

ВЛИЯНИЕ УСТАНОВКИ ЭКРАНА НА СЕПАРИРУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ СУФЛЁРА МАСЛЯНОЙ СИСТЕМЫ ГТД

Молостов А.Д., Боев А.А., Бутылкин С.В.

ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара, aleksey.molostov@mail.ru

Ключевые слова: система суфлирования ГТД, центробежный суфлёр, экран, сепарирующая способность.

Как известно, для того чтобы предотвратить утечку масла через любое уплотнение масляной полости давление воздуха перед ним должно быть больше, чем давление внутри этой полости. При создании указанного перепада давления воздух непрерывно будет проникать внутрь масляных полостей опор, препятствуя утечкам масла из них. Очевидно, что для исключения возможности накопления в масляных полостях воздуха, которое приводило бы к уменьшению перепада давления на уплотнениях (в пределе – до нуля), необходимо одновременно осуществлять равновесный отвод воздуха из масляных полостей, как на постоянных, так и на переменных режимах работы двигателя [1]. Эту функцию выполняет система суфлирования масляных полостей двигателя.

В ГТД с масляной системой циркуляционного типа отвод воздуха из системы суфлирования без сепарации невозможен, так как в нём содержатся частицы масла, и эксплуатационный расход последнего составил бы десятки литров в час [1]. В системах суфлирования современных авиационных ГТД используют приводные динамические сепараторы – центробежные суфлёры. Отделение масла от воздуха происходит при движении воздушно-масляной смеси внутри рабочего колеса (крыльчатки). Масло под действием центробежных сил отбрасывается на стенки корпуса суфлёра и далее возвращается в циркуляционный контур маслосистемы.

В данной работе приведено исследование влияния установки экрана (дефлектора) в корпус центробежного суфлёра (рис. 1) на сепарирующую характеристику. Экран, установленный за входным каналом воздушно-масляной смеси, на расстоянии 5 мм в радиальном направлении от крыльчатки, должен предварительно закручивать, поступающий в каналы рабочего колеса (далее – РК) поток. Закрученный в направлении вращения РК поток смеси поступает в его каналы при меньших углах атаки. Это способствует более плавному натеканию потока и уменьшению размера вихревой зоны в каналах колеса. Тем самым создаются условия для более эффективного маслоотделения в РК суфлёра и снижения его гидравлического сопротивления.

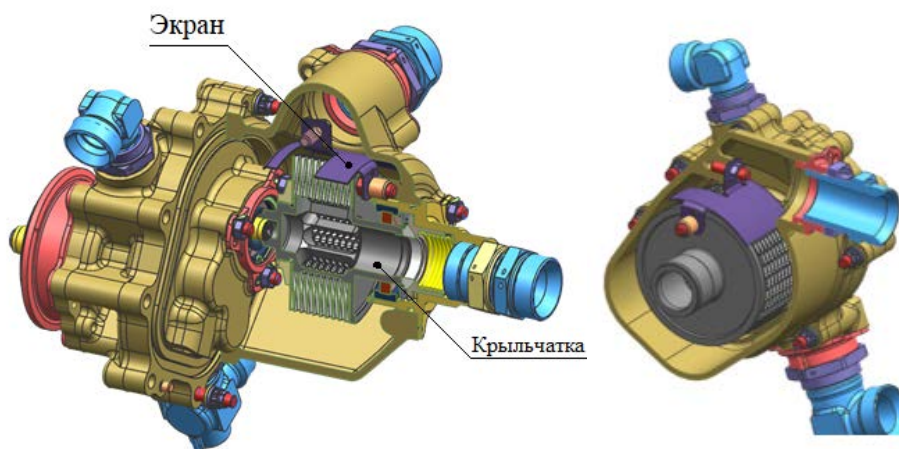


Рис. 1. Исследуемый агрегат

Оценка эффективности сепарирующей способности и гидравлического сопротивления суфлёра проводилась по результатам стендовых испытаний и данных полученных расчётным путём, методом конечных элементов.

По результатам серий испытаний [2] была получена зависимость (рис. 2) сепарирующей способности от режима работы суфлёра в двух конфигурациях сборки (с установленным и демонтированным экраном).

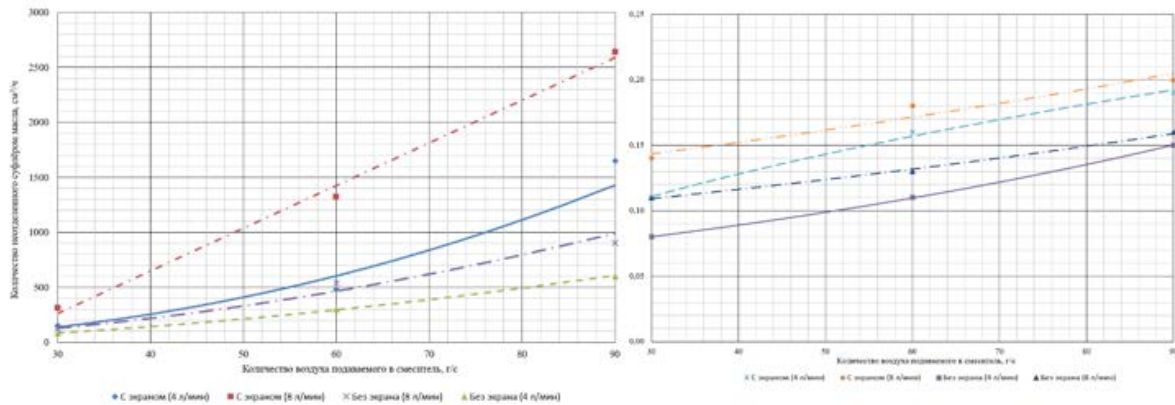


Рис. 2. Результаты экспериментального исследования центробежного суфлёра

Из полученных зависимостей, следует, что применение в конструкции экрана несколько ухудшает сепарационную характеристику суфлёра на всех установленных режимах работы. Данная закономерность справедлива и для второго параметра – гидравлического сопротивления крыльчатки суфлёра. Это, по-видимому, происходит из-за интенсивного маслоотделения крыльчаткой, и масло, отбрасываемое на стенку экрана, создаёт между рабочим колесом и последним зону повышенной концентрации, что в свою очередь негативно отражается на сепарирующей способности суфлёра.

