

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОСИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Значительная доля отказов оборудования воздушных судов (ВС) приходится на агрегаты гидросистемы (ГС). Отказы многих из функциональных подсистем ГС ВС могут создать предпосылки к катастрофам и авариям. Поэтому задача повышения надежности ГС ВС является важной научно-технической задачей.

Особую остроту проблема надежности ГС приобретает в связи с усложнением условий их функционирования. Так одной из основных тенденций в развитии ГС является увеличение в них рабочего давления, что позволяет при малых массово-габаритных характеристиках элементов ГС достичь высокой мощности и производительности. Например, в ГС современных ВС наиболее часто используется давление с значением 21...28 МПа, а в некоторых перспективных разработках предусмотрено давление 56 МПа. При таком росте давления величина зазоров в узлах трения гидроагрегатов уменьшается с 10...15 мкм до 1...3 мкм.

Известно, что в нормальных условиях эксплуатации распределение дисперсного состава частиц загрязнения в рабочей жидкости (РЖ) ГС подчиняется логнормальному закону с максимумом в области 2...5 мкм. Ввиду того, что для работы гидроагрегатов наиболее опасными являются частицы загрязнения РЖ, размеры которых соизмеримы с размером зазоров, то при неизменном общем количестве частиц загрязнения с увеличением давления в ГС значительно возрастает число таких «опасных» частиц.

Таким образом, увеличение рабочего давления в ГС сопровождается возрастанием требований к уровню чистоты РЖ. При этом повышается актуальность использования в ходе эксплуатации ГС систем контроля этого уровня.

Необходимость применения таких систем контроля диктуется также тем, что уровень загрязнения РЖ является важным диагностическим признаком технического состояния агрегатов ГС. Это обусловлено тем, что основной причиной появления в РЖ частиц загрязнения является процесс изнашивания пар трения в трибомеханических узлах гидроагрегатов. Контролируя размер и количество (дисперсный состав) этих частиц, можно судить о степени износа пар трения.

Система контроля уровня загрязнения жидкостей ГС ВС в настоящий момент существует. Она построена на основе анализа отобранных проб, который осуществляется во время проведения на авиационной технике периодических и регламентных

бот. В результате анализа определяется класс чистоты РЖ согласно ГОСТ 17216-2001. Этот стандарт каждому классу чистоты ставит в соответствие определённое распределение дисперсного состава частиц загрязнения жидкости.

Однако для метода анализа уровня загрязнения РЖ по отобранным пробам характерно несколько существенных недостатков. Прежде всего, это высокая методическая погрешность измерения (30...50%), а также невозможность получения информации в реальном масштабе времени. Между тем для повышения эффективности использования диагностической информации, содержащейся в параметрах частиц загрязнения, и предотвращения отказов ГС, обусловленных повышенным уровнем загрязнения РЖ, необходимо получать результаты контроля в реальном масштабе времени.

Использование метода контроля уровня загрязнения РЖ по отобранным пробам, было обусловлено отсутствием датчиков встроенного контроля (ДВК), способных определять дисперсный состав частиц загрязнения в жёстких условиях эксплуатации, характерных для ГС ВС. В настоящий момент времени такие датчики появились [1]. Например, широкое распространение на практике получили фотоэлектрические ДВК типа «Поток», разработанные в отраслевой научно-исследовательской лаборатории ОНИЛ-16 Самарского государственного аэрокосмического университета. На их основе в этой же лаборатории была создана диагностическая система «Фотон-965», качество и высокие возможности которой подтверждены сертификатами и опытом эксплуатации в различных отраслях народного хозяйства. Уникальность этой системы заключается в том, что она позволяет определять уровень загрязнения непосредственно в потоке РЖ (при расходах жидкости до 100 л/мин и давлении в ГС до 28 МПа). Опыт эксплуатации этой системы указывает на принципиальную возможность создания встроенной системы контроля уровня загрязнения РЖ ГС ВС.

Таким образом, в настоящий момент сложилась объективная необходимость и появилась техническая возможность перехода от метода контроля уровня чистоты РЖ ГС ВС по отобранным пробам к методу встроенного контроля. Это позволит повысить точность и оперативность проведения контроля. При этом установка встроенной системы контроля непосредственно в бортовую ГС сопряжена с рядом проблем технологического характера. Поэтому в данный момент целесообразно применять эту систему контроля во время проведения наземного технического обслуживания ВС с использованием подвижной гидроустановки (ПГУ). Для этого ПГУ предлагается оснастить двумя ДВК, посредством которых можно контролировать уровни загрязнения жидкости на её входе и выходе. Тогда разность в показаниях ДВК будет соответствовать уровню за-

грязнения, вносимому в жидкость агрегатами ГС ВС.

