

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ АГРЕГАТОВ

А. М. МИГРАНОВ¹, А. С. ГУСЕВ²

¹ migranov_art_1993@inbox.ru, ² gusev.angrey@bk.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Аннотация. Рассматривается влияние внешних факторов (влажности воздуха, продолжительности работы, температуры окружающей среды и т.д.) на износ узлов трения винтового компрессора и других кинематических пар при диагностировании по состоянию используемого смазочного материала.

Ключевые слова: диагностирование; смазочный материал; узел трения; износ; винтовой компрессор; продукты износа.

Исследование технического состояния агрегатов основывается на изучении скорости износа узлов трения по продуктам износа накапливаемых в работающих маслах, смазывающе-охлаждающих жидкостях, консистентных смазках, датчиком скорости износа, работающего на основе электромагнитных колебаний [1–3]. Работа датчика скорости износа узлов трения исследовалась на промышленном винтовом компрессоре фирмы Atlas Copco. Датчик скорости износа был установлен непосредственно в заливную горловину маслобака. Необходимые сигналы от датчика поступали через вычислительный блок во входное устройство ЭВМ, где в совокупности с другой технической информацией происходит анализ химического состава масла. И на устройствах вывода ЭВМ показывает конечный результат в виде графиков, таблиц, формул или просто отдельных величин каких-либо характеристик. Выполнив все необходимые замеры на работающем компрессоре Atlas Copco, строим график зависимости количества частиц износа деталей компрессора от времени замеров. Основной график зависимости количества частиц износа деталей компрессора от моточасов приведен на рис. 1.

В ходе исследований контролировалось содержание воды в работающем масле. Так, при 15781 моточасах она составляла 0,2 %, а при 15813 моточасах 0,3 %. Исследована зависимость количества частиц, появляю-

щихся в работающем масле в результате трения рабочих поверхностей деталей винтового механизма компрессора и других кинематических связей от внешних возмущающих факторов. Таким образом, формула исконой зависимости в общем виде будет иметь следующий вид:

$$S = F \{T_m, T_{OC}, \varphi, n, Fe, x\},$$

где S – общее количество частиц износа в масле (мг); T_m – рабочая температура эксплуатируемого масла (°C); T_{OC} – температура приемного воздуха (°C); φ – влажность приемного воздуха (%); n – количество отработанных компрессором моточасов (ч); Fe – количество частиц железа в масле (мг), очевидно, что частицы железа, являющиеся основным продуктом износа деталей, имеют свое влияние на изменение количества частиц других металлов в процессе износа; x – иные возмущающие факторы, изучение которых требует отдельного исследования.

Исходя из этого, можно предположить, что температура сжимаемого воздуха значительно влияет на содержание частиц в эксплуатируемом масле. Очевидно, это связано с воздействием температуры воздуха на работающие трущиеся детали рабочего механизма компрессора. И ясно видно, что любое изменение температуры воздуха, будь то повышение, либо ее снижение, – влияет на снижение скорости содержания частиц в масле. А при постоянстве температуры скорость износа значительно возрастает (рис. 2).

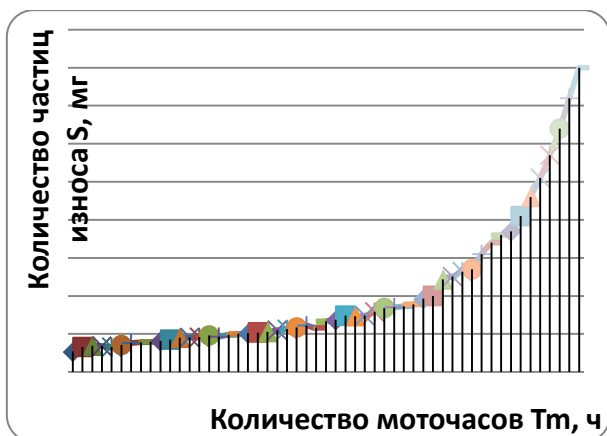


Рис. 1. Основной график зависимости количества частиц от моточасов

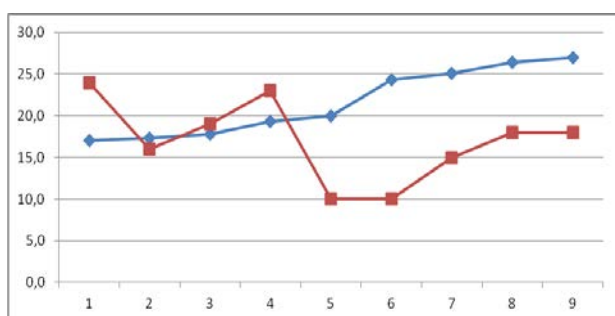


Рис. 2. Графики количества частиц и температуры приемного воздуха

Ориентировочно можно судить о следующей интегральной зависимости общего вида:

$$S = \int_a^b F(T) dT.$$

Функция $F(T)$ – зависимость скорости изношенных частиц от температуры приемного воздуха, график которого представлен на рис. 3.

Если предположить такую гипотезу, что наша зависимость представляет собой замкнутый эллипс, то можно определить конкретную математическую зависимость скорости износа от температуры окружающего воздуха. В конечном итоге интегральная формула зависимости количества частиц от температуры окружающей среды будет иметь следующий вид:

$$S = s \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{1 - \frac{T_{0C}^2}{196}} dT,$$

где $t_{1,2}$ – температура окружающей среды на начало и конец замеров.

