

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПАРКА И ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СБОРОЧНОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ламин И.И. (МГТУ "МАМИ", Москва, Российская Федерация)

Not only does this work provide you with information on existing procedures but it also contains material on preliminary projection. It helps to solve tasks which you are faced with on the stage of requirements specification for equipment supply. This enables a customer to make a well-grounded decision on the type and technical characteristics of necessary equipment without developing the engineering process. Thus, a planning organization gets an opportunity to negotiate and sign a contract for equipment supply prior to an expensive procedure of formulating the technical proposal.

Изменения в экономике страны существенным образом повлияли на процесс формирования структуры парка сборочного оборудования в автостроении. Повысились требования к оснащению производства специализированным оборудованием с высоким экономическим эффектом. Большое значение для заказчика оборудования приобрело качество подготовки задания на проектирование и контракта на его поставку.

Процедура разработки задания на проектирование специализированного оборудования является сложной задачей для машиностроительного предприятия. Заказчик может сформулировать требования к типу оборудования и его производительности, качеству выпускаемой продукции и некоторым техническим характеристикам. Эти ограниченные сведения, полученные в форме экспертных оценок, и ложатся в основу задания на проектирование.

Основные решения по техническим параметрам технологического процесса и сборочного оборудования, включая оценку его стоимости, разрабатываются фирмой-изготовителем. Один из вариантов этих решений в виде технического предложения и проекта контракта на поставку оборудования фирма передает заказчику.

Для лучшего представления конъюнктуры рынка заказчик нередко направляет задание на проектирование одновременно нескольким фирмам. Однако, и в этом случае, имея несколько вариантов предложений, выбор необходимого решения для заказчика не становится проще. Обоснованный выбор фирмы-изготовителя и технического предложения существующими методами возможен только в результате подробного сравнительного анализа предлагаемых решений и разработки альтернативных вариантов.

Для решения проблем, возникающих при заказе сборочного специализированного оборудования, включая вопросы определения цены и подготовки контракта на его поставку, в МГТУ "МАМИ" разработан оптимизационный метод предварительного проектирования.

Метод реализован в виде методики и программы расчета технико-экономических параметров технологического процесса и сборочного оборудования. Метод не требует разработки технологического процесса сборки изделия и компоновки оборудования. Подготовка исходных данных для программы расчета достаточно проста и может выполняться инженером-технологом средней квалификации.

Основой метода предварительного проектирования служит оптимизационная модель, объединяющая основные технические и экономические параметры технологического процесса и сборочного оборудования с некоторой совокупностью исходных факторов, входящих в задание на проектирование.

В качестве математического аппарата оптимизационной модели в работе, впервые для задач подобного типа, применено пошаговое интерполирование. Кроме этого, некоторые зависимости экономического характера получены путем полуэмпирических вычислений.

Особенность решаемой задачи заключается в том, что в ней разрабатываются и анализируются только такие технические решения, которые обеспечивают сборку изделий с требуемым качеством и заданной производительностью. Это дает возможность при создании оптимизационной модели использовать метод выбора варианта по величине экономического эффекта.

В случаях, когда рассматриваемые технические предложения различаются только величинами составляющих затрат (текущих, Z_1 и единовременных, Z_2), в качестве экономического критерия используется их суммарный минимум, Z .

На рис. 1 показана структура годовых затрат на сборку изделия в зависимости от коэффициента автоматизации для трех значений годовых программ выпуска.

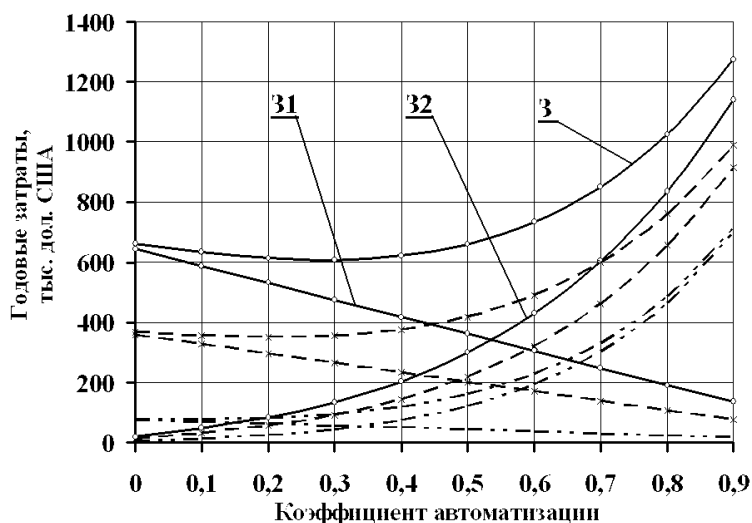


Рис. 1. Зависимость затрат от уровня автоматизации

Как видно из рис. 1, с увеличением коэффициента автоматизации значение текущих издержек Z_1 , имеющих характер линейной зависимости, при сборке годового объема выпуска изделий уменьшается. Затраты Z_2 , связанные со стоимостью оборудования, при увеличении коэффициента автоматизации монотонно возрастают.

Таким образом, годовые затраты Z , получаемые в результате сложения двух зависимостей линейного и экспоненциального характера, представляют кривую, имеющую одну точку экстремума — минимум. Естественно предположить, что значение коэффициента автоматизации, соответствующее минимуму затрат, является наиболее целесообразным для заказываемого сборочного оборудования.

При заказе сборочного оборудования определение требуемой величины коэффициента автоматизации является наиболее важной и сложной задачей. Именно этот фактор оказывает решающее влияние практически на все основные технические и экономические параметры технологического процесса и сборочного оборудования.

