

**Методологические основы управления реологическими процессами в системах смазки машин**

Веренич И.А., Тини М.А.

Белорусский национальный технический университет

Целевое назначение любого управления – осуществление контроля и целенаправленное изменение состояния системы.

К числу параметров, определяющих состояние системы смазки, характеризующих ее текущее положение, либо фазовое состояние относительно заданной системы отсчета, обычно относят: степень износа пар трения, приобретенные деформации, герметичность замкнутых объемов (отсутствие утечек смазки и т.п.), параметры эксплуатации, такие как температура, уровень шума и вибрации, ресурсные параметры, претерпевающие изменения в процессе эксплуатации (загрязненность смазочного материала, изменение вязкости, изменение кислотного числа (для гидравлических жидкостей), изменение щелочного числа (для моторных масел)). Для некоторых систем смазки параметры движения на текущий и любой наперед заданный момент времени, комплексные параметры (целевые функции), характеризующие выполнение задач системой смазки на фиксированный момент времени.

Следует иметь в виду, что изменение состояния системы смазки в ходе эксплуатации происходит не только в результате целенаправленных управляющих воздействий, но и под влиянием внешних и внутренних возмущающих факторов. К внутренним факторам следует отнести в первую очередь изменение скорости скольжения, изменение нагрузки, изменение подачи смазки, пульсации подачи и давления и др. ошибки. К внешним факторам следует отнести изменение скорости движения мобильной машины, изменение дорожных возмущений и вибраций, вызванные работой двигателя и т.п.

Реализация процедуры управления предполагает следующее: подготовку исходных данных на расчет команд и программ управления, определяющих режимы функционирования аппаратуры; выбор типа и числа возможных режимов функционирования системы и аппаратуры; метрологическое обеспечение работы для определения текущих и прогнозируемых параметров

движения; контроль работоспособности аппаратуры; контроль других параметров, например, времени непрерывной работы, перерывов, частоты пуска и останова.

Повышение эффективности функционирования управляемой системы смазки достигается четырьмя основными факторами: 1) оптимизацией иерархий целей и информационной структуры; 2) оптимизацией системы в рамках заданной структуры; 3) оптимизацией внутренней структуры отдельных элементов; 4) оптимизацией самой системы смазки путем достижения ее максимальной совместимости с автоматизированной системой управления.

В большинстве случаев функционирование элементов системы управления оказывается лишь частично наблюдаемыми и частично управляемыми, что делает актуальным выбор наиболее рациональных технологических циклов управления и алгоритмов их реализации. Под технологическим циклом управления следует понимать совокупность типовых операций управления, осуществляемых в процессе эксплуатации в определенной последовательности, с целью выполнения заранее составленной оперативно скорректированной программы работы системы смазки. С другой стороны, технологический цикл управления – информационно и логически связанная, упорядоченная во времени совокупность макроопераций управления, содержащая указания об их продолжительности, определенная на интервале планирования в привязке к выбранной шкале времени, начинающаяся операциями контроля и завершающаяся выдачей командно–программной информации на следующий интервал планирования. Таким образом, в технологическом цикле управления системой смазки можно выделить следующие основные этапы: 1) получение извне информации, инициирующей процесс управления; 2) поиск, сбор, извлечение информации, необходимой для принятия решения по осуществлению управления; 3) формирование управляющего воздействия; 4) доведение управляющего воздействия до исполнителей; 5) контроль исполнения с последующим оформлением отчетного документа по результатам реализации технологического цикла управления.

К настоящему времени известна достаточно широкая разновидность различных технологий управления: однопунктная через бортовой компьютер (БК); многопунктная с микропроцессорами в самой СС; однопунктная с коррекцией через БК; сетевая

с динамическим изменением топологии.

На структуру технологических циклов управления влияют характер и содержание типовых операций.

К числу типовых операций технологического цикла принято относить: 1) определение текущего вектора состояния СС как динамической системы по результатам измерений (скорость сдвига смазочного материала, вязкость, температура и др.); 2) расчет данных для операций управления системой смазки; 3) расчет параметров коррекции; 4) программно–математическое обеспечение диагностики технического состояния и функционирования СС; 5) программно–математическое обслуживание командно–программного обеспечения.

Автоматизированная система управления системой смазки машины включает в себя блок научных обоснований (БНО) – это блок, отражающий постановку задачи, методов и алгоритмов их решения, комплекс технологических и вычислительных процедур, используемых при проведении всего цикла исследовательских, проектно–конструкторских и расчетных работ на этапах подготовки, планирования, анализа промежуточных и конечных результатов работы СС. БНО является составной частью технологии управления и в то же время – основной системообразующий элемент управления.

Задачи БНО разделяются на этапы: этап подготовки системы к эксплуатации; этап эксплуатации; этап послеексплуатационного анализа. Имеются два направления БНО: 1) непосредственное определение или изменение параметров СС в текущий или наперед заданный момент времени; 2) получение всех сопутствующих данных в предположении известного состояния СС.

Учитывая, что система управления смазкой является сложным комплексом многоуровневой структуры, ее модель представляют в виде совокупности двух концептуальных моделей: 1) модели обобщенной структуры СС как объекта управления; 2) модели автоматизированной системы управления (АСУ) системы смазки.

При составлении концептуальной модели СС исходят из того, что ее назначение заключается в сборе, обработке, хранении, отображении, документировании и доведении информации до соответствующих средств управления.

Постановка задачи математического моделирования процес-

са функционирования системы управления (СУ) технологического цикла (ТЦ) и технологического процесса (ТП) можно описать зависимостями

$$ТЦ = \langle \{TO_1\}, r_{ij} \rangle,$$

$$ТП = \langle \{TO_1\}, \{ТЦ_k\}, \{BO_m\}, r_n \rangle,$$

где  $r_{ij}$  – коэффициент отношения между  $i$ -ой и  $j$ -ой операциями;  $r_n$  – коэффициент, характеризующий отношения ТЦ, типовой операции  $TO$  и вспомогательной операции  $BO$ .

На самом высоком уровне рассматриваемая система может быть представлена в виде множества подсистем

$$K = \{D, \Phi, B\},$$

где  $D$  – управляющая подсистема;  $\Phi$  – функциональная подсистема;  $B$  – интеллектуальный банк данных.

Управляющая подсистема технологического цикла может быть представлена в виде

$$D = \{D_B, D_{ПК}, D_{ТЦ}, D_{ДО}, D_{БЗ}, D_D\},$$

где  $D_B$  – подсистема взаимодействия с другими подсистемами;  $D_{ПК}$  – подсистема подготовки и контроля исходных данных;  $D_{ТЦ}$  – подсистема подготовки (формирования) технологического цикла;  $D_{ДО}$  – подсистема обеспечения диалога с оператором;  $D_{БЗ}$  – подсистема запуска управления;  $D_D$  – подсистема управления данными.

$$\Phi = \{\Phi_M, \Phi_{ОВС}, \Phi_{ПО}, D_{ДО}, \Phi_{СЗ}\},$$

где  $\Phi_M$  – подсистема математической модели СС;  $\Phi_{ОВС}$  – подсистема определения вектора состояния;  $\Phi_{ПО}$  – подсистема предварительной обработки информации;  $\Phi_{ДО}$  – подсистема динамических воздействий;  $\Phi_{СЗ}$  – подсистема сервисных задач.

Таким образом, рассмотренная обобщенная модель позволяет, с одной стороны, поставить задачу ее математического описания, с другой – определить требования к системе управления ТЦ, ее составляющим, а также к принципам их разработки.