



Электронное научное издание
«Ученые заметки ТОГУ»
2016, Том 7, № 2, С. 24 – 28

Свидетельство
Эл № ФС 77-39676 от 05.05.2010
[http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/
ejournal@pnu.edu.ru](http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/ejournal@pnu.edu.ru)

УДК 621.438

© 2016 г. Д. В. Тимошенко, канд. техн. наук,
А. А. Куриленко

(Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск)

ВЫБОР МАСЕЛ ДЛЯ ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКИ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА ПО ВЯЗКОСТНО-ТЕМПЕРАТУРНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

В статье приведены результаты анализа вязкостно-температурных характеристик масел, рекомендованных к применению в газотурбинных установках ГТУ-16П. Даны рекомендации по выбору типа масла при эксплуатации ГТУ в условиях низких температур окружающей среды.

Ключевые слова: природный газ, газоперекачивающий агрегат, газотурбинная установка, масла ГТУ, вязкость, вязкостно-температурная характеристика, низкие температуры.

D. V. Timoshenko, A. A. Kurilenko

SELECTION OF OILS FOR GAS TURBINE PLANT WITH THE USE OF VISCOSITY-TEMPERATURE CHARACTERISTICS

The article presents the results of the analysis of viscosity-temperature characteristics of oils, recommended for use in gas turbine plants GTU-16P. Recommended type oil when operating gas turbines in conditions of low temperatures.

Keywords: natural gas, gas compressor unit, gas turbine, gas turbine plant, oils for gas turbine, viscosity, viscosity-temperature characteristics, low temperature.

Современная газотранспортная система Российской Федерации характеризуется массовым использованием газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом (около 88% всего компрессорного парка) среди которых заметную часть составляют агрегаты с газотурбинной установкой ГТУ-16П различных модификаций производства ОАО «Авиадвигатель» [1].

На некоторых компрессорных станциях у ГТУ данного типа в эксплуатации появляется характерный дефект – поломка подшипников центрального привода. Дальнейшим возможным следствием поломки подшипников привода является повреждение подшипников передней опоры осевого компрессора ГТУ в результате попадания продуктов износа и металлической стружки. Узел центрального привода может быть достаточно просто заменен непосредственно на месте эксплуатации, однако в случае повреждения подшипников осевого компрессора потребуется заводской ремонт ГТУ. Соответственно тяжесть и материальные последствия отказа значительно возрастают. Дополнительную сложность представляет то, что указанные дефекты проявляются не сразу, а после 2000–5000 часов работы ГТУ [2].

Первопричиной рассматриваемого дефекта является масляное голодание подшипников привода. Оно может возникнуть во время запуска ГТУ при низких температурах окружающей среды, когда поступающее в установку масло успевает охладиться и загустеть, несмотря на предварительный подогрев в маслобаке. Это может быть обусловлено переохлаждением входного корпуса установки и коробки приводов вследствие работы системы охлаждения и вентиляции ГТУ, значительной длиной маслоподводящих магистралей от маслобака до ГТУ, а также несоблюдением требований руководства по эксплуатации в части предпускового подогрева установки и масла.

Разработчиками ГТУ был реализован комплекс конструктивных и эксплуатационных мероприятий по устранению перечисленных недостатков и совершенствованию систем установки [2]. В маслосистеме агрегата введен предварительный подогрев коробки приводов прокачкой разогретого масла от дополнительного электроприводного блока маслососов. В системе охлаждения и вентиляции ГТУ предусмотрены: установка тепловентиляторов под кожухом ГТУ, установка заслонок (обратных клапанов) в воздуховодах системы, теплоизоляция воздуховодов, утепление стенок камеры всасывания внутри кожуха. Модернизированы алгоритмы работы САУ ГТУ: при запуске установки предусмотрено прекращение процесса запуска, если температура масла на входе в двигатель опускается до 0 °С, при отрицательных температурах исключено включение продувки кожуха ГТУ до момента подачи топливного газа.

Рассмотрим проблему масляного голодания с точки зрения эксплуатационных свойств масла применяемого в ГТУ.

Увеличение вязкости масла при его охлаждении вызывает резкое снижение производительности маслососа вплоть до полного прекращения подачи. Характер изменения производительности определяется вязкостно-температурными свойствами применяемого масла. Например, кинематическая вязкость масел 1, 2 и 3 (рис. 1) при температуре -20 °С составляет 2500 сСт, 5500 сСт и 25200 сСт соответственно, производительность маслососа при этой температуре для масла 1 практически не изменилась, для масла 2 уменьшилась в 1,9 раза, для масла 3 уменьшилась в 12,5 раз – подача фактически прекратилась. Многочисленные исследования показывают, что умеренное снижение производительности маслососа (на 15-20%) начинается при увеличении вязкости до 1500-2500 сСт, значительное нарушение подачи масла к узлам трения при увеличении вязкости до 4500-5500 сСт, а практически полное прекращение подачи при вязкости более 20000 сСт.

