

УДК 621.879.34(07)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ
ЗЕМЛЕРОЙНО – ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

Ничке В.В., Ермакова Е.А., Рыбалко И.В., Тулузов О.Г.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Введение. Одна из основных задач современной экономики страны и ближайших перспектив развития Украины – всесторонняя и последовательная интенсификация производства, повышение его эффективности, рациональное использование производственного и экономического потенциала страны. В решении такой сложной, многоаспектной проблемы особое значение получают вопросы определения и правильного использования природных, промышленных, технических фондов и ресурсов. Существенное значение имеет эта проблема в подъемно-транспортном, строительном и дорожном машиностроении, где выпускаются сотни этих машин различных типоразмеров. Например, в настоящее время в Украине и России серийно производятся, намечаются к производству или сняты с производства, но продолжают эксплуатироваться в различных отраслях экономики более 40 моделей бульдозеров на базе десяти моделей тракторов. Кроме этого десятки моделей мини бульдозеров выпускаются различными предприятиями Украины и России на базе многих моделей мини тракторов. Обосновано ли такое многообразие реальными потребностями соответствующих потребителей – строительными организациями, фермерскими хозяйствами, объектами водохозяйственных работ, лесного хозяйства, энергетическими объектами и т.д.? Наверное, нет.

Цель работы. Установить возможные структуры рядов землеройно-транспортных машин и определить ограничения количества машин в ряду в зависимости от объема работ.

Материал и результаты исследования. В связи с разработкой машин модульной конструкции необходима проверка на усталость как энерго модуля, так и всех технологических модулей. Энергомодуль следует проверить на долговечность с учетом долевого участия технологических модулей в нагруженности.

При модульной конструкции машин особо остро встает вопрос ограничения количества модулей в ряду как в производстве машин, так и в их эксплуатации. Наименьшие затраты в эксплуатации соответствуют машинам массой 12÷20 т, т.е. при мощности для бульдозеров 180÷300 кВт, скрепелеров 150÷350 кВт, автогрейдеров 180÷400 кВт.

Собственно типоразмерные ряды для некоторых машин определены ВНИИНмашем (например ряд 400, 630, 1000, 1600, 2500, 4000, 6300, 10000). Как показано исследованиями в Сибирском отделении АН России оптимальный ряд можно получить с ограничением типоразмеров. При $N_0=8$ оптимальный параметрический ряд составит

225, 450, 465, 1120, 1420, 1800, 3580, 5650.

В случае отсутствия ограничений на количество типоразмеров ряд выглядит таким образом 235, 422, 584, 1080, 1420, 1956, 3328, 5976.

Рациональный выбор типоразмеров одноименных машин одного назначения для выполнения конкретных работ, как правило, связан со значительными трудностями. Существуют разные подходы к решению этой задачи, из них наиболее общей является методика, учитывающая, затраты, связанные с изготовлением и эксплуатацией машин. При выборе типоразмеров машин и их количества задача оптимизации состоит в том, чтобы для данного объема работ типоразмерный ряд отвечал условию

$$S \cdot (U_1, \dots, U_m) \rightarrow \min S \cdot (U_1, \dots, U_m), \quad (1)$$

где $S \cdot (U_1, \dots, U_m)$ – общие затраты на производство и эксплуатацию выбранного типоразмерного ряда машин с определяющими параметрами U_1, \dots, U_m .

Исходные данные для оперирования при отборе типоразмерных рядов могут быть объединены в виде функций спроса, функции стоимости объектов, функции стоимости эксплуатации объектов/

Исходя из (1), целью исследования полагаем определение оптимального набора машин для удовлетворения спроса с наименьшими суммарными затратами в производстве и эксплуатации. В простейшем случае условие (1) может быть заменено отношением [3]

$$q_i = a_i + c_i, \quad (2)$$

где q_i – производственно - эксплуатационные затраты на одну машину i -того типоразмера; a_i – "годовая" стоимость одной машины; c_i – затраты на эксплуатацию одной машины i -того типоразмера за год.

Себестоимость работ можно определить следующим образом:

$$q_i = a_i + c_i = E_i + \left(\frac{\Gamma_i}{T_2 \cdot \Pi_i} + \frac{C_i}{\Pi_i} \right) \cdot S_i, \quad (3)$$

где E_i , Γ_i , и C_i – соответственно одноразовые, годовые, часовые эксплуатационные затраты; Π_i – часовая эксплуатационная производительность; T_2 – количество часов работы машины в году; S_i – объем работ i -того участка.

Значения E_i , Γ_i , и C_i определяются из нормативных документов и, как правило, являются функциями производительности.

В общем виде можно записать:

$$\begin{cases} E_i = f_E \cdot (P_i); \\ G_i = f_G \cdot (P_i); \\ C_i = f_C \cdot (P_i); \end{cases} \quad (4)$$

Зависимости (4) можно подтвердить следующими рассуждениями. Стоимость машины, определяющая одноразовые затраты, находится в прямой зависимости от веса, следовательно, мощности машины. Тяговое же усилие, определяемое мощностью (тяговое усилие по двигателю) или весом (тяговое усилие по сцеплению), находятся в прямой связи с производительностью.