Расчётная оценка эффективности работы суфлёра была проведена в программном комплексе расчета методом конечных элементов. Основной сложностью для выполнения данного расчёта было моделирование течения многофазной смеси внутри полости суфлёра. Особенностью многофазного течения по сравнению с многокомпонентным является, то что различные вещества (жидкости) в нём перемешаны на макроскопическом уровне, которые существенно больше молекулярных. В этом случае необходимо решать основные уравнения для каждого вещества (жидкости) отдельно, учитывая силовое взаимодействие между различными фазами. Для решения такого рода задач существует два основных метода решения [3]:

–Метод Эйлера-Эйлера, когда для всех фаз решаются основные уравнения в приближении Эйлера, с учётом межфазного взаимодействия;

–Метод Лагранжа, для непрерывной фазы (Continuous) используется подход Эйлера, а движение частиц отслеживается по их траекториям в приближении Лагранжа.

В рассматриваемой задаче был выбран метод Эйлера-Эйлера, так как очень важен процесс оседания капель на стенках, образование пленки жидкости и ее течение вдоль стенок крыльчатки суфлёра. В качестве модели турбулентности для непрерывной фазы (воздух) была принята модель k-ε, для дисперсной фазы (масла) – Dispersed Phase Zero Equation (модель, основанная на геометрическом масштабе течения и средней скорости).

Оценивая представленные на рис. 3 графические результаты расчёта, можно отметить общую с экспериментом тенденцию изменения количества неотделенного суфлёром масла с ростом величины расхода воздуха. Указанная тенденция справедлива и для расчётной модели без установленного экрана, также стоит отметить, что прослеживается негативный эффект от установки экрана в случае повышения величины прокачки масла до значения 8 л/мин. Как уже отмечалось ранее повышение концентрации масла на входе в РК суфлёра негативно сказывается на процессе маслоотделения.

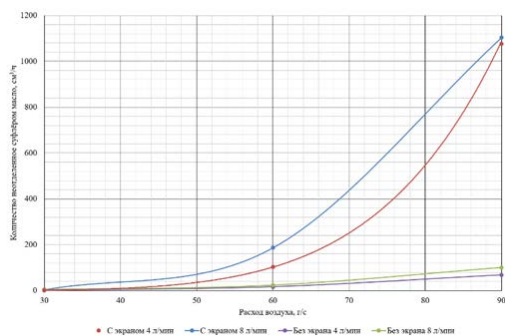


Рис. 3. Результаты расчётного исследования сепарирующей способности суфлёра

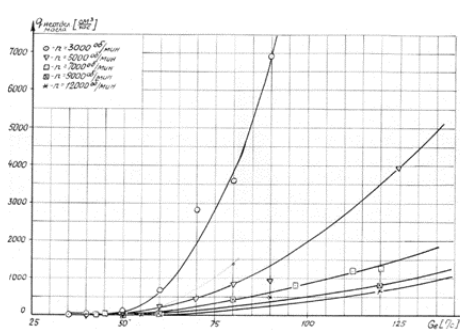


Рис. 4. Эмпирические результаты сепарирующей способности центробежных маслоотделителей

Приведенная экспериментальная и расчётная зависимости сепарирующей способности суфлёра коррелируются с эмпирическими зависимостями, накопленными за многие годы исследований. Данные зависимости представлены на рис. 4.

Подводя итоги исследовательской работы сформировались следующие выводы:

1. Установка экрана в корпус суфлёра оказывает влияние на величину концентрации масла на входе в крыльчатку;
2. Увеличение концентрации масла в воздушно-масляной смеси на входе в рабочее колесо (РК) при прочих равных условиях оказывает влияние на качество маслоотделения и на гидравлическое сопротивление суфлёра. Уменьшение концентрации масла на входе в РК повышает эффективность маслоотделения;
3. Полученные зависимости сепарирующей способности суфлёра коррелируются с эмпирическими результатами, накопленных за многие годы.
4. Необходимо продолжить исследования для определения оптимального расстояния от крыльчатки до экрана, обеспечивающих снижение безвозвратных потерь масла при минимальных массогабаритных характеристиках узла.

Список литературы

1. Проектирование систем суфлирования масляных полостей авиационных ГТД / Трянов А.Е., Гришанов О.А., Бутылкин С.В.: Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2006 -102 с
2. Технические отчёт ПАО «ОДК-Кузнецов» №001.16528

Сведения об авторах

Молостов Алексей Дмитриевич, инженер-конструктор 3 кат. Область научных интересов: CFD расчёты, масляная система ГТД

Боев Александр Алексеевич, к.т.н., начальник отдела. Область научных интересов: масляная система ГТД

Бутылкин Сергей Викторович, начальник бригады. Область научных интересов: масляная система ГТД

THE EFFECT OF THE DEFLECTOR INSTALLATION ON THE SEPARATING CAPACITY OF THE OIL SYSTEM BREATHER GTE

Molostov A.D., Boev A.A., Butylkin S.V.
JSC «UEC-Kuznetsov», Samara, Russian Federation

Keywords: oil system gte; deflector; separating capacity.

The report presents the results of an experimental and calculator study of the installation of a deflector on the operation of a breather.