

## К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРАХ ПРОКАЧКИ МАСЛЯНОЙ СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОГО ГТД

Туктамышева Ю.А., Туктамышев В.Р. (ПНИПУ, г. Пермь, Россия)

*Abstract: The importance of the problem of contamination of oil system of aircraft gas turbine engines is presented in the article. The Technical solutions that improve the existing process of pumping of oil system of aircraft gas turbine engines were taken based on the factors that greatly influence the productiveness and quality of refining of oil system gas turbine engine. The ways to achieve the complex intensification of process pumping were defined. The theoretical basement of solution of these tasks was founded. The methods of research of optimal values of pumping regimes were discovered.*

Опоры авиационного газотурбинного двигателя (ГТД) являются одним из самых уязвимых мест в его конструкции. Малейшее загрязнение или появление стружки в масляной системе авиационного ГТД могут привести к отказу двигателя в полете и как следствие, в лучшем случае, дорогостоящий ремонт. После сборки или после ремонта авиационного ГТД масляную систему прокачивают (очищают) до того момента пока чистота масла не достигнет 9 класса чистоты по ГОСТ 17216. Поставлена цель – сократить затраты на процесс прокачки и одновременно увеличить производительность, качество, надежность прокачки ГТД. Требуется комплексная интенсификация процесса прокачки.

Существуют различные способы очистки масляных систем. При анализе существующих работ по данной тематике [2] были выделены следующие наиболее значимые факторы, улучшающие качество очистки маслосистемы:

- увеличение скорости потока промывающей жидкости, создание турбулентного течения, включающего в себя кавитацию и вибрацию;
- увеличение температуры рабочей жидкости;
- создание термошокового эффекта и гидроудара.

В связи с повышенными требованиями к ремонту и эксплуатации авиационного ГТД, нужны условия обеспечивающие минимальную вероятность повреждения элементов авиационного ГТД в процессе регламентных работ.

На ОАО «ПМЗ» применяют гидродинамическую очистку, но без пульсаций давления масла [2]. Данный процесс подтвердил свою надежность в отношении минимизации вероятности повреждения элементов авиационного ГТД. Поэтому его надо сохранить, дополнив современными решениями, которые позволят сократить время и увеличить качество прокачки. При разработке современных методов прокачки собранного авиационного ГТД, необходимо применение следующих технических решений:

1. Пульсация давления масла в масляной системе.
2. Принудительные колебания (вибрации) авиационного ГТД в процессе прокачки.
3. Введение в конструкцию стенов прокачки авиационного ГТД суфлирования опор.
4. Поддержание оптимальной температуры рабочей жидкости в процессе прокачки.
5. Требуется максимальная автоматизация процесса прокачки.

Физические основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений диктуют свои закономерности. Равнодействующая сил, приложенная к твердой частице со стороны установившегося потока жидкости, способствующая ее отрыву от стенок

трубопровода, в общем случае определяется силами давления и трения (сила отрыва 1), что подтверждает следующая зависимость [1]:

$$F_{omp1} = \int_S \sigma_H dS + \int_S \sigma_K dS$$

где –  $S$  поверхность частицы,  $m^2$ ;

$\sigma_H$  и  $\sigma_K$  – соответственно нормальное и касательное напряжения, Па.

Согласно Г. Шлихтингу [3], данную силу можно заменить на:

$$F_{omp1} = \varphi \rho_{ж} c_{\Pi} v^2 l^2$$

где –  $\varphi$  коэффициент лобового сопротивления;  $\rho_{ж}$  – плотность жидкости,  $kg/m^3$ ;  $c_{\Pi}$  – коэффициент поверхности (постоянная, зависящая от формы частицы);  $l$  – характерный линейный размер частицы, м;  $v$  – средняя скорость потока, м/с.

В то же время на частицу воздействует сила поперечного градиента скорости (сила отрыва 2):

$$F_{omp2} = \rho_{ж} v \frac{dv}{dy} c_{об} l^3$$

где –  $c_{об}$  коэффициент объема (постоянная, зависящая от формы частицы);  $\frac{dv}{dy}$  –  
градиент скорости.