Для расчета оптимального значения коэффициента автоматизации технологического процесса $[K_{авт}]$ достаточно взять частную производную от функции затрат Z по $K_{авт}$ и приравнять ее нулю, (1):

$$[K_{авт}] = \frac{1}{6,924N^{-\alpha_2}} \ln \frac{K_{ти}(\delta + \beta) \frac{2,279 - 61,665 \ln K_{чд} S_{мин} N}{K_M^{\alpha_1}}}{6,924(k_p + E_n) \frac{K_{об} K_{ф}}{K_{чд} K_M} (0,925N + 53,84) N^{-\alpha_2}} \quad (1)$$

Формула (1) учитывает тип изделия ($K_{ти}$), его массу (K_M), количество сборочных соединений ($K_{чд}$), величину заданной программы выпуска (N), заработную плату рабочих ($S_{мин}$), накладные расходы (β), фирму – изготовитель ($K_{ф}$), тип оборудования ($K_{об}$), уровень автоматизации ($K_{авт}$) и ряд других факторов. По понятным причинам, в формуле (1) вместо числовых значений постоянных коэффициентов приводятся их условные буквенные обозначения, α_1 и α_2 .

Полученное значение коэффициента автоматизации технологического процесса сборки конкретного изделия, в данной задаче является оптимальным, т.к. оно обеспечивает минимум затрат.

На основе полученного оптимального значения коэффициента автоматизации появляется возможность рассчитать основные параметры технологического процесса и сборочного оборудования. Так, например, расчет количества позиций сборочного оборудования P , можно выполнить с дифференциацией на автоматические, P_a , и выполняемые вручную, P_p .

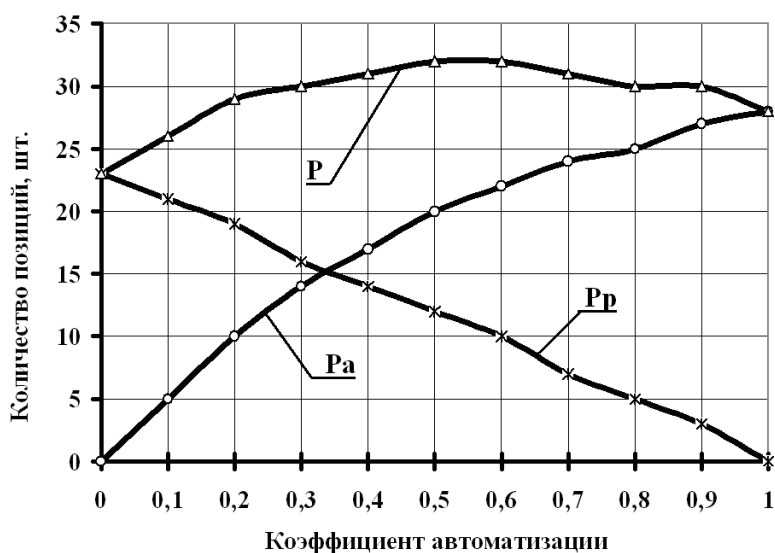


Рис. 2. Соотношение в количестве автоматических и «ручных» позиций сборочного оборудования в зависимости от коэффициента автоматизации

Результаты работы реализованы в виде программы, осуществляющей расчет и оптимизацию параметров технологического процесса и сборочного оборудования. Для этой цели необходимо выполнить предварительную подготовку данных, в число которых входят технико-экономические показатели производства–заказчика, параметры технологичности конструкции изделия и упрощенный вариант маршрута сборки.

После ввода исходных данных в программу, результаты расчетов автоматически появляются в таблице. Таблица 1 – это упрощенный вариант реальной таблицы результатов расчетов.

Таблица 1. Техничко-экономические параметры технологического процесса и сборочного оборудования

№	Наименование параметра	Варианты расчетов		
		По заданию заказчика	Рекомендуемое значение	По допустимому коэффициенту автоматизации
1	Коэффициент автоматизации	0,200	0,147	0,370
2	Коэффициент технического использования оборудования	0,8861	0,9102	0,8188
3	Расчетный цикл работы оборудования, мин./шт.	2,127	2,184	1,965
4	Трудоемкость сборки, мин./шт.	6,861	7,314	5,403
5	Общее количество позиций, шт.	9	8	18
6	Из них автоматические, шт.	4	2	14
7	Наличие моечной машины	нет	нет	нет
8	Количество рабочих в смену, человек	6	7	5
9	Количество наладчиков в смену, человек	1	1	2
10	Себестоимость сборки изделия, дол. США/шт.	4,90	5,22	3,86
11	Цена одного комплекта оборудования, дол. США	1 035 825	565 747	7 250 231
12	Годовые затраты на сборку изделий, дол. США	712 702	643 700	1 944 800

Для заказчика полученные сведения вполне достаточны для составления обоснованного задания на проектирование технологического процесса и сборочного оборудования и принятия решения о выборе станкостроительной фирмы.

Фирма-изготовитель, используя предлагаемый метод расчета, может подготовить контракт на поставку оборудования без дорогостоящей процедуры разработки стадии: "Техническое предложение".

Список литературы: 1. Ламин И.И. "Оптимизация параметров сборочного оборудования на основе имитационной модели автомобильного и тракторного производств". М., «Сборка в машиностроении, приборостроении», № 7, 2005 г. 2. Ламин И.И. "Оптимизация парка и параметров сборочного оборудования". М., "Автомобильная промышленность", № 3, 2005 г. 3. Ламин И.И. "Проектирование технологических процессов сборки изделий автотракторостроения". Учебное пособие. М., МГТУ "МАМИ", 2008 г. 4. Ламин И.И. Оптимизация структуры парка и параметров сборочного оборудования автомобильного производства. Известия МГТУ "МАМИ" Научный рецензируемый журнал – М., МГТУ "МАМИ", № 2 (6), 2008.

Сдано в редакцию 29.01.2009