

УДК 622.691.4.052

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В ОТСЕКАХ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА (ГПА) И В ОПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ДВИГАТЕЛЯ И НАГНЕТАТЕЛЯ

В. П. Голуб¹, В. К. Итбаев², Ю. В. Лукащук³

¹golubvp@mail.ru, ²okmim@ugatu.ac.ru, ³okmim@ugatu.ac.ru

¹ООО «Газпром», Санкт-Петербургское территориальное управление
^{2,3}ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Поступила в редакцию 1 июня 2014 г.

Аннотация. Было обнаружено, что тепловое состояние в отсеке двигателя (Д) со свободной турбиной (СТ) и в отсеке нагнетателя (Н) на эксплуатационных режимах сильно отличается от теплового состояния в указанных отсеках при проведении центровки вального соединения СН-Н. Согласно инструкции, при проведении центровки перепад температур в отсеках Д+СТ и Н не должна превышать 10°С. Очевидно, что большая разница температур в отсеках при выполнении центровки и на эксплуатационных режимах ГПА приводит к тепловым деформациям рам Д и СТ, а также корпуса Н, что в свою очередь вызывает нарушение центровки и увеличение уровня вибраций ГПА в целом. Была поставлена задача исследовать температурные поля в отсеках и опорных конструкциях ГПА.

Ключевые слова: тепловое состояние; отсеки газоперекачивающего агрегата; температурные поля; измерение температур; опорные элементы; контроль соосности; измерения смещений на горячем двигателе.

Исследовались температурные поля на нескольких газоперекачивающих агрегатах ГПА-Ц-16 Ямбургской, Ново-Уренгойской, Надынской, Хасарейской, ЦДКС, Право-Хетинской и Ягельной компрессорных станций (КС) ООО «Тюменьтрансгаз» [1].

Для измерения температур использовались: инфракрасный пирометр FLUKE65 с диапазоном измерений –20...450°С и погрешностью измерения 0,1°С, приспособление для центровки 1.4300.9030.000Н4, индикаторы часового типа ИЧ-10 с погрешностью измерения 0,01 мм, для измерения смещений использовался прибор лазерной центровки КВАНТ-Л-П с диапазоном измерений перемещений 0...3,5 мм с погрешностью 0,001 мм. Кроме этого, для контроля центровки использовалась система выверки валов FixturlaserShaft 100, предназначенная для проверки, правки и центровки горизонтальных и вертикальных валов машин. Система включает также источники-приемники (датчики), компьютер с программным обеспечением, принтер.

На эксплуатационных режимах с целью изучения температурных полей, с помощью пирометра FLUKE 65 производились измерения температур рамных конструкций двигателя (Д)

и свободной турбины (СТ) по определенному маршруту в 40 точках, 20 точек с левой стороны (10 точек по Д и 10 точек по СТ) и 20 точек с правой стороны (также 10 точек по Д и 10 точек по СТ), см. рис. 1, а. Температуры на корпусе нагнетателя измерялись в 16 точках сверху, снизу, справа, слева (рис. 1, б – вид на левую сторону, рис. 1, в – вид сверху).

Измерения температур в отсеках ГПА и температуры окружающей среды производились с помощью штатной аппаратуры ГПА.

Всего было выполнено и проанализировано 50 измерений. Установлено, что температуры в рамках двигателя с СТ распределяются неравномерно. Разница температур между верхними и нижними балками двигателя и СТ в среднем составляет 60°С, разница температур по правой и левой стороне двигателя и СТ доходит до 42°С. Температура корпусов Д+СТ достигает 150°С. Корпус нагнетателя также нагревается неравномерно, но максимальная температура значительно ниже, до 42°С, разницы температур со стороны входа-выхода газа, верхней и нижней частью нагнетателя незначительные, до 12...15°С.

