

УДК 629.114:631.3

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ МЭС ЧЕРЕЗ РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОПОРНОГО ОСНОВАНИЯ

Носов С.В.

Липецкий государственный технический университет, Липецк

Рассмотрена необходимость непосредственного учета реологических свойств основания при выборе рациональных параметров и режимов работы мобильных энергетических средств. При этом отмечается, что влияние временного фактора, характера измерения нагрузок на основание и учет нелинейности реологических свойств основания имеют большое значение при оценке как эксплуатационных, так и технических характеристик мобильных энергетических средств.

Анализ работ по взаимодействию движителей мобильных энергетических средств (МЭС) с опорным основанием показывает, что все эксплуатационные свойства МЭС независимо от их типа и характера использования, в первую очередь, зависят от параметров взаимодействия движителя с опорным основанием. Установлено, что наиболее целесообразный способ получения обобщенных функций взаимодействия основывается на получении обобщающих аналитических зависимостей с использованием четырехмерных математических моделей (включая временное измерение), описывающих напряженно-деформированное состояние контактирующих пространственных систем.

Число возможных вариантов по выбору параметров и режимов работы МЭС оказывается столь большим, что нетривиальной становится задача выбора одного из них – оптимального или рационального с точки зрения целей и условий проектирования. При этом нельзя ожидать, что задачу такого выбора достаточно решить один раз в момент начала проектирования. Напротив, необходимо возвращаться к решению этой задачи в течение большей части промежутка времени выполнения проектных работ. Чем же это вызвано?

Во-первых, наличием фактора времени. Так как материал опорного основания МЭС обладает упруговязкопластичными, а точнее, - реологическими свойствами, изменяющимися во времени в зависимости от величины и характера изменения действующих на него нагрузок, то его характеристики естественным образом будут зависеть от параметров и режимов работы МЭС.

С другой стороны, рассматривая взаимодействующую систему «Человек – машина – рабочий орган – объект воздействия – окружающая среда», естественно предположить (а именно так

оно и есть), что любое изменение каких-либо характеристик, параметров, показателей и т.п. каждого элемента этой системы повлечет за собой в той или иной степени изменение другого элемента системы.

Таким образом, в рамках рассматриваемых вопросов, можно констатировать, что эксплуатационные свойства МЭС, определяемые их параметрами и режимами работы, в определенной степени зависят от свойств опорного основания и наоборот, параметры, свойства и характеристики опорного основания зависят от параметров и режимов работы выбранного средства.

Для анализа характера этих взаимосвязей целесообразно использовать известный блочно-иерархический принцип описания объектов проектирования [1], согласно которому каждый объект проектирования можно представить в виде иерархии, описывающей структуру объекта проектирования посредством выделения его компонентов (декомпозиции) и связей между ними.

Обозначим $P = \{P^o\} \cup \{P_i^k \mid i, k \in I\}$

множество представлений о свойствах опорного основания, параметрах и режимах работы МЭС. Здесь P^o – это исходные представления, составленные на основе технического задания, методологическом подходе и нормативно-справочной информации; P_i^k – это представления, сформированные после того, как в i -й раз была решена задача выбора очередного k -го шага процесса выбора параметров и режимов работы МЭС.

Обозначим $H = \{H^o\} \cup \{H_i^k \mid i, k \in I\}$

множество шагов, производимых в ходе выбора параметров и режимов работы МЭС. Здесь H^o – это исходный шаг, общий для всех возможных последовательностей процесса выбора параметров и режимов работы МЭС; H_i^k – это шаг, выполняемый k -м в данной последовательности

шагов, причем задача его выбора решается в i -й раз. Множество I – это множество целых положительных чисел.

На рис. 1 показаны примеры блочно-иерархического описания представлений о параметрах

и режимах работы МЭС (рис. 1,а) и блочно-иерархического описания последовательностей шагов процесса выбора параметров и режимов работы МЭС с учетом особенностей их взаимодействия с опорным основанием (рис. 1,б).

