

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШАССИ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

ALGORITHMS OF MANAGEMENT OF THE CHASSIS OF A TRACKLAYING VEHICLE

Аннотация. В статье описывается метод построения нечетких алгоритмов управления шасси гусеничной машины, реализуемых на базе микропроцессорных систем управления.

Annotation. In article the method of construction of indistinct algorithms of management of the chassis of the tracklaying vehicle realised on the basis of microprocessor control systems is described.

Ключевые слова. Цикличность переключения, автоматическое управление, трансмиссия гусеничной машины.

Key words. Recurrence of switching, automatic control, tracklaying vehicle transmission.

По результатам анализа режимов функционирования автоматической системы управления движением гусеничных машин (ГМ) сформулированы принципы организации структуры и построения алгоритмического и программного обеспечения автоматической системы управления шасси ГМ. Для реализации указанных принципов автоматические системы управления шасси ГМ, независимо от структуры их вычислительной части (централизованной или распределенной), должны включать: микропроцессорные блоки управления, устройство отображения информации, локальные логические блоки управления, исполнительные элементы, датчиковую аппаратуру и линии связи.

Микропроцессорные блоки управления осуществляют обработку и анализ данных о состоянии и режимах работы агрегатов машины и формируют управляющие сигналы в соответствии с программой управления.

Управление исполнительными элементами, непосредственно реализующими действия по переключению передач, блокировке фрикциона гидропередачи, выбору уровня мощности ДВС, изменению положения жалюзи системы охлаждения и т.д. осуществляется в автоматическом режиме [1]. Задачи управления осложняются недостатком информации и непредсказуемым изменением в широких пределах параметров, характеризующих внешние условия движения, техническое состояние и режимы работы ГМ и необходимостью корректировки программы управления при изменении условий функциониро-

вания машины. Решение данной задачи может быть реализовано на основе применения адаптивного управления, заключающегося в определении структуры и параметров процесса в результате анализа наблюдаемых данных (входных воздействий и выходных величин) и коррекции алгоритмов управления при изменении внешних условий функционирования, характеристик задающих воздействий механика-водителя и технического состояния систем и агрегатов машины.

Реализацию адаптивного управления агрегатами шасси ГМ предлагается осуществлять на основе принципов нечеткой логики [2]. В целом весь процесс нечеткого управления можно разбить на следующие шаги:

- преобразование "четких" текущих значений входных переменных в лингвистические (фаззификация);
- нечеткий логический вывод (вычисление лингвистических значений выходных переменных) на основании полученных лингвистических значений с использованием базы правил контроллера;
- вычисление "четких" значений управляющих параметров (дефаззификация).

Однако непосредственное применение положений теории нечетких множеств для решения задач управления требует специальных аппаратных и программных средств [3].

Реализация принципов нечеткой логики на базе микропроцессорных систем может быть осуществлена посредством специального представления, обработ-

Евдокимов Вячеслав Ганнуэльевич – кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника Дальневосточного высшего военного командного училища по вооружению, тел. 8-914-538-84-13.

Yevdokimov Vyacheslav Genaelevich – the deputy chief of Far East Military School Cand.Tech.Sci, the senior lecturer, tel. 8-914-538-84-13.

ки и анализа входной информации при формировании управляющего воздействия.

Разработка алгоритмов функционирования автоматической системы управления движением ГМ включает операции, составляющие этапы решения задачи адаптации управления, связанные с анализом процессов функционирования объекта управления, подготовкой исходной информации, выявлением связей и взаимовлияния параметров, характеризующих процесс, формированием управляющего воздействия и сводится к решению следующих задач:

- выбора входных лингвистических переменных на основе анализа режимов функционирования объекта в различных внешних условиях;
- назначения для каждой из лингвистических переменных набора лингвистических значений (термов);
- выбора для каждого из термов аппроксимирующего нечеткого множества;
- создания базы правил контроллера на основе анализа совокупности значений "входные переменные – управление", полученной для рационального режима работы объекта;
- принятия решения и его реализация на основе механизма нечеткого вывода (метода преобразования полученного нечеткого управления в "четкий" выходной сигнал).