При помощи такой системы можно не только определять уровень загрязнения РЖ ГС ВС, но и оценивать динамику его изменения во времени. Кроме того, определив дисперсный состав частиц износа при работе одного какого-либо агрегата ГС (например, при выпуске и уборке шасси или закрылков), можно получить важную диагностическую информацию о его техническом состоянии. Далее этот эксперимент можно повторить и для других агрегатов.

Структурная схема предлагаемой встроенной системы контроля приведена на рис. 1. Помимо двух ДВК «Поток» она включает микропроцессорное устройство (МПУ), блок обработки информации (БОИ), а также регистратор и индикатор.

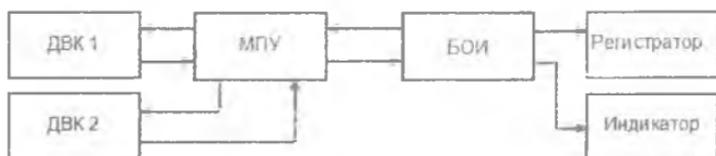


Рис. 1. Структурная схема встроенной системы контроля уровня загрязнения рабочей жидкости ГС ВС

Сигналы ДВК поступают на МПУ, которое обеспечивает формирование питающих напряжений для ДВК, оцифровку сигналов ДВК и их передачу на БОИ. Более детально вопросы построения МПУ рассмотрены в [2]. БОИ согласно заложенной программе осуществляет обработку сигналов ДВК. Информация о дисперсном составе частиц загрязнения в заданном виде выдается в регистратор для записи на носители информации и отображается на индикаторе. При этом в БОИ могут быть реализованы различные алгоритмы, например, алгоритм повышения чувствительности ДВК [3] или алгоритм прогнозирования отказов агрегатов ГС [4].

При построении любой встроенной системы контроля необходимо выполнить требования, предъявляемые к ней эксплуатирующими организациями. Так, согласно таким требованиям, система контроля уровня загрязнения жидкости ГС ВС должна функционировать при температуре РЖ в диапазоне от -50 до $+100^{\circ}\text{C}$. Между тем, известно, что при температуре более 80°C в полупроводниковых элементах, в том числе и в светоизлучающих и фотодиодах, используемых в ДВК, могут происходить необратимые изменения, приводящие к потере их работоспособности. Другими словами, использование ДВК «Поток» «классической» конструкции [1] непосредственно в потоке жидкости ГС ВС (как это предусмотрено в системе «Фотон-965») невозможно. Поиск приемлемых вариантов конструкции таких датчиков, обеспечивающих работоспособ-

ность ДВК в указанном диапазоне температур при сохранении их важнейших характеристик (чувствительности, вибростойкости и др.), результатов не дал.

Решить эту проблему можно путём понижения температуры РЖ. Однако осуществить это непосредственно в основном потоке жидкости ГС крайне сложно. Поэтому для установки ДВК целесообразно в ПГУ предусмотреть дополнительный гидравлический контур с малым расходом РЖ, в состав которого включить гаситель пульсаций давления, настраиваемый дроссель, теплообменник и ДВК. Жидкость, отводимая из основного потока ГС посредством пробоотборной трубки, поступает через гаситель пульсаций на дроссель, который обеспечивает снижение расхода жидкости до величины 100...300 мл/мин. Теплообменник предназначен для уменьшения температуры РЖ до заданного значения. В качестве теплообменника может быть использован микрохолодильник. Пройдя через датчик, РЖ поступает в линию слива или гидробак ПГУ.

Таким образом, рассмотрен вариант построения системы контроля уровня загрязнения РЖ ГС ВС, предполагающий применение двух ДВК, установленных в наземной подвижной гидроустановке. Применение такой системы на практике позволит в конечном итоге перейти к обслуживанию ГС ВС по состоянию, что существенно снизит затраты на эксплуатацию и повысит надёжность.

Библиографический список

1. Логвинов, Л.М. Техническая диагностика жидкостных систем технологического оборудования по параметрам рабочей жидкости [Текст]/ Л.М. Логвинов – М.: ЦНТИ «Поиск», 1992. – 91 с.
2. Логвинов, Л.М. Микропроцессорное устройство для систем аппроксимативного анализа параметров рабочей жидкости гидросистем [Текст]/ Л.М. Логвинов, М.А. Ковалёв. // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2007. – №4. – С. 43-46.
3. Логвинов, Л.М. Математическое моделирование технического состояния трибомеханических узлов [Текст]/ Л.М. Логвинов, М.А. Ковалёв. // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2007. – №2. – С. 25-28.
4. Ковалев, М.А. Статистическая модель контроля работоспособности сложных гидравлических систем на основе анализа параметров рабочей жидкости [Текст]/ М.А. Ковалёв. // Контроль. Диагностика. – 2008. – № 6. – С. 54-59.