

description of the particle swarm algorithm is given, the main aspects of its functioning are considered, a mathematical description and a block diagram of the work are presented. As a result of the research, the rational parameters of the algorithm are determined, which ensure its effective application for finding the point of maximum power of solar batteries in partial shading. Four practical examples of the algorithm operation at non-uniform illumination of solar batteries are considered, its efficiency is estimated. It is found that the most difficult operating conditions of the algorithm are the modes with low illumination value of the solar battery, characterized by flat volt-watt characteristics.

It is shown that the application of the evolutionary particle swarm algorithm provides reliable and efficient tracking of the maximum power point of solar cells under partial shading conditions. The maximum number of iterations does not exceed 30 for all the test experiments, with a tracking time of less than 1 minute, which determines good prospects for the application of this algorithm in industrial controllers for finding the maximum power point.

## **Исследование характеристик различных видов биомассы применительно к технологиям топливосжигания**

К.Т. Ибраева, Ю.О. Манаев, С.А. Хаустов, Р.Б. Табакаев

*Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск,  
пр. Ленина, 30*

kti1@tpu.ru

Выработка энергии электростанциями сопровождается огромными выбросами в воздушное пространство вредных веществ, загрязняющих окружающую среду [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения [2] загрязнение воздуха приводит к преждевременной смертности нескольких миллионов человек в год. Наибольший ущерб наносят станции, использующие в качестве топлива каменные и бурые угли, антрациты.

Снижение вредных выбросов энергетической отрасли постепенно обеспечивается вовлечением возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Однако доля ВИЭ в выработке электроэнергии в настоящее время составляет лишь 7.1% (без учета гидроэнергетики) [2]. В связи с этим исследования по вовлечению ресурсов биомассы в топливно-энергетический баланс являются актуальными.

В работе исследовано несколько видов биомассы: древесные (щепа различных пород древесины и сосновые опилки) и агропромышленные (отруби, солома, скорлупа орехов) отходы, торф (с 2-х месторождений Томской области). Установлено, что торф из-за высоких значений влажности (более 38%) и зольности (более 22%), имеет низкую теплоту сгорания (менее 7,5 МДж/кг); теплота сгорания остальных проб биомассы, несмотря на малую зольность, не превышает 16-17 МДж/кг. Температура начала деформации золы ( $t_A$ ) у отрубей составила всего 780°C, что говорит о шлаковании поверхностей нагрева при их сжигании;  $t_A$  для остальных рассматриваемых проб превысила 1180°C. Химический анализ золы показал, что пробы торфа из-за высокого содержания CaO и SiO<sub>2</sub> в своем составе также имеют склонность к шлакованию способность этих топлив. Изученные характеристики показывают необходимость предварительной переработки биомассы для эффективного сжигания.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00648.*

#### **Список литературы**

1. Dmitrienko M. A., Nyashina G. S., Strizhak P. A. // J. Clean. Prod. 2018. V. 177. P. 284–301.
2. World Energy Outlook Special Report. Energy and Air Pollution. Paris: International Energy Agency, 2016. 97.

## **Investigating the characteristics of various biomass applied to fuel-burning technologies**

K.T. Ibraeva, Yu.O. Manaev, S.A. Khaustov, R.B. Tabakaev

*Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Ave. 30*

kti1@tpu.ru

The energy generation by power plants is accompanied by huge hazardous substances emissions polluting the environment and airspace [1]. According to the World Health Organization [2] the air pollution leads to premature deaths of several million people per year. The greatest damage is caused by power plants using a coal, lignite and anthracite as a fuel.

The reduction of harmful emissions in the energy sector is gradually provided by the involvement of renewable energy sources (RES). However, the share of RES in the electricity generation is currently only 7.1% (excluding hydropower) [2]. In this regard, studies of the involvement of biomass resources in the fuel and energy balance are relevant.