

4.3.2 Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДЯЩИХ СВОЙСТВ ВОДОРОДА ПРИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Е.А. РОЖКОВ, канд. техн. наук, ст. преподаватель
zhenyacool31@yandex.ru

E.A. ROZHKOV, Cand. Sci. (Tech.), Senior Lecturer

В.Е. ГРЕБНЕВ, обучающийся

V.E. GREBNEV, Student

¹Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Россия, Краснодар

¹Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar

Аннотация. В последнее время исследование водорода (H_2) и его теплопроводящих свойств является актуальной задачей в области энергетики и теплотехники. Водород весьма уникален и отличается своими физико-химическими свойствами. На крупных и промышленных предприятиях идет использование водорода в качестве теплоносителя для охлаждения турбогенераторов.

Целью исследования является изучение термодинамических свойств водорода, также параметров теплообменников, предназначенных для отвода тепла от турбогенераторов. Представляется анализ существующих методов отвода тепла турбогенератора. А именно обзор полного воздушного или водородного охлаждения элементов; косвенный способ отвода тепловой энергии от обмотки статора и непосредственный (прямой) – от обмотки ротора турбогенератора крупной паровой турбины ТВФ-1652-1 и турбогенератор с воздушным охлаждением серии ТФП-40-2Н. В результате проведенного анализа, были проведены расчеты значений числа Рейнольдса при различных значениях температуры и скорости потока и была рассмотрена зависимость числа Рейнольдса от температуры.

Для того чтобы использовать воздуха в качестве теплоносителя необходим жесткий контроль скорости и температуры потока. У водорода число Нуссельта (Nu) выше, чем для воздуха, таким образом, водород эффективнее при отведении тепла. Сравнивая термодинамические характеристики воздуха и водорода при их возможном использовании в качестве теплоносителя при охлаждении турбогенераторов, можно сделать вывод о том, что при нормативных значениях температуры и давления рассчитанное число Рейнольдса (Re) для водорода имеет рациональный диапазон изменения в зависимости от скорости потока. Таким образом, водородное охлаждение имеет наиболее высокий потенциал для охлаждения паровых турбин турбогенератора.

Ключевые слова: турбогенератор, охлаждение, теплообменник, водород, теплопроводность, конвекция, режимы работы

RESEARCH OF THE THERMALLY CONDUCTIVE PROPERTIES OF HYDROGEN WHEN IT IS USED FOR COOLING TUR-BOGENERATORS

Abstract. Recently, the study of hydrogen (H_2) and its heat-conducting properties has been an important task in the field of energy and heat engineering. Hydrogen is very unique and differs in its physico-chemical properties. Large and industrial enterprises use hydrogen as a coolant for cooling turbo generators.

The purpose of the study is to study the thermodynamic properties of hydrogen, as well as the parameters of heat exchangers designed to remove heat from turbo generators. An analysis of the existing methods of heat removal of a turbogenerator is presented. Namely, the use of complete air or hydrogen cooling of the elements; an indirect method of removing thermal energy from the stator winding and a direct (direct) method from the rotor winding of a large steam turbine turbine TVF-1652-1 and an air-cooled turbine generator of the TFP-40-2H series. As a result of the analysis, the values of the Reynolds number were calculated at different values of temperature and flow velocity, and the dependence of the Reynolds number on temperature was considered.

In order to use air as a heat carrier, strict control of the flow rate and temperature is necessary. Hydrogen has a higher Nusselt number (Nu) than air, so hydrogen is more efficient at dissipating heat. Comparing the thermodynamic characteristics of air and hydrogen in their possible use as a coolant for cooling turbogenerators, it can be concluded that for normal values of temperature and pressure, the calculated Reynolds number (Re) for hydrogen has a rational range of variation depending on the flow velocity. Thus, hydrogen cooling has the highest potential for cooling the steam turbines of a turbogenerator.

Keywords: turbo generator, cooling, heat exchanger, hydrogen, thermal conductivity, convection, operating modes

© Рожков Е.А., Гребнев В.Е., 2025