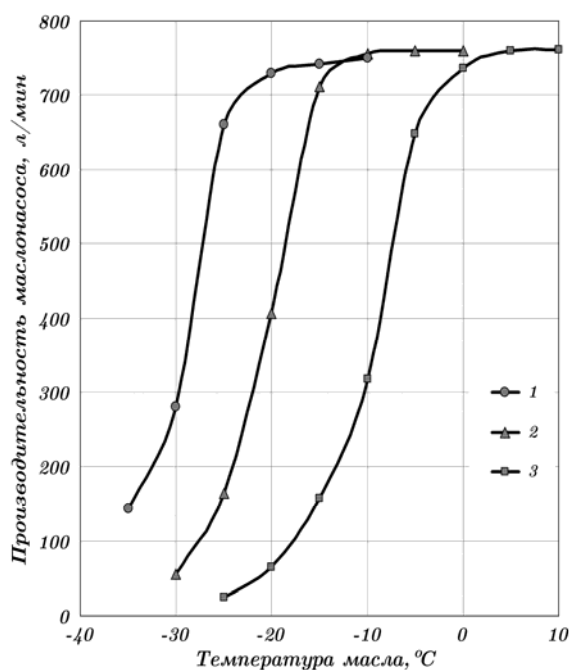


Рис. 1. Влияние вязкостно-температурных свойств масла на производительность насоса [3]:

$$1 - \nu_{50} = 20 \text{ cSt}, \nu_{-20}/\nu_{50} = 125; 2 - \nu_{50} = 45 \text{ cSt}, \nu_{-20}/\nu_{50} = 122;$$

$$3 - \nu_{50} = 60 \text{ cSt}, \nu_{-20}/\nu_{50} = 420$$

Таким образом, возможным путем решения рассматриваемой проблемы является использование в ГТУ масла с более низкими значениями вязкости в области отрицательных температур (разумеется, с сохранением требуемых показателей в рабочей области). Этого можно достигнуть подбором масла по вязкостно-температурным характеристикам или модифицированием используемого масла путем применения депрессорных присадок (депрессаторов).

Депрессорные присадки представляют собой органические соединения, имеющие в своем составе алкильные цепи прямолинейного строения и определенной длины, которые понижают температуру застывания углеводородов масла путем изменения из кристаллической структуры. Известны следующие присадки: АФК (ГОСТ 12261-66), АЗНИИ (ОСТ 38-176-74), ПМА «Д» (ТУ 6-01-270-84).

Рекомендации по использованию любых депрессорных присадок в рассматриваемом случае могут быть только отрицательными. Современные конвертированные ГТУ, к числу которых относится и ГТУ-16П, характеризуются высокой теплонапряженностью, и поэтому в них используются масла, предназначенные для авиационных воздушно-реактивных двигателей. Данные масла это – масла, как правило, на синтетической основе с тщательно подобранным комплексом присадок и хорошо сбалансированными свойствами. Попытки изменения их химического состава в условиях газотранспортного предприятия могут привести к непредсказуемым последствиям.

Для ГТУ-16П производитель рекомендует следующие масла:

- Петрим ТУ 38.401-58-245-99 – в качестве основного;
- ВНИИНП 50-1-4у ТУ 38.401-58-12-91;
- ВНИИНП 50-1-4ф ГОСТ 13076-86;
- ИПМ-10 ТУ 38.101.1299-2006;
- Turbocoil 210А (производитель компания NYCO, Франция).

Некоторые свойства указанных масел представлены в табл. 1.

Таблица 1

Масло	Кинематическая вязкость, сСт					Температура вспышки, °С, не ниже	Температура застывания, °С, не выше
	при 100 °С	при 50 °С	при 40 °С	при -40 °С	при -50 °С		
Петрим	3	8		5500		175	-50
ВНИИНП 50-1-4у	3,2			2700	8500	204	-60
ВНИИНП 50-1-4ф	3,2			2000	11000	204	-60
ИПМ-10	3,5			3000		190	-50
Turbonycoil 210A	3,71		15,9	2600	9830 (-51°С)	218	-60

На основании данных табл. 1 для рассматриваемых масел были построены зависимости кинематической вязкости от температуры (рис. 2).

