

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТИПОВЫХ АВТОМАТНЫХ НАЛАДОК В МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Г. Б. КАЦ

I

Одним из основных недостатков существующей системы индивидуальных технологических разработок является то, что к составлению технологического процесса на каждую новую деталь технолог нередко подходит так, как будто этот процесс проектируется впервые. В этих условиях для установления наиболее целесообразного технологического процесса приходится каждый раз заново проводить большую подготовительную работу: разрабатывать несколько технически возможных вариантов, нормировать их, определять затраты на оснастку и т. д. Подобного рода работы крайне редко проводятся в полном объеме (особенно экономический анализ вариантов обработки), поэтому очень часто решение многих основных вопросов имеет случайный характер.

В самом деле, при имеющемся многообразии деталей и, соответственно, технологических процессов их изготовления работа технолога по экономическому анализу затруднена составлением большого количества сравнительных вариантов и экономических расчетов. Эта работа, особенно при частой смене объектов типичной для мелкосерийного производства, требует много времени и труда, и поэтому технологи нередко пренебрегают экономическим анализом, полагаясь на свой опыт и интуицию. Неудивительно, что при такой системе зачастую на технологических разработках лежит печать субъективности.

Отсутствие же работ по детальному экономическому анализу при проектировании технологии, как показывает опыт, может привести к недооценке на заводах вопросов эффективности внедрения высокопроизводительного оборудования и специальной оснастки в условиях мелкосерийного производства. Это, как правило, приводит к значительной перегрузке токарных станков, неполной загрузке revolverных станков и особенно автоматов.

Известно, что наиболее эффективным средством, позволяющим в условиях мелкосерийного производства применить высокопроизводительное оборудование и приспособления, является типизация технологических процессов.

Типизация технологических процессов на основе экономического анализа создает условия рационального применения высокопроизводительных методов обработки, в частности, типовых автоматных наладок.

При типовых автоматных наладках, как будет показано ниже, допустимые потери машинного времени не зависят от количества наименований деталей в типе и могут достигать значительной величины даже при малой годовой программе выпуска деталей.

В практике давно известны случаи, когда отдельные наиболее опытные наладчики автоматов используют один и тот же комплект кулачков для обработки деталей разных наименований и типоразмеров, ограничиваясь только соответствующей подналадкой при переходе от детали к другой. Однако эти работы, как правило, носят случайный характер.

В литературе также отсутствует должное обобщение опыта работ в этом направлении и его теоретическое обоснование для условий мелко-серийного производства.

Рассмотрим экономическую целесообразность применения типовых автоматных наладок.

При наличии специальных (не типовых) наладок для разных наименований деталей (n) годовые расходы (P) по наладке и эксплуатации специальной оснастки (кулачков) составят:

$$P = n H C_n + n C_n = n H T_n Z_n + \frac{n S_n}{v},$$

где

H — число партий деталей в год;

C_n — стоимость единичной наладки;

$C_n = \frac{S_n}{v}$ — годовая стоимость эксплуатации одного комплекта кулачков;

T_n — длительность наладки;

Z_n — зарплата наладчика;

S_n — стоимость изготовления комплекса кулачков;

v — число лет, в течение которых будет находиться на производстве данное изделие.

Если же для обработки этих наименований изделий применяется типовая наладка, состоящая из одного комплекта кулачков, годовые расходы по наладке и эксплуатации комплекта кулачков составят:

$$P = H [C_n + (n - 1) C_{nn}] + C_n,$$

где

C_{nn} — стоимость подналадки при переходе на обработку аналогичных деталей, входящих в типовую наладку.

Совершенно очевидно, что годовые расходы во втором случае будут значительно ниже, так как $n - 1$ наладок заменяются подналадками, а также учитывается стоимость эксплуатации только одного комплекта кулачков.

Применение типовых наладок вызывает на автоматах непроизводительные потери машинного времени для какой-либо детали

$$\Delta T_m = T'_m - T''_m,$$

где

T'_m — длительность обработки детали наибольшей сложности и длины;

T''_m — длительность обработки соответствующей детали при специальной наладке автомата.

