

## МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМИЗИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МАЛОГАБАРИТНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

© 2010 В.В. Минин

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Поступила в редакцию 25.03.2010

На основе системного подхода и статистического анализа значений конструктивных параметров универсальных малогабаритных погрузчиков с бортовым поворотом предлагается методика ранжирования по группам значимости и степени влияния на параметр входящий в целевую функцию оптимизации. Даны рекомендации по необходимости совершенствования конструкции погрузчиков с различной эксплуатационной массой.

Ключевые слова: *конструктивные параметры, малогабаритные погрузчики*

Объективность выбора оптимизируемых параметров и принятие числовых значений системы ограничений при проведении оптимизации зависят от правильного выбора основных и вспомогательных параметров универсального малогабаритного погрузчика (УМП). Такой выбор может осуществляться на основе статистического анализа взаимосвязи конструктивных параметров (например, известным [1] методом статистической технометрии), проведенного по каждому из параметров отдельных моделей машины. Эксплуатационные и технико-экономические параметры находятся в прямой взаимосвязи с эксплуатационной массой  $G$  машины, принимаемой за ее главный параметр [2]. В работе рассматривается вопрос оптимизации по критерию материалоемкости машины. Многообразие конструктивных параметров: мощности двигателя  $N$ , грузоподъемности  $Z$ , вместимости основного ковша  $Y$ , максимального габарита по длине  $K$ , максимального габарита по ширине  $L$ , радиуса поворота по максимальному габариту  $M$ , максимальной высоты в рабочем состоянии  $A$ , высоты до шарнира ковша при разгрузке  $B$ , угла разгрузки ковша  $C$ , вместимости бака для рабочей жидкости объемного гидропривода  $C_1$ , угла заглубления ковша  $D$ , вылета ковша при разгрузке  $E$ , дорожного просвета  $F$ , высоты до крепления рычага поворота ковша  $G_1$ , высоты до кабины  $H$ , высоты разгрузки ковша  $H_1$ , расстояния между осями колес  $I$ , длины без ковша  $J$ , колеи со стандартными шинами  $P$ , номинального давления объемного гидропривода рабочего оборудования  $P_1$ , максимальной скорости передвижения  $V_1$ , подачи насоса объемного гидропривода рабочего оборудования  $W_1$ , которые описывают функционально-технические возможности УМП, предопределяют направление методологии, используемое в данном исследовании.

В настоящее время при проектировании универсальных машин применяют системный подход [2, 3]. Графическая интерпретация взаимосвязи конструктивных параметров с подсистемами и главным параметром машины представлена на рис. 1, 2.

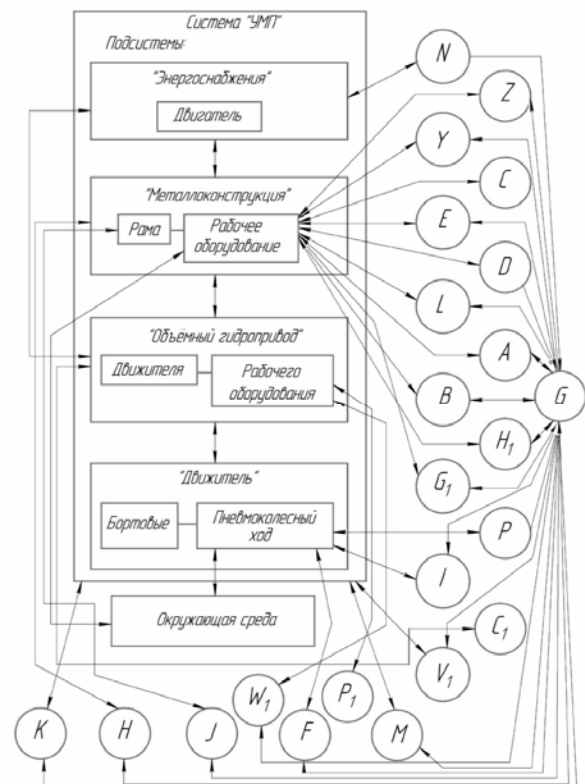


Рис. 1. Взаимосвязь конструктивных параметров с подсистемами и параметром эксплуатационной массы УМП

Для решения поставленной задачи приняты ограничивающие условия, основные из которых сформулированы в следующем виде: количество параметров, претендующих на параметры, принимаемые к оптимизации, должно быть максимально; параметры необходимо

Минин Виталий Васильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Транспортные и технологические машины». E-mail: mininV@rambler.ru

классифицировать на рациональные (увеличивающие значение при стремлении целевой функции оптимизации к своему оптимальному значению) и иррациональные (уменьшающие значение при росте целевой функции); количество параметров, принимаемых к оптимизации, ограничено функционально; математически обосновывается последовательность принятия параметра к оптимизации.

