

РАСЧЕТ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ГТД НК-38 СТ

Кабатов Иван Викторович

магистрант, Казанский государственный энергетический университет, РФ, г. Казань

Гайфуллин Артур Ильгизарович

магистрант, Казанский государственный энергетический университет, РФ, г. Казань

Титов Александр Вячеславович

канд. техн. наук, профессор, Казанский государственный энергетический университет, РФ, г. Казань

CALCULATION OF THE COMPONENT COMPOSITION OF THE COMBUSTION PRODUCTS OF A GAS TURBINE ENGINE NK-38 ST

Ivan Kabatov

Master program student, Kazan state power engineering University, Russia, Kazan

Artur Gaifullin

Master program student, Kazan state power engineering University, Russia, Kazan

Alexander Titov

Candidate of science, professor, Kazan state power engineering University, Russia, Kazan

Аннотация. Газотурбинный двигатель НК-38 СТ предназначен для привода компрессора в составе газоперекачивающих агрегатов серии «Волга». Он работает на природном газе и состоит из двух модулей: газогенератора и свободной турбины, с выходного вала которой снимается мощность на привод нагнетателя. На базе программы АС ГРЭТ была выполнена модель газотурбинного двигателя, а именно: сформирован облик двигателя, сформирована математическая модель и произведены расчеты для уточнения математической модели. В данных расчетах применялись данные приемо-сдаточных испытаний серийного двигателя.

Abstract. The NK-38 ST gas turbine engine is designed to drive a compressor as part of the Volga gas pumping units. It runs on natural gas and consists of two modules: a gas generator and a free turbine, from the output shaft of which power used to drive the compressor. Using the AS GRET program, a model of a gas turbine engine was implemented, namely: the appearance of the engine was formed, a mathematical model was formed, and calculations were made to refine the mathematical model. In these calculations, acceptance tests of a serial engine were used.

Ключевые слова: ГТД, математическая модель, характеристики двигателя, продукты

сгорания.

Keywords: Gas turbine engine, mathematical model, engine characteristics, combustion products.

Газотурбинный двигатель НК-38 СТ разработан на базе авиационного двигателя НК-93 и предназначен для привода компрессора в составе газоперекачивающих агрегатов серии «Волга».

Он работает на природном газе и состоит из двух модулей: газогенератора и свободной турбины, с выходного вала которой снимается мощность на привод нагнетателя.

Привод нагнетателя осуществляется через мультипликатор, соединенный с выходным валом свободной турбины двигателя. Газотурбинный двигатель НК-38 СТ спроектирован для привода нагнетателя линейных и дожимных компрессорных станций, а также в последнее время ведутся работы по применению этого двигателя в составе газотурбинных электростанций.

Для исследования работоспособности ГТУ, использовалась программа АС ГРЭТ – Автоматизированная Система Газодинамических Расчетов Энергетических Турбомашин.

На базе программы АС ГРЭТ была построена модель газотурбинного двигателя, а именно: сформирован облик двигателя и произведены расчеты для уточнения математической модели, в которых применялись данные результатов приемо-сдаточных испытаний серийного двигателя.

Проведены расчеты по формированию математической модели ГТД, после чего проведена идентификация, т.е. уточнение математической модели конкретного двигателя, произведенная по результатам испытаний данного двигателя работающего на топливном газе по ГОСТ 5542-2014 «Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового значения. Технические условия», далее выполнены расчеты характеристик двигателя (дроссельная, климатическая) и компонентного состава продуктов сгорания.

Результаты расчетов приведены ниже.

Дроссельная характеристика – зависимости параметров двигателя от мощности на выходном валу свободной турбины.