Очевидно, что годовая стоимость потерь машинного времени составит:

$$P_n = \sum_{i=1}^{n-1} m_x \Delta T_m \Pi,$$

где

m_x — стоимость эксплуатации 1 минуты машинного времени;

Π — годовая программа выпуска деталей.

Тогда условие экономичности применения типовой наладки может быть выражено неравенством:

$$H[C_n + (n-1)C_{nn}] + C_n + \sum_{i=1}^{n-1} m_x \Delta T_m \Pi < nHC_n + nC_n, \quad (1)$$

т. е. годовые расходы по наладке и эксплуатации комплекта кулачков плюс годовая стоимость потерь машинного времени при типовой наладке должны быть меньше годовых расходов по наладке и эксплуатации оснастки при специальной (не типовой) наладке.

Годовую стоимость потерь машинного времени $\left(\sum_{i=1}^{n-1} m_x \Delta T_m \Pi\right)$ можно заменить выражением

$$(n-1) m_x \Delta T_{\text{ср}} \Pi_{\text{ср}},$$

в котором

$\Delta T_{\text{ср}}$ — средняя величина потерь времени при обработке;

$n-1$ — число более простых деталей, входящих в типовую наладку;

$\Pi_{\text{ср}}$ — средняя годовая программа.

Неравенство (1) примет вид:

$$H[C_n + (n-1)C_{nn}] + C_n(n-1)m_x \Delta T_{\text{ср}} \Pi_{\text{ср}} < nHC_n + nC_n.$$

После следующих преобразований

$$HC_n + H(n-1)C_{nn} + C_n + (n-1)m_x \Delta T_{\text{ср}} \Pi_{\text{ср}} < nHC_n + nC_n.$$

$$(n-1)m_x \Delta T_{\text{ср}} \Pi_{\text{ср}} < (n-1)(C_n - HC_{nn} + HC_n),$$

получим:

$$\Delta T_{\text{ср}} < \frac{H(C_n - C_{nn}) + C_n}{m_x \Pi_{\text{ср}}}. \quad (2)$$

Следовательно, допустимая потеря машинного времени не зависит от числа наименований деталей, входящих в одну типовую наладку и может быть выражена, при средних данных о длительности наладки и подналадки, а также при средней стоимости кулачков, простейшей формулой для каждого типа автоматов:

$$\Delta T_{\text{ср}} < \frac{A}{\Pi_{\text{ср}}} \text{ (мин.)}, \quad (3)$$

где

$$A = \frac{H(C_n - C_{nn}) + C_n}{m_x}.$$

Так, например, для автоматов 1112-1118, принимая $T_n = 3,4$ часа; $T_{nn} = 1$ час; $З_n = 3$ руб. 13 коп. в час; $H = 6$ партиям в году;

$C_n = \frac{S_n}{v} = \frac{90}{3} = 30$ руб. и считая, что один станочник 3-го разряда обслуживает 3 автомата, следовательно,

$$m_x = 3c + Cc = \frac{3,39}{3} + 1,7 = 2,83 \text{ коп.},$$

получим:

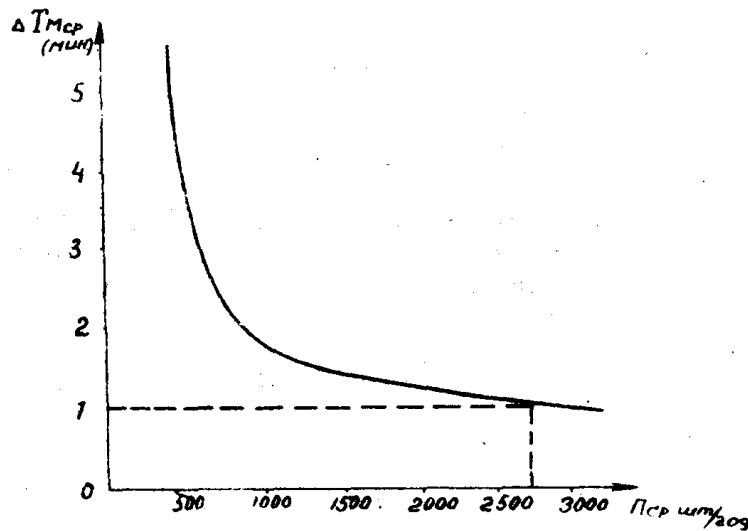
$$\Delta T_{\text{ср}} < \frac{6(3,4 - 1)313 + 3000}{2,83 \cdot \Pi_{\text{ср}}} < \frac{2650}{\Pi_{\text{ср}}} \text{ мин.},$$

