsschicht und überwinden und durch den Halbleiter fließt der Strom. Ein ähnliches Verfahren findet unter Einwirkung von Sonnenlicht statt. Photon des Lichts dringt in Halbleiter, teilt sie in Elektronen und Protonen. Sie eilen zu den entgegengesetzt geladenen Platten, überwinden leicht die isolierende Schicht. Als ein Ergebnis beträgt in einem Halbleiterpotentialdifferenz etwa 0,5 V. Die Stromstärke ist proportional zu der Anzahl der empfangenen Photonen, die von der Fläche des Halbleiter- Strahlungsintensität und Belichtungszeit abhängt.

Eine sehr wichtige Rolle wird von Anti-Reflex- Beschichtung und der Fähigkeit, Licht zu Material, aus dem die Platte von der Fozelle führen, gespielt. Moderne Solarzellen unterscheiden sich voneinander entsprechend diesen Parametern. Jetzt sind auf dem Markt Solarzellen, amorphen, poly- und monokristallinen Typs. Effizienz der beiden letzteren ist nicht sehr verschieden, die Leistung amorphen Solarzellen wesentlich geringer ist.

Unter den Materialien führt die Herstellung von Silizium-Solarzellen. Aber es gibt auch so genannte Dünnschicht-Solarzellen, die Kupfer-Indium-Diselenid und enthalten.

In modernen Solaranlagen werden manchmal Hybridmethoden benutzt. Oberhalb dieser Geräte werden in der Dünnschicht-Elemente angeordnet, und unter ihnen – Silizium, die auch nicht über die Photonen, da nur oberen Rastelemente des Spektrums. Diese Solarbatte-