

УДК 658.512.011:621

Ю.П.БОЙЦОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Постоянный рост объемов технологической подготовки производства и повышение требований к разрабатываемым параметрам и нормам предусматривает необходимость широкого использования современных вычислительных средств в практике технологических расчетов. Создан ряд отечественных аналоговых приборов и устройств, позволяющих определить численные значения параметров резания на станочные работы. В качестве исходной нормативной базы приняты общемашиностроительные нормативы режимов резания, представленные в виде функциональных зависимостей, полученных путем аппроксимации соответствующих нормативных таблиц.

Специализированные ЭВМ, применяемые, как правило, в условиях крупносерийного производства, предназначены для решения ограниченного круга специальных инженерных задач.

Принципиально новые возможности открывает использование универсальных ЭВМ, позволяющих разрабатывать автоматизированные системы технологической подготовки производства. Применение универсальных ЭВМ при нормировании станочных работ повышает производительность труда инженеров-технологов на 60-65 %^х. Затраты на нормирование уменьшаются на 50-60 % по сравнению с ручным методом расчетов. Основной эффект обеспечивается непосредственно на рабочих местах за счет применения оптимальных режимов обработки и соответствующего снижения машинного времени до 50 %.

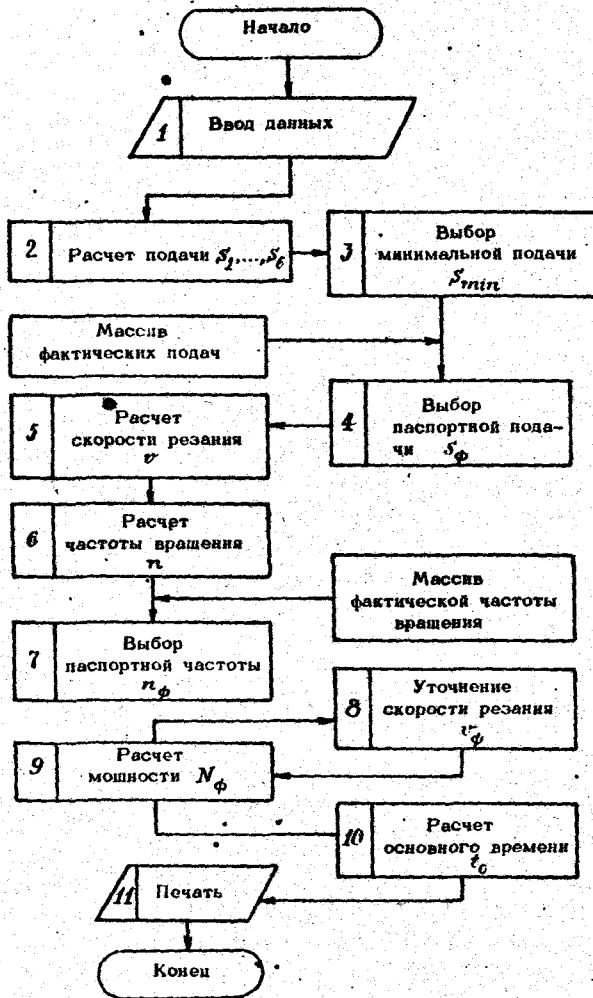
Основное (машинное) время

$$t_0 = l / nS = \pi dl / (1000 vS),$$

где d - диаметр детали или режущего инструмента; l - длина прохода; n - частота вращения; S - подача.

Чем выше частота вращения и подача, тем меньше основное время и выше производительность механической обработки. Однако и скорость, и подача имеют свои предельные значения, величины которых зависят от многих факторов:

^х Автоматическое проектирование и производство в машиностроении / Под ред. Ю.М.Соломенцева и В.Г.Матрофанова, М.: Машиностроение, 1986, 254 с.



Блок-схема расчета и выбора оптимальных режимов резания при точении

механических свойств режущего инструмента и детали, жесткости системы станок - приспособление - инструмент - деталь, качества обрабатываемой поверхности и т.д.^x

Таким образом, основной задачей автоматизированного расчета является выбор оптимальных для данного вида обработки режимов резания и возможность их реализации на определенном технологическом оборудовании.

В состав исходных данных для расчета режимов резания входит информация об операции (материал детали, ее размеры) и каждом ее переходе (вид обработки, инструмента, размеры обрабатываемой поверхности, глубина резания, точность обработки). Массив данных должен включать в себя и основные технические данные технологического оборудования (жесткость станка, мощность, численные значения скоростей и подач).

Принципиальная блок-схема расчета и выбора оптимальных режимов резания при точении (наружная и внутренняя обработка при черновом и чистовом тоении) представлена на рисунке.

Расчет подачи (оператор производится в следующем порядке:

I. Допустимая подача на прочность державки резца в миллиметрах на

$$S_1 = \frac{y_{p_2}}{10} \sqrt{0,185 B H^2 \sigma_u / (6 C_{p_2} t^{x_{p_2}})}, \quad (I)$$

где B и H - ширина и высота державки, мм; t - глубина резания, мм;

^x Смирнов С.В. Механизация расчетов норм времени в машиностроении. М.: Машиностроение, 1976. 88 с.