т. е. для этого типа автоматов при средней программе деталей $\Pi_{cp} = 2650$ штук в год можно допустить потери машинного времени на одну деталь, равные одной минуте.

Величина $\Delta T_{мсп}$ в зависимости от программы для данного типа автоматов приведена на графике (фиг. 1).

Аналогичным образом определяются по формуле (3) допустимые потери машинного времени для других типов автоматов.

Таким образом, выведенное теоретическое обоснование экономической целесообразности применения типовых автоматных наладок позволяет



Фиг. 1. Допустимые потери машинного времени на одну деталь при типовых наладках на автоматах 1112—1118.

внедрить автоматы даже при незначительных программах выпуска деталей, при условии типизации технологических процессов обработки последних.

Типовые автоматные наладки значительно расширяют область применения автоматов в мелкосерийном производстве, это можно вывести и из общеизвестной формулы по методу сравнения вариантов себестоимости обработки:

$$\Pi_{г} \leq \frac{C_1 - C_2}{V_2 - V_1}, \quad (a)$$

где

$\Pi_{г}$ — программа годового выпуска, при котором достигается равенство себестоимости двух сравниваемых вариантов,

C и V — постоянные и переменные расходы соответственно сравниваемых вариантов.

При специальной наладке величина постоянных расходов C_1 для автомата составит:

$$C'_1 = HC_n + C_n;$$

при типовой наладке

$$C''_1 = \frac{H[C_n + (n-1)C_{nn}] + C_n}{n};$$

применение типовых наладок целесообразно, когда

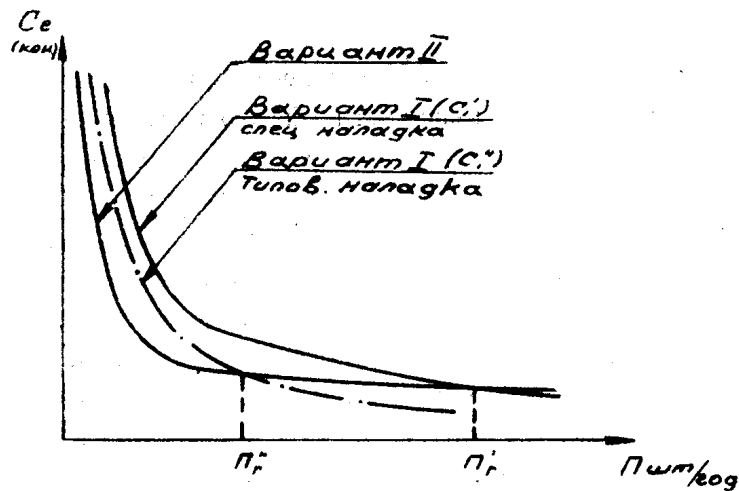
$$C''_1 < C'_1.$$

Для приведенного выше примера (автоматы 1112—1118) при пяти закрепленных за одной наладкой деталей ($n=5$) имеем:

$$C'_1 = 6.3.4.313 + 3000 = 9390 \text{ коп.},$$

$$C''_1 = \frac{6 [3.4.313 + (5-1)1.313] + 3000}{5} = 3380 \text{ коп.}$$

Следовательно, величина программы Π_r , определяемая по формуле (а), уменьшится почти в 3,5 раза (см. график фиг. 2).



Фиг. 2

При этом, однако, нужно иметь в виду, что переменные расходы V_1 в знаменателе (а) должны рассчитываться для наибольшей и наиболее сложной детали в типовой наладке.