

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ ЧИСТОТЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В ONLINE РЕЖИМЕ ПРИ ПРОМЫВКЕ ГИДРОСИСТЕМЫ В ЦЕХЕ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ СБОРКИ САМОЛЕТОВ МИГ

Лярский М. В., Чернова М. В., Коротков А. В.
ОАО «Нижегородский авиастроительный завод «Сокол»,
г. Нижний Новгород, Нижегородская обл., Россия

В связи с усложнением авиационной техники и её производства возросло время, затрачиваемое на контрольно-проверочные операции. Сократить его можно двумя способами: отнесением контрольных операций на более ранние этапы производства, или автоматизацией процессов с исключением человеческого фактора. В нашей работе мы пошли по второму пути.

Гидравлические системы нашли широкое применение во всех отраслях промышленности. Надежность и долговечность гидравлических систем находятся в прямой зависимости от чистоты внутренних полостей этих систем и рабочих жидкостей. Особую опасность представляет нарушение нормальной работы агрегатов гидравлических систем летательных аппаратов.

Одной из основных причин отказа агрегатов гидравлических систем летательных аппаратов является загрязнение рабочей жидкости и агрегатов механическими примесями. Твердые частицы загрязнений могут нарушить смазочную пленку между трущимися поверхностями и увеличить их износ. Особенно интенсивный износ наблюдается в распределительных устройствах гидравлических насосов и моторов, гидроусилителей в результате чего резко снижается их объемный к.п.д. Плохая промывка прецизионных пар гидросистемы после доводки их абразивными пастами снижает в 10-12 раз ресурс насосов. Опыт эксплуатации и исследования показал, что при попадании твердых частиц загрязнений в зазоры между рабочими поверхностями скользящих пар агрегатов усилия, необходимые для перемещения плунжеров золотниковых распределителей, могут возрасти в десятки раз и вызвать нарушение нормальной работы агрегата и системы в целом. Особенно вероятно нарушение работы в системах с дистанционным управлением распределительными и регулирующими устройствами, использующих электромагниты и электромеханизмы малой мощности. Наличие твердых частиц загрязнений может привести к износу уплотнений и нарушению герметичности силовых цилиндров, гидроаккумуляторов, гидромоторов и других агрегатов. Частицы органического происхождения могут изменять физические свойства рабочей жидкости, такие как вязкость и смазывающая способность. Металлические частицы являются активными катализаторами окисления масла. Продукты окисления увеличивают кислотность масла, что, в свою очередь, может вызвать коррозию металлических деталей.

В процессе сборки и монтажа систем невозможно полностью исключить попадание мелких частиц во внутренние полости систем. Для очистки гидросистемы от посторонних частиц в технологии предусматривается специальная операция промывки в агрегатно-сборочных цехах и цехе окончательной сборки.

При анализе производственного процесса промывки гидросистемы в цехе окончательной сборки выявлен низкий уровень автоматизации процесса. Значительное время занимают процедуры закрытия и открытия вентилей на закольцовках при выполнении промывки магистралей трубопроводов, переключения тумблеров срабатывания гидрокранов, отбора проб и анализ чистоты гидрожидкости. При этом, если результаты чистоты оказываются неудовлетворительными, процедуру промывки необходимо выполнять повторно. С целью исключения потерь времени процесс промывки и контроля чистоты был полностью автоматизирован за счет внедрения специальной установки.

Для исследования процесса промывки гидросистемы было определено три основных направления:

1) исследование динамики загрязненности различных по сериям сборки самолетов МиГ на этапах промывки трубопровода и полностью собранной гидравлической системы,

2) анализ технологии выполнения промывки, исключение механически выполняемых операций путем разработки и введения в эксплуатацию специальной установки, позволяющей полностью автоматизировать процесс промывки.