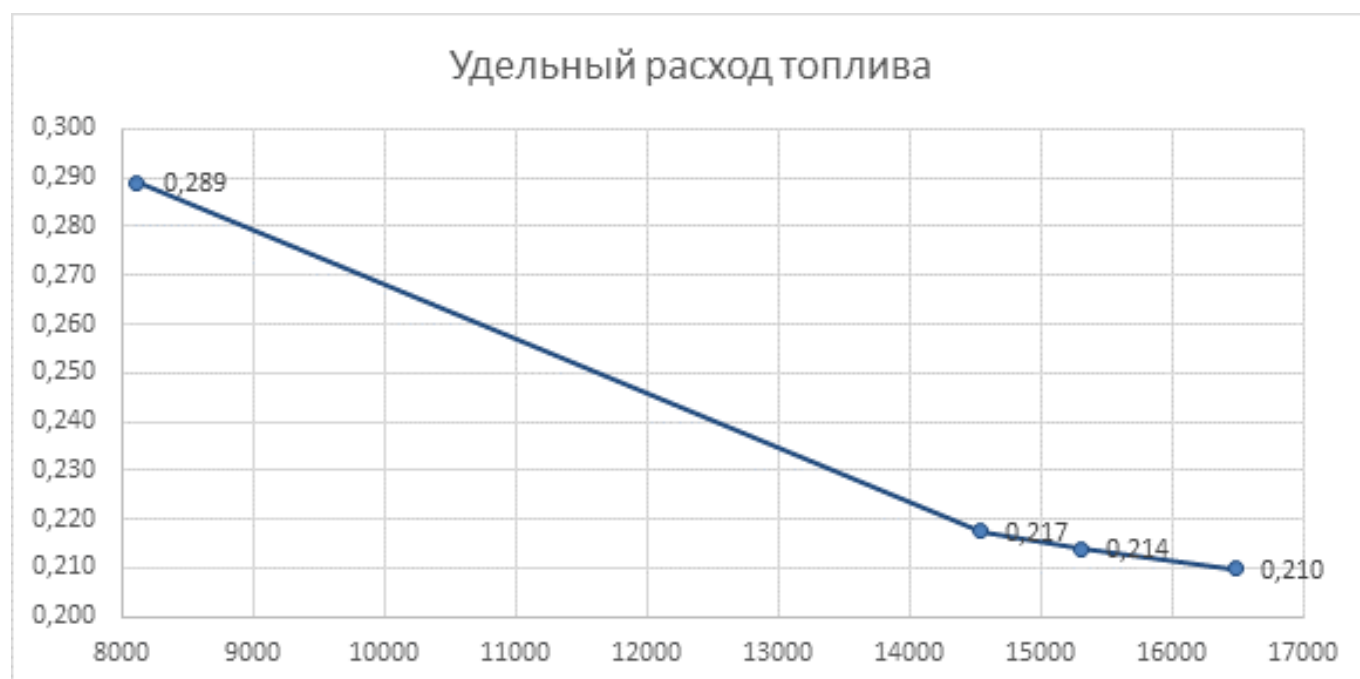


Рисунок 1. Зависимость удельного расхода топлива от мощности



Рисунок 2. Зависимость суммарного часового расхода топлива от мощности



Рисунок 3. Зависимость эффективного КПД двигателя от мощности

Климатическая характеристика, представляющая собой зависимости параметров двигателя на номинальном режиме (16 МВт) при различной температуре окружающего воздуха.



Рисунок 4. Зависимость эффективного КПД двигателя от температуры окружающего воздуха