Например, программа управления блокировочным фрикционом гидротрансформатора имеет вид:

- включение/выключение блокировки гидротрансформатора;
- если блокировка выключена, то проверить условия ее включения;
- если блокировка включена, то проверить условия ее выключения;
- условия включения (необходимо выполнение всех условий):
 - тормоз отпущен;
 - машина движется ($V > 0$);
 - реверс выключен (включены передние передачи);
 - обороты ДВС $n_{\text{двс}} > 1000 \text{ мин}^{-1}$ и $\frac{dV}{dt} \geq 0$;
- температура ОЖ ДВС: $60 < T_{\text{ож}} < 100^\circ\text{C}$;
- температура масла ДВС: $T_{\text{мдвс}} < 110^\circ\text{C}$;
- температура масла ГМП: $40 < T_{\text{мгмп}} < 110^\circ\text{C}$;
- время, в течение которого $i_{\text{зм}} \geq 0.84$, больше 2с;
- условия выключения (достаточно выполнения одного из условий):
 - машина не движется ($V = 0$);
 - тормоз нажат;

• топливоподача максимальная, обороты ДВС

$$n_{\text{двс}} < 1400 \text{ мин}^{-1} \text{ и } \frac{dV}{dt} < 0;$$

• обороты ДВС: $n_{\text{двс}} < 1200 \text{ мин}^{-1}$ в течение 1 с при любом положении топливоподачи;

• температура масла ДВС: $T_{\text{мдвс}} > 110^\circ\text{C}$ в течение 5 с;

• температура ОЖ ДВС: $T_{\text{ож}} < 60^\circ\text{C}$ или $T_{\text{ож}} > 100^\circ\text{C}$ в течение 5 с;

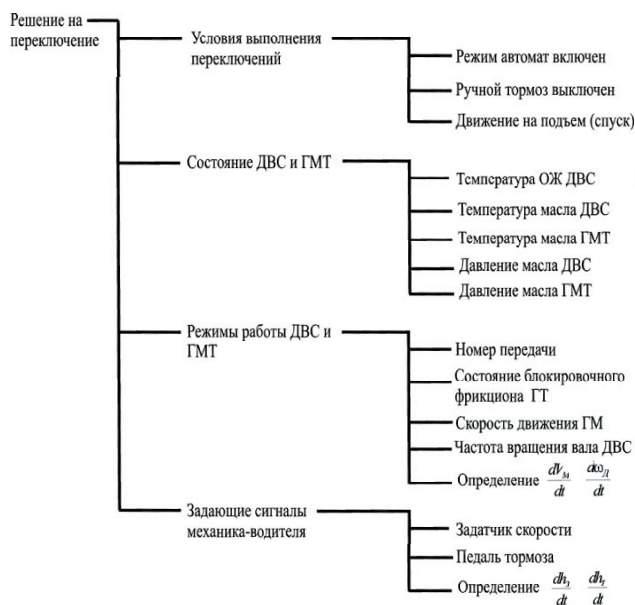
• температура масла ГМП: $T_{\text{мгмп}} < 40^\circ\text{C}$ или

$T_{\text{мгмп}} > 110^\circ\text{C}$ в течение 5 с.

Предлагаемое разбиение входных параметров позволяет представить процедуру обработки сигналов как решение задачи анализа композиции трех временных функций с последующим совмещением пороговой и аналоговой информации. Реакция системы управления на отклонения от нормальных режимов функционирования ГМ может проявляться в виде рекомендаций механику-водителю, запретов и ограничений рабочих режимов, а также самостоятельных действий по локализации и устранению возникающих отклонений, отказов и неисправностей посредством изменения режимов работы агрегатов, структуры системы и алгоритмов управления.

В общем виде схема принятия решения на переключение передач приведена на рисунке.

В процессе сбора и обработки информации осуществляется определение входных сигналов, характеризующих задающие воздействия водителя – ход h_3 задатчика скорости (педали подачи топлива), педали тормоза h_T и скорости их перемещения $\frac{dh_3}{dt}$ и $\frac{dh_T}{dt}$, а также сигнала



Формирование решения на переключение передач в трансмиссии ГМ

лов, являющихся результатом реализации режимов работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и трансмиссии – скорости движения машины V_M , частоты вращения двигателя ω_D , их производные $\frac{dV_M}{dt}$ и $\frac{d\omega_D}{dt}$, температуры