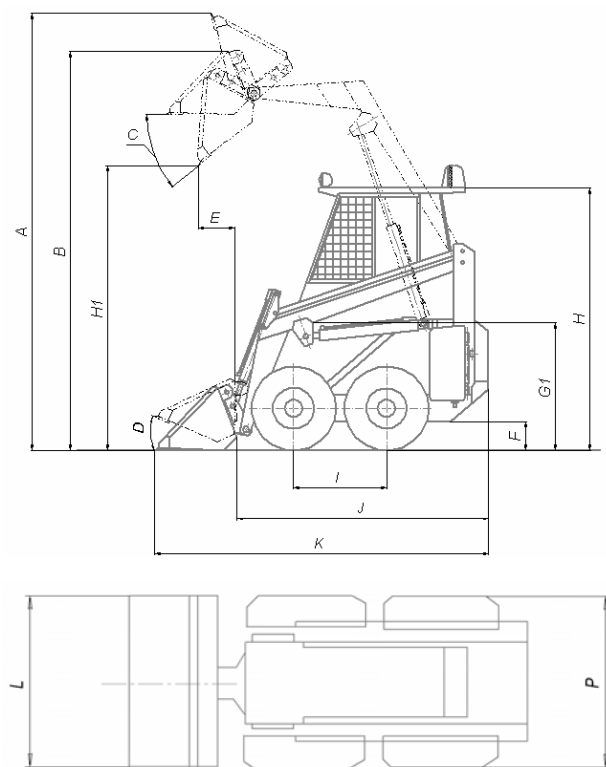


Рис. 2. Геометрические параметры УМП

В процессе установления взаимосвязи между главным параметром и одним из рассматриваемых конструктивных параметров машины вид функциональной зависимости (например,  $Z = 313,49 + 0,14G$ ;  $N = 0,015G - 3,42$ ;  $Y = G/(3459,29 + 0,35G)$  и др.) определяют по значению минимальной ошибки уравнения регрессии. Для необходимого ряда значений главного параметра вычисляют значения первой производной функции взаимосвязи. Тем самым определяется мгновенная скорость изменения данного параметра от изменения величины главного параметра, которая является критерием селекции для одного порядка малости коэффициента корреляции или критерия регулярности. При наличии различных значений порядка малости коэффициента корреляции или значений критериев регулярности для ранжирования параметров разработаны критерии селекции:  $K_s = \frac{|\Phi|}{K}$ . Здесь  $|\Phi|$  - абсолютное значение мгновенной скорости изменения параметра  $|\Phi|=Y'$ ;  $K_\phi$ ,  $K$  - значение коэффициента корреляции или значение критерия регулярности;  $Y'$  - значение первой производной

функции взаимосвязи конструктивного параметра с эксплуатационной массой.

Физический смысл критерия селекции  $K_s$  определяется требованиями повышения эффективности процесса оптимизации. Так, величина мгновенной скорости  $|\Phi|$  изменения конструктивного параметра характеризует эффективность воздействия на этот параметр для снижения или увеличения значения эксплуатационной массы. Значение коэффициента корреляции  $K_\phi$  показывает тесноту связи между параметрами, а значение критерия регулярности  $K$  характеризует величину разброса статистических данных, показывая при этом относительную ошибку аппроксимации. Необходимость оптимизации того или иного конструктивного параметра УМП вызвана: значительным разбросом статистических данных и большой мгновенной скоростью изменения параметра. Это условие записывается в виде:  $K_s \rightarrow \max$ , а ограничения -  $\begin{cases} |\Phi| \rightarrow \max \\ K \rightarrow \min \end{cases}$  или  $\begin{cases} |\Phi| \rightarrow \min \\ K \rightarrow \max \end{cases}$ . Параметры при этом ранжируются исходя из следующего выражения селекции:

$$K_{si+1} < K_{si}$$

где  $i$  - порядковый номер параметра ( $i=1, 2, \dots, n$ ).

Конструктивные параметры формируются в группы по степени влияния на значение главного параметра. Значения критерия  $K_s$  в этих группах отличаются друг от друга на порядок. Ввиду сложности процесса формирования информационного потока значений конструктивных параметров на основе обработки статистической информации по моделям УМП, выпускаемым различными зарубежными фирмами, необходима оценка степени неопределенности ситуации для принятия параметров машины к оптимизации. Неопределенность ситуации возникает из-за неоднородности и различных объемов выборки значений обрабатываемых параметров. Условие неопределенности, обусловленное количеством информации, принимаемой во внимание при постановке задачи оптимизации, оценивают по величине энтропии  $H$  параметра.

Логическая модель проведения исследований представлена на рис. 3. Следует отметить, что наличие обратной связи «Выхода» с «Входом» логической модели подразумевает итерационный процесс принятия решения, направленный на возможность коррекции результатов ранжирования параметров при появлении новых моделей и источников информации. Для использования оценок энтропии параметров рекомендуются объемы принимаемой во внимание информации, обеспечивающие вероятность появления параметра в рассматриваемой группе иерархии больше значения, равного 0,3 [2].