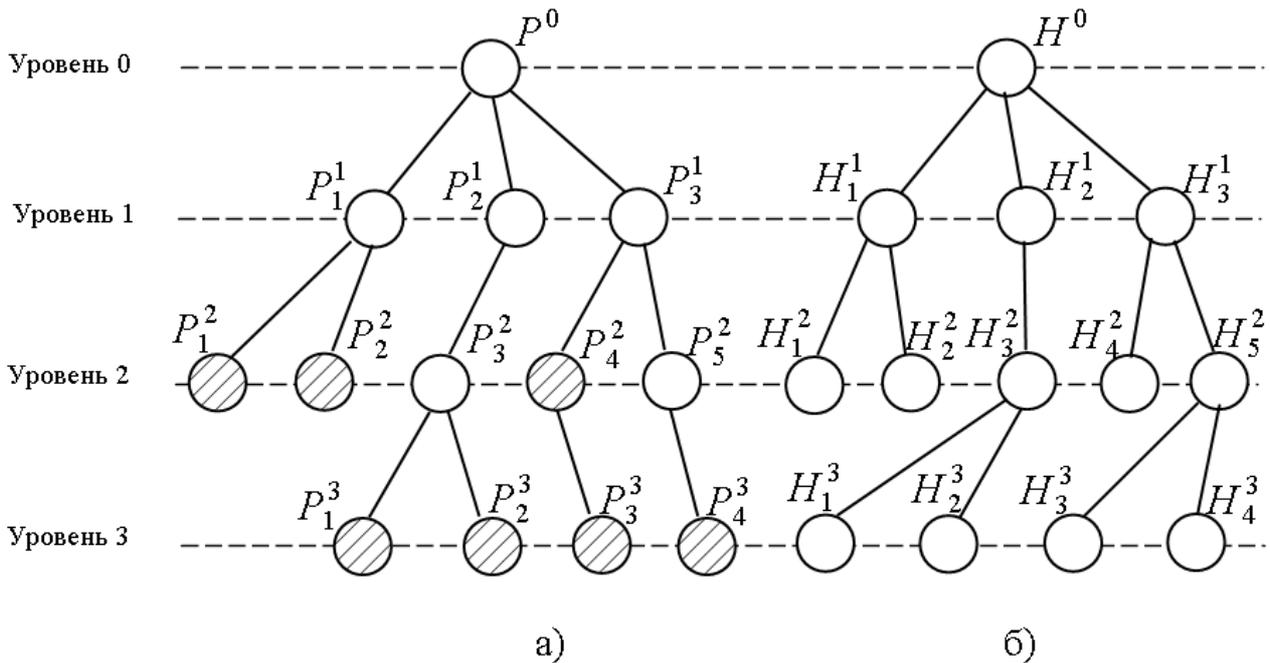


Рисунок 1. Взаимные связи описаний параметров и режимов работы МЭС (а) и процесса их выбора (б)

Следует отметить, что понятие шага процесса выбора параметров и режимов работы МЭС с учетом особенностей их взаимодействия с опорным основанием выбрано как условное обозначение такой совокупности действий, в результате которой произойдет изменение представлений о параметрах, режимах работы МЭС и свойствах опорного основания МЭС. Этим объясняется идентичность структур графов, показанных на рис. 1. Естественно, что в реальных процессах выбора параметров и режимов работы МЭС такая идентичность в общем случае отсутствует.

Каким же образом происходит выбор элементов $P_i^k, H_r^k, i, r, k \in I$ множеств P и H в ходе решения общей задачи? Можно показать, что

$$P_i^k = P_j^{k-1} \cup P(H_j^{k-1}) \quad (1)$$

где P_j^{k-1} – представления о параметрах и режимах работы МЭС на $(k-1)$ -м уровне, а $P(H_j^{k-1})$ – дополнительные знания о параметрах и режимах работы, полученные за счет выполнения шага H_j^{k-1} . При этом P^0 считается заданным. Аналогично

$$H_r^k = H_f^{k-1} \cup H(P_f^{k-1}) \quad (2)$$

где H_f^{k-1} – это последовательность из уже выполненных k шагов (считается шаг H^0), а $H(P_f^{k-1})$ – это шаг, который выбирается следующим, исходя из изменившихся представлений P_f^{k-1} о параметрах и режимах работы МЭС. При этом шаг H^0 считается известным и единственным.

Нетрудно видеть, что для выбора H_r^k шага процесса необходимо, чтобы предварительно были бы сформированы представления P_r^k за счет объединения ранее имевшихся представлений P_j^{k-1} и знаний $P(H_j^{k-1})$, полученных на предыдущем шаге. Тогда, обозначив процедуру выбора шага на k -м уровне процесса через VB^k , получим

$$H_r^k = VB^k(P_r^k)$$

Вместе с тем, как отмечалось выше, анализ представлений P_r^k может показать нецелесообразность выбора шага H_r^k , так как оказывается

возможным установить, что один из ранее выполненных шагов выбран ошибочно. Обозначим процедуру, осуществляющую этот анализ, через VA^k . Предположим, что процедура VA^k составлена таким образом, что каждому элементу множества P она ставит в соответствие элемент множества I , т.е. целое положительное число, определяющее номер уровня, для которого необходимо выполнить процедуру VB .

Формально при $j \in I, 1 \leq j \leq k$

$$VA^k(P_r^k) = j \quad (3)$$

Следовательно, с учетом (3), процедуру выбора каждого очередного шага H_i^j процесса оптимизации параметров и режимов работы МЭС можно задать выражением

$$H_i^j = \begin{cases} VB^j(P_i^j), & \text{если } VA^k(P_r^k) < k \\ VB^k(P_r^k), & \text{если } VA^k(P_r^k) = k \end{cases} \quad (4)$$

где $j = VA^k(P_r^k)$.

Выражения (4) вместе с (1) и (2) позволяют чрезвычайно просто описать развитие любого гипотетического процесса по выбору параметров и режимов работы МЭС. А именно, зная P^0 , выполнить шаг H^0 , после чего вычислить (1); определить следующий шаг согласно (4); откорректировать выполненную последовательность шагов в соответствии с (2), затем повторить описанную последовательность действий, начиная с вычисления (1), до тех пор, пока процесс выбора параметров и режима работы МЭС не будет полностью завершен. Факт завершения процесса выбора можно устанавливать также посредством процедуры VA , идентифицирующей достижение желаемых эксплуатационных свойств МЭС. Значение VA при этом можно принять равным нулю.

