

УДК 629.7.08

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ГИДРОСИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Попельнюк И. А., Гареев А. М.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Рабочая жидкость (РЖ) один из основных компонентов гидравлических систем (ГС) летательных аппаратов. Определение технического состояния (ТС) РЖ важная задача, которую необходимо решать на протяжении всего её жизненного цикла с момента изготовления и вплоть до утилизации. В настоящее время ТС РЖ в условиях эксплуатации определяется преимущественно путем оценки концентрации механических примесей, и, в некоторых случаях показателя вязкости. Такой подход в современных условиях усложнения конструкции гидравлических агрегатов и повышения роли ГС на борту является не вполне оправданным, т.к. другие, игнорируемые параметры РЖ, в совокупности оказывают значительное влияние на её ТС и на состояние системы в целом. Процесс оценки ТС РЖ ГС складывается из двух операций:

1. оценка – процесс измерения текущего значения того или иного параметра, характеризующего состояние РЖ;
- 2 оценивание – принятие решения о техническом состоянии РЖ, на основе результатов оценки всей совокупности параметров.

Для повышения эффективности и достоверности процесса определения, а именно оценивания ТС РЖ ГС, прежде всего необходимо разработать математическую модель данного процесса, т.е. описать состояние РЖ через её параметры.

Опираясь на положения теоретико-множественной теории [1], было установлено, что состояние РЖ в общем описывается произведением (пересечением) множеств следующих параметров: загрязненность (N), вязкость (B), плотность (P), химические свойства (K), температурные свойства (C).

$$S = N \cap B \cap P \cap K \cap C$$

Необходимо отметить, что упомянутые выше параметры РЖ имеют различную степень влияния на состояние РЖ, и, соответственно, информация об их значении имеет различную диагностическую ценность. На рисунке 1 представлена иерархия параметров, составленная по приведенным выше критериям, на основе графо-аналитической модели, отражающей состояние РЖ [2].

Далее, для решения задачи оценивания технического состояния необходимо из множества всевозможных состояний РЖ были выделены следующие подмножества: подмножество идеальных (первоначальных) состояний ($S_{ид}$), подмножество нормальных состояний ($S_{нор}$), подмножество предотказных состояний ($S_{протк}$), подмножество состояний отказа ($S_{отк}$).



Рис. 1. Иерархия параметров состояния РЖ

Представление рассматриваемых подмножеств состояний РЖ в рамках теоретико-множественной теории выглядит следующим образом:

1. $\{ \{n_{ид}, b_{ид}, p_{ид}, k_{ид}, c_{ид}\}, \{n_{ид}, b_{ид}, p_{ид}, k_{ид}, c_n\}, \{n_{ид}, b_{ид}, p_{ид}, k_n, c_{ид}\} \} \in S_{ид}$
 $\{ \{n_n, b_n, p_n, k_n, c_n\}, \{n_n, b_n, p_n, k_{прот}, c_n\}, \{n_n, b_n, p_n, k_n, c_{прот}\}, \{n_n, b_{ид}, p_{ид}, k_{ид}, c_{ид}\},$
2. $\{ \{n_n, b_{ид}, p_{ид}, k_n, c_n\}, \{n_{ид}, b_n, p_{ид}, k_{ид}, c_{ид}\}, \{n_n, b_{ид}, p_n, k_{ид}, c_{ид}\} \} \in S_n$
 $\{ \{n_{прот}, b_{прот}, p_{прот}, k_{прот}, c_{прот}\}, \{n_{прот}, b_{прот}, p_{прот}, k_{прот}, c_{от}\}, \{n_{прот}, b_{прот}, p_{прот}, k_{от}, c_{прот}\}$
3. $\{ \{n_{прот}, b_n, p_n, k_n, c_n\}, \{n_n, b_n, p_n, k_{прот}, c_{прот}\}, \{n_n, b_n, p_{прот}, k_n, c_n\}, \{n_n, b_{прот}, p_n, k_n, c_n\} \} \in S_{прот}$
 $\{ \{n_{от}, b_{от}, p_{от}, k_{от}, c_{от}\}, \{n_{от}, b_{прот}, p_{прот}, k_{прот}, c_{прот}\}, \{n_{прот}, b_{прот}, p_{прот}, k_{от}, c_{от}\},$
4. $\{ \{n_{прот}, b_{прот}, p_{от}, k_{прот}, c_{прот}\}, \{n_{прот}, b_{от}, p_{прот}, k_{прот}, c_{прот}\} \} \in S_{от}$

Важно отметить, что в данном случае решение об общем состоянии РЖ принимается по худшим значениям параметров. Т.е., если химические и температурные свойства соответствуют предотказному состоянию, загрязнения - нормальному, а вязкость и плотность – идеальному, то общее состояние РЖ является предотказным.

Используя полученные выражения, введя соответствующие граничные условия и оценив значения параметров в любой момент времени t , можно отнести состояние РЖ к тому или иному классу и принять решение о возможности её дальнейшей эксплуатации. Такой подход комплексного определения ТС РЖ позволит значительно повысить эффективность и достоверность процесса.

Дальнейшее направление работы в рамках поставленной задачи является проведение практических экспериментов с целью установления изменения параметров РЖ от наработки и их взаимосвязи друг с другом, что в итоге позволит по измеренному значению одного или двух основных делать заключение о значениях всех остальных с определенной степенью точности.

Библиографический список

1. Столл, Р. Л. Множества. Логика. Аксиоматические теории [Текст] / Р. Л. Столл. – М.: «Просвещение», 1968. – 231 с.
2. Попельнюк, И. А. графоаналитическая модель состояния рабочей жидкости гидравлической системы [Текст] / И. А. Попельнюк. - V Международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Томск, 5–7 декабря 2016 г.: сборник трудов. – Томск, 2016. – С. 437 – 438.