Рис. 3. Логическая модель построения иерархической структуры параметров и обоснование параметров, принимаемых к оптимизации

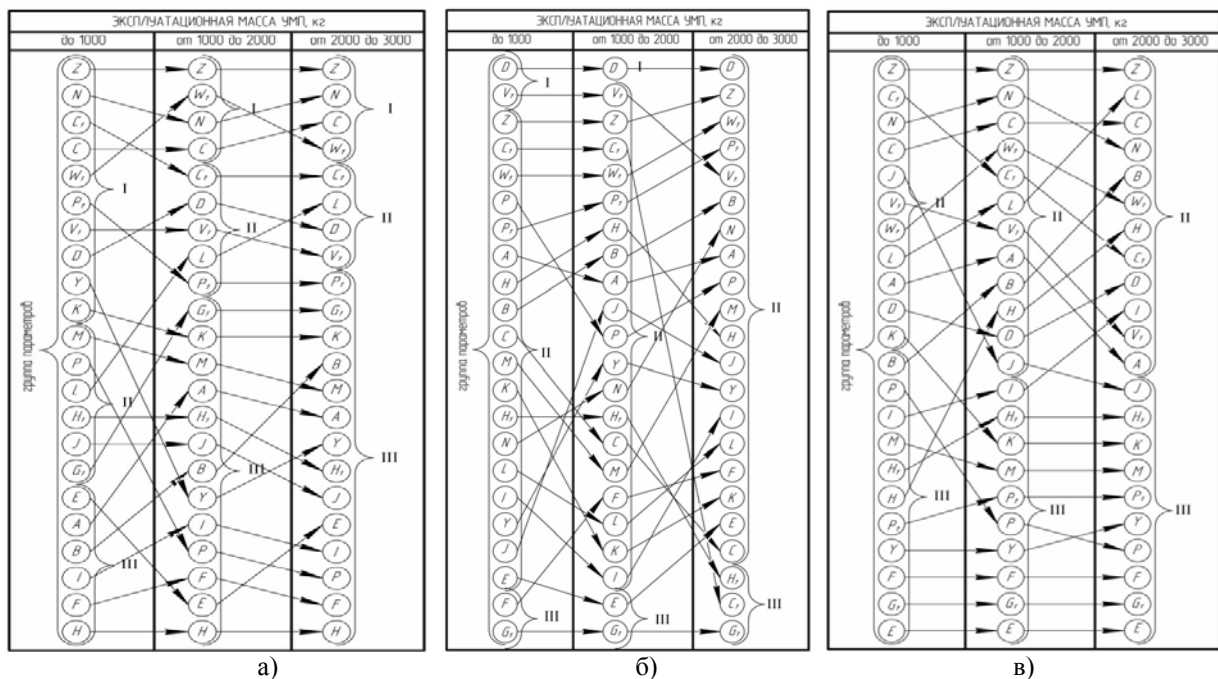


Рис. 4. Иерархия параметров: а – по влиянию на значение эксплуатационной массы УМП и необходимости принятия их к оптимизации; б – по значению энтропии; в – по эффективности принятия их к оптимизации по показателю материалоемкости

По разработанным программам для компьютера проведены исследования двадцати двух параметров машин, выпускаемых восемнадцатью фирмами-изготовителями. Здесь (рис. 4), различие между группами является отличающееся на порядок значение мгновенной скорости изменения параметра  $|\Phi|$ . Так, для УМП,

обладающих эксплуатационной массой до 1000 кг, в первую группу вошли 10 параметров (грузоподъемность, мощность двигателя, вместимость ковша и т. д.); от 1000 до 2000 кг — 4 параметра; от 2000 до 3000 кг — 4 параметра, но произошла трансформация положения параметров внутри группы. К первой группе параметров

относят энергетические и конструктивные параметры, которые оказывают наибольшее влияние на значение эксплуатационной массы УМП, ко второй и третьей группам — параметры, оказывающие малосущественное и несущественное влияние на значение эксплуатационной массы, соответственно. Установлено, что при заданном значении грузоподъемности УМП эффективным является принятие к оптимизации параметров мощности двигателя и объемного гидропривода УМП (рабочего давления, подачи насоса и емкости бака для рабочей жидкости).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Зеленин, А.Н.* Машины для земляных работ: Учеб. пособие / *А.Н. Зеленин, В.И. Баловнев, И.П. Керов.* — М.: Машиностроение, 1975. — С. 257-273.
2. *Минин, В.В.* Оптимизация параметров привода малогабаритных погрузчиков / *Минин В. В., Мирзоян Г. С.* — Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1987. — 160 с.
3. *Павлов, В.П.* Основы системотехники многоцелевых землеройных машин. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. — 332 с.

## METHOD OF OPTIMIZED PARAMETERS CHOICE OF UNIVERSAL SMALL-SIZED LOADERS

© 2010 V.V. Minin

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

On the basis of system approach and the statistical analysis of constructional parameters values of universal small-sized loaders with onboard turn the method of groups ranging in importance and degree of influence on parameter entering in criterion function of optimization is offered. Recommendations necessarily perfection of loaders constructions with various operational weight are given.

Key words: *construction parameters, small-sized loaders*