Интерпретируя процесс выбора параметров и режимов работы МЭС как последовательность шагов, изменяющих представления об объекте проектирования, легко видеть, что каждый процесс выбора завершается формированием некоторого представления P_i^j . На графе блочно-иерархического описания представлений о параметрах и режимах работы МЭС (рис. 1, а) множество таких представлений отмечено штриховкой. Назовем эти представления завершающими. Относительно каждого завершающего представления можно выдвинуть два предположения. Первое – завершающее представление соответствует цели выбора параметров и режимов работы МЭС, следовательно, достигаются все требуемые эксплуатационные свойства. Второе – при анализе текущего представления делается заключение о допущенной ошибке и, следова-

тельно, о нецелесообразности дальнейшего развития текущего представления. Исходя из этого, обозначив $\tilde{P} \subset P$ множество всех завершающих представлений, можно сказать, что это множество допускает разбиение на два непересекающихся множества $\tilde{P} = P_U \cup P_N$, где P_U – множество «удачных» завершающих представлений, а P_N – множество «неудачных» завершающих представлений.

Формально каждый процесс выбора параметров и режимов работы МЭС можно описать следующим образом. Введем понятие *состояния* процесса выбора в виде

$$Z_i = \langle P^i, H^i, VA, VB, i \rangle$$

где $P^i \in P; H^i \in H; i \in I$. Здесь i – номер состояния процесса выбора.

Состояние вида

$$Z_0 = \langle P^0, H^0, VA, VB, 0 \rangle$$

назовем начальным состоянием процесса выбора. Обозначим $Z = \{Z_i | i \in I\}$ – множество всех возможных состояний. Тогда выполнение любой последовательности выбора заключается в переходе из начального состояния Z_0 в некоторое состояние $Z_m, m \in I$, такое, что

$$Z_m = \langle P^m, H^m, VA, VB, m \rangle$$

причем $P^m \in \tilde{P}$.

Глобальной задачей выбора параметров и режимов работы МЭС назовем задачу поиска такой последовательности Z_0, Z_1, \dots, Z_m системы состояний процесса выбора, для которой выполняются два условия: 1) число смены состояний конечно; 2) завершающее представление P^m состояния Z_m принадлежит множеству P_U .

Если задача глобального выбора параметров и режимов работы МЭС имеет решение, которое может быть формально описано, то такое описание назовем *глобальным выбором параметров и режимов работы МЭС*. Обозначим $Y = \{Y_n | n \in I\}$ множество всех глобальных выборов. Очевидно, что если множество Y содержит несколько элементов, то их различия имеет смысл выделять только тогда, когда за счет из применения глобальная задача выбора решается различным образом с точки зрения некоторой системы критерием эффективности. При этом в качестве критериев для оценки эффективности выбора параметров и режимов работы МЭС могут выступать, например, проходимость, плавность хода, маневренность, снижение динамических нагрузок в трансмиссии, минимальное

воздействие на почву, максимальное уплотнение дорожно-строительных материалов, производительность МЭС, себестоимость производства работ, качество выполнения операций и т.д. Обозначим $S = \{S_l \mid l \in I\}$ множество всех критериев оптимальности глобальных выборов из множества u .

Концептуальной моделью процесса выбора параметров и режимов работы МЭС назовем кортеж вида

$$\langle Z_0, Z, y, S \rangle \quad (5)$$

Предложенное определение концептуальной модели процесса выбора параметров и режимов работы МЭС имеет следующие достоинства.

1. Модель применима для описания хода выполнения процессов выбора параметров и режимов работы МЭС, проводимых по любой технологии проектирования (нисходящее, восходящее, смешанное, типовое проектирование и др.) С этой точки зрения модель (5) обладает свойством технологической инвариантности.

2. Модель отражает динамику процесса выбора параметров и режимов работы МЭС, но при этом время остается независимым параметром, так как динамика описывается сменой состояний из множества Z .

3. Модель приемлема для описания процессов выбора параметров и режимов работы МЭС, выполняемых по любому из трех режимов проектирования: ручному, автоматизированному и интерактивному.

4. В качестве составного элемента модели включены элементы множества P представлений о параметрах, режимах работы МЭС и свойствах опорного основания МЭС. С этой точки зрения модель является *знаниеориентированной*, что важно для развития концепции интеллектуальных систем проектирования.

Литература

1. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем: Учебное пособие для вузов.- М.: Высшая школа, 1986.- 304 с.

Conceptual model of process choice of parameters and modes of operations of a mobile power means through reological of property of the basic basis

Nosov S.V.

The necessity of the direct account reological properties of the basis is considered with a choice of rational parameters and modes of operations of mobile power means. Thus it is marked, that influence of the temporary factor, character of change of loadings on the basis and account of nonlinearity reological properties of the basis have large meaning (importance) with an estimation of both operational, and technical characteristics of mobile power means.