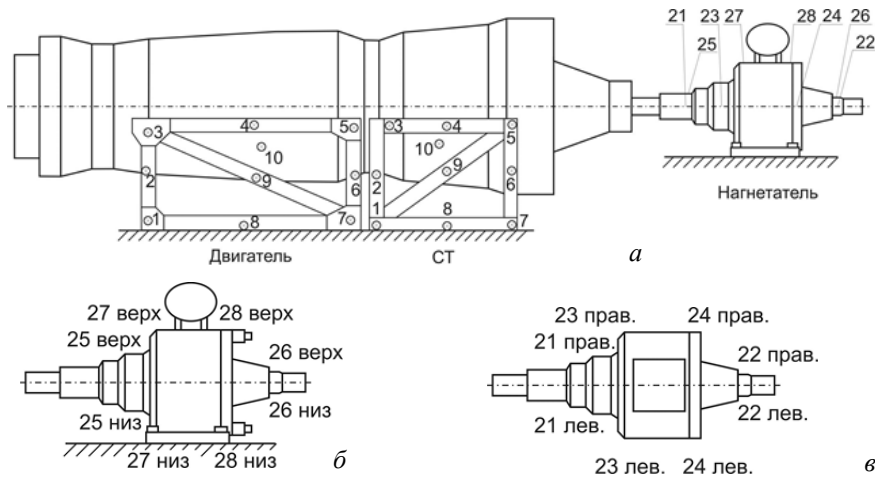


Рис. 1. Расположение точек измерения температур по раме двигателя, раме свободной турбины (а) и корпуса нагнетателя: б – вид спереди; в – вид сверху

Таблица 1

Ведомость замера температурных полей

Тип агрегата		ГПА-Ц-16												
Ст. № т/а		24 рама «Д»		24 рама «СТ»		33 рама «Д»		33 рама «СТ»		35 рама «Д»		35 рама «СТ»		
параметры	Точки замера	$t_{пр}$	$t_{лев}$	$t_{пр}$	$t_{лев}$	$t_{пр}$	$t_{лев}$	$t_{пр}$	$t_{лев}$	$t_{пр}$	$t_{лев}$	$t_{пр}$	$t_{лев}$	
Температура: - 20	1	61	50	135	96	45	49	101	90	59	65	115	97	
	2	67	52	122	86	49	57	103	87	63	70	120	116	
	3	81	64	110	108	73	69	91	102	88	73	127	121	
	4	73	104	121	110	64	59	109	117	92	85	108	102	
	5	62	82	106	95	50	58	110	82	91	80	99	107	
	6	55	68	89	100	47	60	96	75	80	92	107	98	
	7	48	61	75	90	40	52	85	89	65	78	85	95	
	8	54	63	90	105	48	69	78	93	60	69	92	119	
	9	68	86	113	109	63	78	105	98	78	86	128	135	
	103	03	147	216	200	99	103	149	159	110	123	182	192	
	КОРПУС НАГНЕТАТЕЛЯ													
		21	23	35			23	24			19	18		
		22	44	38			41	40			36	37		
		23	15	10			17	17			16	16		
		24	34	34			38	37			41	43		
		$t_{верх}$	$t_{низ}$	$t_{верх}$	$t_{низ}$	$t_{верх}$	$t_{низ}$	$t_{верх}$	$t_{низ}$	$t_{верх}$	$t_{низ}$	$t_{верх}$	$t_{низ}$	
	25	24	17			20	21			22	20			
	26	38	39			32	31			43	40			
	27	16	16			18	19			18	17			
	28	35	37			36	35			39	35			
	$t_{отсД}$	45				25				35				
	$t_{отсН}$	26				25				27				
	$t_{н. в.}$	-20				-28				-28				

На следующем этапе был выполнен контроль соосности в период эксплуатации от момента проведения центровки до ее следующего контроля перед проведением ремонта (Р – 3000). Измерения соосности проводились по инструкциям для шлицевой трансмиссии и трансмиссии с пластинчатыми упругими элементами. Контроль соосности производился сразу после останова на горячем агрегате, затем еще раз после

его остывания до температур, согласно инструкций.

Измерения соосности проводились с помощью приспособления для центровки 1.4300.9030.00 Н4, индикаторов часового типа ИЧ-10, приборов лазерной центровки «КВАНТ-Л-II» и FixturlaserShaft 100.

Таблица 2

**Изменение средней температуры опорных конструкций и несоосностей
с момента центровки и после прогрева отсеков Д, Н**

Наименование ЛПУ	№ Т/а, дата	Д – М, мм	Н – М, мм	$\Delta T_{\text{ср.п.д}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_{\text{ср.п.ст}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_{\text{ср.к.н}}, ^\circ\text{C}$
Право-Хетгинское	45 11.04.08	0,3	0,18	46,86	41,7	-0,95
Право-Хетгинское	101 04.05.08	0,35	0,26	38,39	37,2	-5,81
Право-Хетгинское	44 04.05.08	0,41	0,37	22,36	15,85	-1,89
Ныдинское	74 07.05.08	0,6	0,5	38,11	32,48	-1,21
Ныдинское (муфта FLENDER)	13 07.05.08	0,01	0,01	5,58	4,17	4,15
Ямбургское	31 29.04.08	0,85	0,65	-1,18	6,65	0,71
Ямбургское	13 03.05.08	2,48	0,2	36,91	38,73	15,05