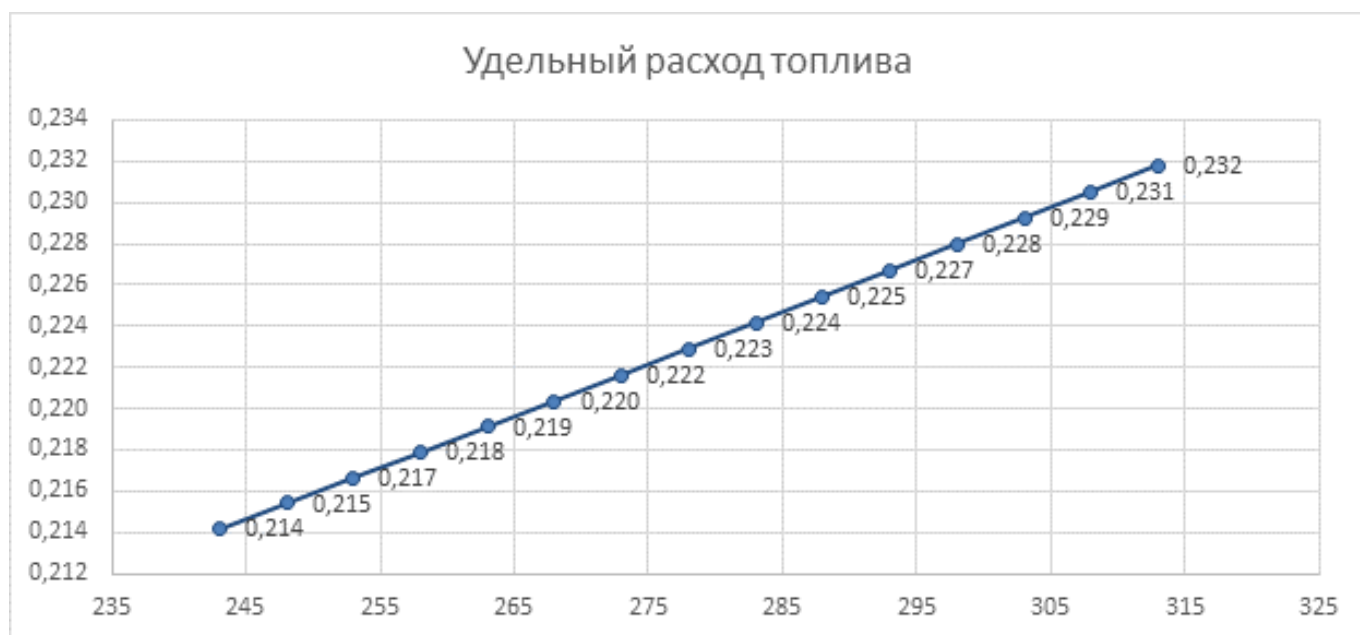


Рисунок 5. Зависимость удельного расхода топлива от температуры окружающего воздуха



Рисунок 6. Зависимость суммарного часового расхода топлива от температуры окружающего воздуха

Таблица 1.

Компонентный состав в продуктах сгорания при работе установок на топливном газе по ГОСТ 5542-2014 на разных режимах мощности (16.5 МВт, 15.3 МВт, 14.5 МВт, 8.1 МВт) в процентах от общего потока выхлопных газов

H	0,0000000000000000	0,0000000000000000	0,0000000000000000
H2	0,0000000000000054	0,0000000000000039	0,0000000000000033
O	0,0000000000000050	0,0000000000000036	0,0000000000000031
O2	11,4271000000000000	11,5769000000000000	11,6885000000000000
C	0,0000000000000000	0,0000000000000000	0,0000000000000000
C1O2	3,2291900000000000	3,1603300000000000	3,1090300000000000
H2O1	18,1664000000000000	18,0378000000000000	17,9419000000000000
C1O1	0,0000000000000002	0,0000000000000001	0,0000000000000001
O1H1	0,00000003454620	0,00000002799160	0,00000002536950
N	0,0000000000000000	0,0000000000000000	0,0000000000000000
N2	66,3881000000000000	66,4353000000000000	66,4705000000000000
N1O1	0,00007323080000	0,00006548180000	0,00006226690000

N1O2	0,00002870670000	0,00002788200000	0,00002760810000	
AR	0,789094000000000	0,789656000000000	0,790074000000000	

Список литературы:

1. Буров В.Д., Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки ТЭС. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 584 с.
2. Зысин Л.В. Парогазовые и газотурбинные тепловые электростанции: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010. – 358 с.
3. Автоматизированная система газодинамических расчетов энергетических машин/(Осипов Б.М., Титов А.В.)//О.В.Ханжина.-Казань: Редакционно-издательский отдел КГЭУ, 2012 г.-273 с.
4. ГОСТ 5542-2014 «Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового значения. Технические условия» РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий - Газпром ВНИИГАЗ", введен Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 52 "Природный газ", принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 мая 2014 г. N 67-П), дата введения – 01.07.2015. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200113569> (дата обращения - 12.04.2020). – Текст электронный.
5. СТО Газпром 2-3.5-039-2005 Ка та лог удельных выбросов вредных веществ газотурбинных газоперекачивающих агрегатов.
6. 38.000.000 ТУ1-101 Двигатель газотурбинный НК-38. Технические условия.