3) анализ статистики полученных исследований, в том числе по чистоте гидрожидкости и проектирование устройства в составе специальной установки, обеспечивающего контроль чистоты жидкости без механического отбора проб, в online режиме,

Исследование проб рабочих жидкостей гидравлических систем самолетов МиГ позволило нам определить, что содержащийся в них загрязнитель различен по физико-химическому составу, а также, что размеры частиц загрязнителя, обнаруженного в гидравлических системах, находятся в пределах от 1 до 100 мкм.

Исследование загрязненности гидросистемы на стадии окончательной сборки производилось в процессе выполнения ее промывки. Промывка гидросистемы предусматривала два этапа: промывку трубопроводных магистралей и промывку окончательно собранной системы.

В процессе исследования динамики изменения загрязненности смонтированных на самолете трубопроводных магистралей установлено, что трубопроводные магистрали являются наиболее трудноочищаемыми. При этом труднее всего поддаются очистке магистрали (кольца) большой протяженности (30-40 и более труб) и сложной конфигурации, с большим количеством изгибов и соединительных элементов (фитингов).

Анализ кривых изменения загрязненности показывает, что большинство участков трубопроводных магистралей достигает требуемого уровня чистоты лишь после 7-9-кратной длительной прокачки их моющей жидкостью. Для наиболее длинных колец требуется 12-15 и более прокачек.

Анализ загрязненности окончательно собранной гидросистемы показывает значительное различие уровня загрязненности подсистем. Это объясняется конструктивными и геометрическими особенностями каждой из подсистем:

количеством и сложностью входящих в их состав гидроагрегатов, числом соединений трубопроводов, являющихся

своеобразными сборниками монтажных загрязнений, разветвленностью и протяженностью гидравлических коммуникаций, их конфигурацией, наличием тупиковых участков и др.

Динамика изменения загрязненности собранной гидросистемы показывает, что загрязненность взятых в процессе промывки проб жидкости достигает наибольшего значения не в начальной стадии процесса, а спустя некоторое, достаточно продолжительное время. С очередным отбором пробы загрязненность жидкости возрастает и достигает наибольшего уровня при 5-7-й прокачке, то есть близко к середине процесса очистки смонтированной гидросистемы.

В дальнейшем загрязненность проб жидкости снижается и достигает допустимого уровня после 13-14-й прокачки.

На основании проведенных исследований определено, что допустимая чистота достигается на 6-7 циклов промывки раньше, чем заканчивается полный этап (20 циклов), также удалось определить количество циклов для каждой подсистемы (магистральной), оптимальное для достижения требуемой чистоты.

Очевидно, что трудоемкость выполнения операции промывки гидросистемы напрямую зависит от количества прокачек. Снижение трудоемкости, а соответственно, и стоимости выполнения промывки, можно достичь за счет сокращения количества циклов промывок в коротких и прямолинейных магистральных.

С целью сокращения времени промывки гидросистемы и уменьшения трудоёмкости процесса была спроектирована установка контроля жидкости, производящая подсчет инородных частиц в режиме online. Такая схема позволяет контролировать чистоту гидрожидкости, не прерывая процесс промывки, а так же остановить её в нужный момент, не производя лишних циклов. Исключаются операции ручного сбора проб и исследование их в лаборатории. Так же автоматизирован процесс переключения между линиями гидросистемы в момент достижения требуемого уровня чистоты промываемой линии. Результаты передаются на компьютер в реальном времени по беспроводной технологии WI-FI.

Установка включает в себя гидротележку для промывки, ультразвуковой прибор контроля жидкости, блок управления электрогидрокранами, компьютер с управляющей программой.

Технико-экономический эффект заключается в снижении трудоемкости и стоимости работ вследствие автоматизации процесса выполнения промывки гидросистемы и достижения требуемой чистоты гидрожидкости. До момента внедрения автоматизированной установки трудоемкость выполнения работ составляла 188 н/часов, после внедрения установки 102 н/часа, соответственно, наблюдается снижение трудоемкости на 45,7%.

Таким образом, работа по совершенствованию технологии промывки и контроля чистоты гидросистемы завершилась с положительными результатами: удалось добиться максимальной автоматизации процесса, исключения человеческого фактора, а также снижение трудоемкости выполнения работ.