Годовые эксплуатационные затраты напрямую связаны с производительностью, как и часовые.

Часовые затраты C_i определяются зависимостью

$$C_i = \sum C_{ij} \cdot (1 + H_{np}), \quad (5)$$

где C_{ij} – часовые расходы по отдельным статьям (затраты на реновацию, плановые ремонты, ТО, ремонты по отказам; затраты на капитальный ремонт, заработную плату, медицинское и социальное страхование; затраты на топливо, смазку, рабочие жидкости, затраты на быстроизнашивающиеся детали шины; затраты по различным статьям налогов и др.)

H_{np} – накладные расходы, связанные с эксплуатацией машины.

Годовые затраты G_i определяются через часовые зависимостью

$$G_i = C_i \cdot T_i. \quad (6)$$

Практически расходы по отдельным статьям связаны с производительностью линейно в виде $y = kx$ или полиномом $y = kx + b$.

Для определения оптимального уровня производительности машины при данном объеме работ S_i возьмем производную от (4) по производительности и приравняем нулю [4].

После решения и математических преобразований получим связь между оптимальной производительностью и объемом работ

$$P_i^{opt} = f_{ni} \cdot (E_o, G_o, C_o, T_G, S_i). \quad (7)$$

В простейшем случае, когда функции f_E, f_G, f_C могут быть представлены полиномом первой степени $A \cdot x + B$ (затраты, пропорциональные квадрату производительности в суммарных затратах, не имеют места) получим:

$$P_{opt} = \sqrt{\frac{S_i \cdot (G_o \cdot B_G + T_G \cdot C_o \cdot B_C)}{E_o \cdot A_E \cdot T_G}}. \quad (8)$$

В выражении (9) $A_E, B_E, A_G, B_G, A_C, B_C$ коэффициенты и свободные члены полиномов выражений функций f_E, f_G, f_C .

На рис. 1 показан график зависимости между фактическими затратами при выполнении всего объема работ за год и количеством типоразмеров машин, что дает возможность установить оптимальное число типоразмеров машин, выполняющих годовой объем работ. Из графика следует, что

максимальное число типоразмеров целесообразно ограничить участком резкого выглаживания кривой.

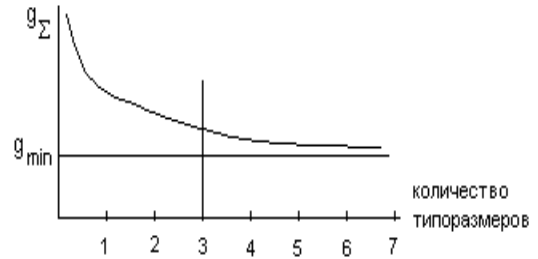


Рисунок 1- График зависимости затрат от количества типоразмеров машин

Дальнейшее увеличение числа типоразмеров не только не приводит к существенному снижению суммарных затрат, но вызывает дополнительные сложности и расходы по техническому обслуживанию и ремонту парка, обеспечению запасными частями и эксплуатационными материалами.

Выводы. Проведенный в статье анализ типоразмерных рядов, их построения, ограничение количества типоразмеров в зависимости от объемов работ позволяет сделать следующие выводы:

- большинство машин в ряду (бульдозеры, скреперы) построены в зависимости от главного параметра, т.е. ряд является одномерным. Целесообразнее строить ряды по двум параметрам, например для бульдозеров по нагрузке на отвале и нагрузке на ходовом оборудовании;
- приведенные данные по определению целесообразности густоты ряда позволяют построить ряд в соответствии с приведенными затратами;
- определено количество машин из типоразмерного ряда, необходимое для выполнения работ заданного годового объема или объема работ на отдельном объекте строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Межотраслевая унификация и агрегатирование самоходных машин – орудий и автотранспорта./Под ред. В.В. Бойцова.– Москва: Изд-во стандартов. 1975. –448с.
2. Ничке В.В., Тулузов О.Г. Оптимизация коэффициента типоразмерного ряда модульных машин./ Труды международной научно-технической конференции. Интерстроймех-2001. – С.Петербург.– 2001. –С. 202-205.
3. Шарц А.Г., Гольдштейн В.Н. Оптимизация подборки машин по объему работ./ Сб. науч. трудов. – Москва: МАДИ. – 1980. – С.91-100.
4. Тулузов О.Г. Повышение эффективности землеройно – транспортных машин совершенствованием структуры ряда./ Вестник ХНАДУ. – Харьков: РИО ХНАДУ/ Сб. науч. трудов, вып. 20. –2003.–С40-42.

Статья поступила 30.09.2005г.
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.
Емельяновой И.А.