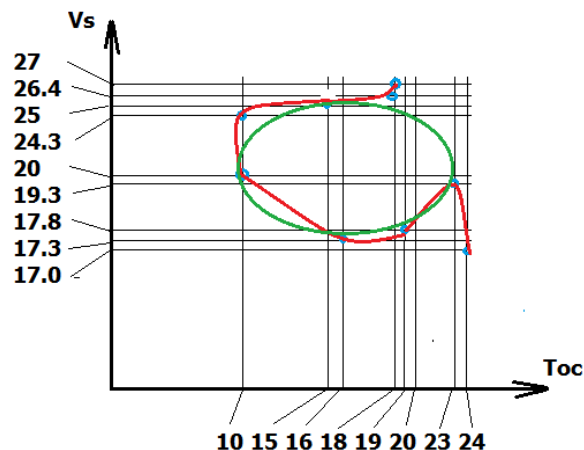


Рис. 3. График зависимости скорости износа от температуры приемного воздуха

Исходя из этого, можно судить о том, что влажность отбираемого компрессором воздуха имеет некие воздействия на количество изношенных частиц металла в работающем масле. Очевидно, что при постоянстве влажности износу частиц ничто не мешает, и износ резко увеличивается. Вероятно, при неизменности этого фактора в процессах трения создаются некие благоприятные условия для увеличения износа деталей машин. Ничего этому устоявшемуся процессу не мешает. При изменениях же влажности воздуха (увеличение или снижение), вероятно, в трибологических процессах происходят какие-то химические либо физические явления, препятствующие износу трущихся деталей.

Из рис. 1 видно, что скорость износа резко увеличивается при 15781 часах и при 15813 часах. Анализ содержания воды в компрессорном масле на эти моточасы 0,2 и 0,3 % соответственно. Присутствующая в масле вода резко понижает работоспособность масла из-за гидролиза содержащихся присадок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обнаружено, что воздействие таких внешних факторов, как температура и влажность окружающего воздуха, может значительно влиять на износ оборудования в целом.

2. Установлены закономерности, влияющие на трение и износ деталей агрегатов, позволяющие использовать косвенный метод для оценки.

3. Установлена возможность путем планового изменения температуры окружающего воздуха и его влажности добиться значительного уменьшения износа трущихся поверхностей деталей машин.

4. Контроль скорости износа узлов трения агрегатов позволяет на ранней стадии выявить и устранить причины повышенного износа.

5. Позволяет, в конечном итоге, уменьшить стоимость технического обслуживания оборудования и снизить себестоимость выпускаемой данным оборудованием конечной продукции.

Abstract: The influence of external factors (air humidity, operating time, ambient temperature, etc.) on the wear of friction units of the screw compressor and other kinematic pairs when diagnosing the state of the lubricant used is considered.

Key words: diagnostics, lubricants, friction component, the wear in the screw compressor, the products of wear.

About authors:

MIGRANOV, Artur Marsovich, postgraduate student of the sub-department "Bases of the designing of mechanism and machines" USATU. Mag.-ing. (Gubkin University, 2017). Area of research in tribotechnical parameters of lubricating fluids.

GUSEV, Andrey Sergeevich, student of the Dep. AI

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будыштова К. Н., Берштант Л. А., Богданов Ш. К. и др. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочное издание./ Под редакцией Школьников В. М. / Химия, 1989. – С. 108–139. ["Fuel, lubricants, technical liquids. Assortment and application: Help izdanie". K. N. Budyshtova, L. A. Bershtandt, S. K. Bogdanov, etc. Chemistry. pp. 108-139. 1989]

2. Виппер А. Б., Лахши В. Л. Анализ результатов испытаний масел в двигателе с учетом оценки их качества в лабораторных условиях/ Двигателестроение, 1979. – № 9. – С. 58–59. [A.V. Vipper, V.L. Lakhsha. The analysis of results of tests of oils in the engine taking into account assessment of their quality in laboratory conditions / Engine-building, 1979. – No. 9. – Page 58-59.].

3. Путинцев С. В. Состояние, проблемы и перспективы развития трибологического аспекта энергосбережения в двигателестроении / Известия вузов. Машиностроение, 1995, № 10–12. – С. 71–79. [S.V. Putintsev. A state, problems and the prospects of development of tribological aspect of energy saving in engine-buildings / News of higher education institutions. Mechanical engineering, 1995, No. 10-12. – Page 71-79.].

ОБ АВТОРАХ

МИГРАНОВ Артур Марсович, асп. каф. ОКМиМ. Дипл. магистр техники и технологии (РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2017). Иссл. в обл. триботехнических параметров смазочных жидкостей.

ГУСЕВ Андрей Сергеевич, студент каф. АД, УГАТУ.

METADATA

Title: Diagnosing the state of friction units.

Authors: A. M. Migranov¹, A. S. Gusev²

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹migranov_art_1993@inbox.ru, ²gusev.angrey@bk.ru

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 2 (21), pp. 79-81, 2019. ISSN 2225-9309 (Print).