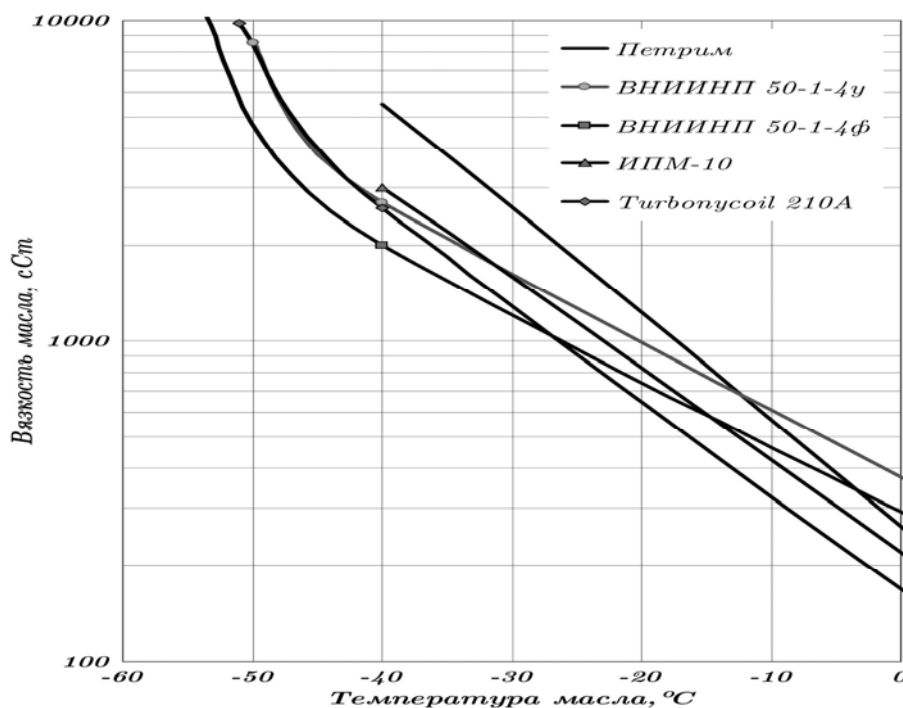


Рис. 2. Зависимости кинематической вязкости масел от температуры

При запуске ГТУ в самых неблагоприятных условиях температура поступающего масла, с учетом возможного охлаждения, будет находиться в пределах от 0 до -35 °С (диапазон температур взят с определенным запасом). Сравним вязкостно-температурные свойства масел в указанном диапазоне, принимая во внимание, что заметная разница подач маслонасоса будет наблюдаться при разнице значений вязкости не менее 1500 сСт. В результате можно отметить следующее:

– в диапазоне температур от 0 до -10 °С вязкость масел различается не значительно (на 250 – 300 сСт);

–при температурах ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ масло Петрим имеет наибольшую вязкость, с уменьшением температуры разница в вязкости только увеличивается;

–при температурах до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ наименьшие значения вязкости демонстрирует масло Turbonucoil 210A, при более низких температурах масло ВНИИНП 50-1-4ф.

–отечественные масла ИПМ-10, ВНИИНП 50-1-4у и масло Turbonucoil 210A имеют довольно близкие вязкостно-температурные характеристики (в диапазоне температур от -10 до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ разница в вязкости составляет 200 – 300 сСт).

Выводы:

1. Подбор масла по вязкостно-температурным характеристикам является частичным решением проблемы масляного голодания подшипников центрального привода ГТУ-16П.

2. Масло Петрим характеризуется большими значениями кинематической вязкости в области отрицательных температур, чем другие рассмотренные масла.

В рассматриваемом случае целесообразно использование масла Turbonucoil 210A или отечественных масел ИПМ-10 и ВНИИНП 50-1-4ф.

Список литературы

- [1] Реестр газотурбинных установок для транспорта газа и нефти [Электронный ресурс] // Информационно-технический бюллетень. Пермские газовые турбины. 2015. №27. С. 16–19. URL: http://www.avid.ru/_res/fs/161file.pdf (дата обращения 03.03.2016)
- [2] Тихонов С. И., Васильев А. Л., Полянин А. Л. Конструктивный подход к маслосистеме газотурбинной установки [Электронный ресурс] // Информационно-технический бюллетень. Пермские газовые турбины. 2012. №21. С. 34–35. URL: http://www.avid.ru/_res/fs/112file.pdf (дата обращения 03.03.2016)
- [3] Папок К. К., Семенидо Е. Г. Моторные топлива, масла и жидкости. Том 2. Моторные масла. – М.-Л.: Гостоптехиздат, 1953. – 340 с.

E-mail:

Тимошенко Д.В. – 19denis75@rambler.ru