σ_u - допустимое напряжение на изгиб, МПа; C_{p_z} и x_{p_z}, y_{p_z} - коэффициент и показатели степени, характеризующие вид обрабатываемого материала и способ обработки (сталь, чугун, наружное, внутреннее точение и т.д.).

2. Допустимая подача по жесткости резца

$$S_2 = \frac{y_{p_z}}{\sqrt{0,555 f_1 E J / (t^{x_{p_z}} l_1^3 C_{p_z})}}, \quad (2)$$

где f_1 - допустимый прогиб резца, зависящий от вида обработки (черновое, чистовое, алмазное точение), мм; l_1 - вылет державки резца, мм; E - модуль упругости, МПа; $J = BH^3/12$ - момент инерции сечения резца.

3. Допустимая подача по прочности твердосплавной пластинки резца

$$S_3 = \frac{y_{p_z}}{\sqrt{62,9 A^{4,35} \left(\frac{\sin \pi/3}{\sin \varphi}\right)^{0,8} / (C_{p_z} t^{x_{p_z}})}}, \quad (3)$$

где A - толщина пластинки, мм; φ - передний угол резца в плане, рад.

4. Допустимая подача прочности механизма подачи станка

$$S_4 = \frac{y_{p_z}}{\sqrt{0,25 P_{mn} / (C_{p_z} t^{x_{p_z}})}}, \quad (4)$$

где P_{mn} - допустимое усилие механизма подачи станка, Н.

5. Допустимая подача по жесткости детали

$$S_5 = \frac{y_{p_z}}{\sqrt{f_0 E d^4 \mu / (118 C_{p_z} t^{x_{p_z}} l_0^3)}}, \quad (5)$$

где f_0 - допустимый прогиб детали, зависящий от точности обработки, $f_0 = 20 \div 30$ % допуска на обработку; l_0 - длина детали, мм; μ - коэффициент, характеризующий способ закрепления детали на станке, при закреплении консольно в патроне $\mu = 24$, при закреплении на центрах $\mu = 100$, при закреплении в патроне с поджатием задним центром $\mu = 140$.

6. Допустимая подача по качеству обрабатываемой поверхности

$$S_6 = C_H R_z^y R^u / (t^x \varphi^z \varphi_1^z), \quad (6)$$

где R_z - высота неровностей обрабатываемой поверхности, мкм; R - радиус при вершине резца, для черновой обработки $R = 0,5 \div 3$ мм и для чистовой $R = 1 \div 2$ мм; φ_1 - задний угол в плане, рад; C_H и x, y, u, z - коэффициент и показатели степени, характеризующие свойства обрабатываемого материала.

На основании расчетов по формулам (1)-(6) по стандартной программе (оператор 3) выбирается минимальное значение подачи S_{min} .

Реальное (фактическое) значение подачи определяется техническими данными станка и уточняется оператором 4. Если расчетная величина подачи находится за пределами диапазона подач станка $S_1, \dots, S_i, \dots, S_n$, то в качестве рабочей подачи принимается ее минимальное или максимальное значение: если $S_{min} \leq S_1$, то $S_\phi = S_1$; если $S_{min} \geq S_n$, то $S_\phi = S_n$. Если вели-

чина расчетной подачи попадает в интервал $S_i - S_n$, то паспортная величина подачи определяется следующим образом: $S_\phi = S_i$ и $S_\phi = S_{i+1}$, если соответственно

$$(S_i - S_{\min})/S_{\min} \leq k \quad \text{и} \quad (S_i - S_{\min})/S_{\min} > k,$$

где k - эмпирический коэффициент, $k = 0,05 \div 0,15$.

По уточненной подаче S_ϕ и стойкости T режущего инструмента рассчитывается скорость резания (оператор 5)

$$v = C_v / (T^m t^{x_v} S^{y_v}),$$

где T - стойкость режущего инструмента, мин; C_v и m, x_v, y_v - коэффициенты и показатели степени, характеризующие вид обработки, свойства обрабатываемого материала, материал и стойкость режущего инструмента.

Расчетное значение частоты вращения шпинделя станка (оператор 6)

$$n = 1000v / \pi d \text{ мин}^{-1}.$$

Уточнение фактической частоты вращения n_ϕ в соответствии с паспортными данными станка (оператор 7) осуществляется аналогично выбору S_ϕ .

По уточненной скорости резания (оператор 8) $v_\phi = \pi d n_\phi / 1000$ определяется мощность на резание в киловаттах $N_\phi = P_z v_\phi / 6 \cdot 10^4$, где P_z - сила резания, $P_z = C_{P_z} t^{x_{P_z}} S^{y_{P_z}}$.

На основе фактических S_ϕ и n_ϕ производится расчет основного (машинного) времени (оператор 9).

Расчет остальных элементов норм времени (на установку и снятие детали, обслуживание рабочего места, подготовительно-заключительного) производится в самостоятельных блоках алгоритма, входящих в общую схему.