На завершающем этапе производилось моделирование с помощью штатной системы подогрева, температурных условий в отсеках двигателя, СТ и нагнетателя (Н), после этого осуществлялось измерение соосности Д, СТ, Н с помощью приспособления для центровки, индикаторов, приборов КВАНТ-Л-II и FixturlaserShaft 100. Экспериментальное исследование производилось в следующей последовательности:

- на ГПА до его останова снимались показания параметрических характеристик и измерялись температуры по маршруту (см. рис. 1);
- после останова ГПА проводится центровка Д – Н согласно инструкций, с занесением в формы 1, 2 и формуляр агрегата;
- с помощью штатной системы подогрева моделируются температурные поля в отсеках ГПА, характерные для агрегата во время его работы, после прогрева «вгорячую» производится контроль соосности.

В табл. 1 приведены изменения соосности при различных значениях средних температур по раме Д, СТ, Н.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голуб В. П., Итбаев В. К., Лукашук Ю. В., Минигалев С. М. Расчет термических деформаций опорных конструкций газоперекачивающего агрегата ГПА-Ц-16 // Проблемы и перспективы развития двигателестроения: матер. докл. междунар. науч.-техн. конф. (Самара, 24–26 июня 2009). Самара: СГАУ, 2009. С. 123–126. [V. P. Golub, et al., "Calculation of temperature deformation displacements of gas-compressor unit GPA-C-16 supporting structures", (in Russian) in Proc. "Problems and prospects of development of engine", Samara, Russia, 2009, pp. 123–126.]

ОБАВТОРАХ

ГОЛУБ Виктор Петрович, нач. управления. Дипл. инж. (ТГНУ, 1997). Канд. техн. наук по трансп. нефти и газа (ТГНУ, 2009). Иссл. в обл. трансп. нефти и газа.

ИТБАЕВ Валерий Каюмович, проф., зав. каф. основ конструирования механизмов и машин. Дипл. инж.-мех. по авиац. двигателям (УАИ, 1970). Д-р техн. наук по авиац. двигателям (УГАТУ, 1996). Лауреат Премии Правительства РФ. Заслуж. машиностроитель РБ. Иссл. в обл. динамики и прочности авиац. двигателей.

ЛУКАШУК Юрий Валентинович, доц. той же каф. Дипл. инж.-мех. по автоматизации маш. пром. (УАИ, 1972). Канд. техн. наук по тепл. двиг. ЛА (УАИ, 1981). Иссл. в обл. числовых методов в мех. деформ. тв. тела.

METADATA

Title: Investigation of temperature fields in the compartments of gas pumping units (GPU) and in the reference design of the engine and a supercharger.

Authors: V. P. Golub¹, V. K. Itbaev², U. V. Lukashchuk²

Affiliation:

¹St. Petersburg territorial management "Gazprom Centrremont", OAO "Gazprom", Russia.

² Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ²okmim@ugatu.ac.ru.

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 18, no. 4 (65), pp. 38-41, 2014. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: It has been found that the thermal condition in the engine compartment (E) with a free power turbine (PT) and the blower compartment (H) under operating conditions different from the thermal state in said compartments during alignment rampart compound CH-N. According to the instruction alignment during the temperature drop in the compartments A + ST and H should not exceed 10 ° C. Clearly, the large temperature difference between the compartments when the alignment and operational modes SBS leads to thermal deformation of the frames A

and CT as well as the housing H, which in turn causes alignment errors and increase in the SBS vibration as a whole. Was tasked to investigate the temperature field in the compartments and supporting structures GPA.

Key words: thermal state; compartments pumping unit; temperature fields; measurement of temperatures; support members; alignment checks; measurement of displacements on the hot engine.

About authors:

GOLUB, Victor Petrovich, head. Engineering degree (TSNU, 1997). Candidate of Tech. Sciences on transportation of oil and gas (TSNU, 2009). Research in the field of oil and gas transportation.

ИТБАЕВ, Valery Kayumovich, Professor, Head of the foundations of constructing of mechanisms and machines. Diploma mechanical engineer on aviation engines (UAI, 1970). Doctor of Technical Sciences in aviation engines (USATU, 1996). Laureate of the Russian Government. Honored Engineer RB. Research in the field of dynamics and strength of aircraft engines.

LUKASHCHUK, Yuri Valentinovich, Associate Professor of Design Basics of mechanisms and machines. Diploma Mechanical Engineer in automation engineering industry (UAI, 1972). Candidate of technical sciences in the heat of an aircraft engine (UAI, 1981). Research in the field of numerical methods in solid mechanics