охлаждающей жидкости $T_{ОЖ}$ и масла T_M , давления масла P_M и т. д. Регулируемой величиной является скорость движения V_M машины. Управление осуществляется за счет изменения подачи топлива в цилиндры двигателя, переключения передач и блокировки (разблокировки) фрикциона гидропередачи. Однако требуемое значения V_M может быть получено различным сочетанием режимов работы ДВС и трансмиссии, определяемых частотой вращения двигателя ω_D и номером включенной передачи $N_{пер}$, которое обеспечивает машине разные тягово-динамические и топливно-экономические свойства и влияет на показатели надежности работы систем и агрегатов шасси. Выбор соответствующих режимов работы ДВС и трансмиссии, характеризующихся ω_D и $N_{пер}$, определяется условиями движения, техническим состоянием систем и агрегатов ГМ и задающими воздействиями водителя. Для осуществления нужного для данных условий движения сочетания режимов работы двигателя и трансмиссии и обеспечения заданного скоростного режима необходимо изменить настройки системы управления, заключающиеся в коррекции момента переключения передач в зависимости от V_M и ω_D , временных задержек на переключение и т. д. Целями управления в зависимости от условий движения являются обеспечение наилучших тягово-динамических или топливно-экономических свойств, характеризуемых, соответственно, средней скоростью V_M движения и расходом топлива Q_T и выражаемых функционалами

$$V_{CP} \left[\omega_D, N_{пер}, h_3, h_T, \frac{dh_3}{dt}, \frac{dh_T}{dt}, \frac{dV_M}{dt}, \frac{d\omega_D}{dt} \right] = extremum;$$

$$Q_T \left[\omega_D, N_{пер}, h_3, h_T, \frac{dh_3}{dt}, \frac{dh_T}{dt}, \frac{dV_M}{dt}, \frac{d\omega_D}{dt} \right] = extremum.$$

В случае выхода значений $T_{ОЖ}$, T_M , P_M за пределы допустимых по условиям надежности режим движения и, следовательно, V_M и ω_D за счет изменения топливоподачи и переключения передач выбираются из соображений защиты агрегатов от критических режимов работы, а выходные параметры, характеризующие состояние систем

Литература

1. Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. *Адаптивное управление динамическими объектами*. М: Наука, 1981.
2. Шульце К.-П., Реберг К.-Ю. *Инженерный анализ адаптивных систем*. Пер. с немецкого.- М.: Мир, 1990. – 280 с.
3. Воробьев Л.М., Воробьева Т.М. *Нелинейные преобразования в прикладных вариационных задачах*. М.: Энергия, 1972.– 208 с.

Материал поступил в редакцию 10. 07. 2009 г.

и агрегатов, обеспечивающих движение машины, при этом выступают в роли ограничений

$$T_{ОЖ MIN} < T_{ОЖ} < T_{ОЖ MAX} ;$$

$$T_{M MIN} < T_M < T_{M MAX} ;$$

$$P_{M MIN} < P_M < P_{M MAX} .$$

Наличие выходной аналоговой и дискретной информации позволяет оценить различные состояния объекта, включая критические (выход рабочих параметров систем машины за рамки рекомендуемых, допустимых и предельных режимов, тренды, направление и значение скорости нарастания аналоговых сигналов), и построить вектор состояния машины.

Управляющие воздействия вырабатываются последовательно с учетом коррекции по входной информации после подачи команды управления. Приоритет управляющего воздействия определяется по "весовому" (наиболее значимому) параметру в диспетчере состояний, режимов движения машины и задающих воздействий водителя. Диспетчер состояний и режимов движения машины определяет фазы существования объекта и распределяет функции управления. При этом формируемое системой управляющее воздействие направлено на сохранение работоспособности машины на базе предсказания отказа и вывода машины из критического состояния. Таким образом, реализуется принцип управления с предвидением, целью которого является сохранение работоспособности машины независимо от условий и режимов функционирования при обеспечении заданного водителем скоростного режима. Осуществление указанных режимов возможно при условии связанного управления по единой программе системами и агрегатами, обеспечивающими движение машины, и, в первую очередь, двигателем и трансмиссией.

Выводы. Задачи управления ГМ характеризуются недостатком информации и непредсказуемым изменением в широких пределах параметров. Их решение может быть реализовано на основе применения адаптивного управления, заключающегося в определении структуры и параметров процесса в результате анализа наблюдаемых данных и коррекции алгоритмов управления при изменении внешних условий функционирования, характеристик задающих воздействий механика-водителя и технического состояния систем и агрегатов машины.