Данные зависимости можно дополнить силой Архимеда:

$$F_{omp3} = c_{об} l^3 g \rho_{ж}$$

Представленную систему сил можно дополнить силой, возникающей при вынужденных колебаниях (сила отрыва 4):

$$F_{omp4} = a c_{об} l^3 \rho_T$$

где –  $a$  – виброускорение;  $\rho_T$  – плотность частицы,  $kg/m^3$ .

В свою очередь частица сопротивляется воздействию данных сил. Во-первых, силой соединения частицы и стенки трубопровода (сила соединения 1):

$$F_{cd1} = \sigma_0 c_{\Pi} l^2$$

где –  $\sigma_0$  предел прочности связки между частицей и трубопроводом, Па.

А во-вторых, силой тяжести (сила соединения 2):

$$F_{cd2} = c_{об} l^3 g \rho_T$$

Для эффективной очистки трубопроводов необходимо обеспечить превышение суммы сил отрыва над суммой сил соединения с трубой:

$$F_{omp1} + F_{omp2} + F_{omp3} + F_{omp4} > F_{cd1} + F_{cd2}$$

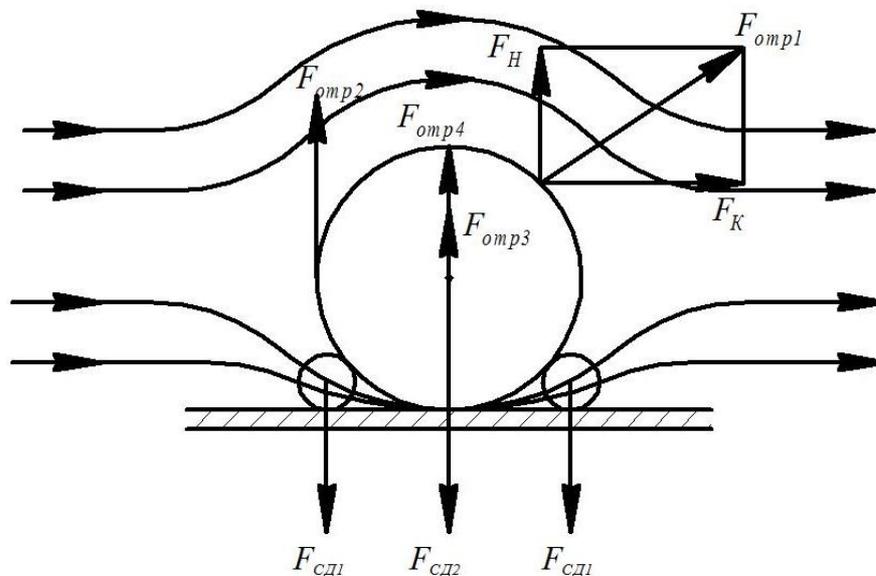


Рис. 1. Схема обтекания частицы потоком жидкости

Для подтверждения улучшения качества промывки и определения ее оптимальных режимов, требуется разработать математическую модель на базе многофакторного эксперимента.

В качестве воздействий, которыми можно управлять в процессе эксперимента (факторов эксперимента), необходимо принять:

- принудительные колебания авиационного ГТД,
- давление масла (пульсации),
- температура масла.

Критериями улучшения качества промывки будет являться, скорость достижения 9 класса чистоты масла по ГОСТ 17216.

Таким образом, выявлены пути достижения поставленной цели – комплексной интенсификации процесса прокачки. Заложены теоретические основы решения поставленных задач. И определены методы поиска оптимальных значений режимов прокачки.

**Список литературы:** 1. Коваленко В.П., Ильинский А.А. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений. – М.: Химия, 1982, 272с. 2. Туктамышева Ю.А. Анализ существующих и перспективных способов очистки масляной системы авиационного двигателя //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника: науч.-техн. журнал. – 2012. – № 33. – С. 124-138. 3. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. ИЛ, – М., 1956, 244с.