

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ш а т о х и н С.Н., П и к а л о в Ю.А., Я р о ш е н к о С.А. Шпиндельные узлы с отрицательной податливостью и динамометрическими преобразователями в адаптивных и диагностирующих системах станков // Динамика станоч. систем гиб. автоматизир. пр-в. — Тольятти, 1988. — С. 323–324.
2. С и в а к о в А.Н., М е щ е р я к о в Г.Н. Адаптивная компенсация отжаты базовых узлов РСС и КСС с ЧПУ // Динамика станоч. систем гиб. автоматизир. пр-в. — Тольятти, 1988. — С. 356–357.
3. Г а л и ц к о в С.Я. Автоматическое управление несущими системами станков // Динамика станоч. систем гиб. автоматизир. пр-в. — Тольятти, 1988. — С. 359–360.
4. А.с. 1393598 (СССР). Способ плоского шлифования / И.А. Кирпиченко, Г.В. Тилигузов, П.Ф. Лобков и др.
5. Глубинное и маятниковое профильное шлифование // Режущие инструменты: Экспресс-инфор. — 1983. — № 42. — С. 19–26.

УДК 621.91.01

М.И. МИХАЙЛОВ, канд.техн.наук (ГПИ)

РАСЧЕТ ВМЕСТИМОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАГАЗИНА МНОГОЦЕЛЕВОГО СТАНКА

Инструментообеспечение многоцелевых станков, работающих в гибких производственных системах (ГПС), может решаться на основе трех концепций [1].

1. Общий инструментальный склад на группу станков. Такой подход предусматривает постоянный поток деталей, контролируемый для всей группы станков. Этот подход диктует принципиально новые требования к конструкции ГПС: наличие инструментальных магазинов большой вместимости и системы автоматического транспортирования инструмента от станка к станку и от инструментального склада. Необходимое условие успешной работы такой ГПС — разработка соответствующей системы программного обеспечения.

2. Одна группа инструментов на несколько партий деталей. Такой подход базируется на групповой технологии. При этом вместимость инструментального магазина составляет 80–140 инструментов. Число выполняемых на станке операций увеличивается, однако растет количество резервного инструмента, что значительно удорожает эту систему.

3. Партия деталей — группа инструментов. Этот подход аналогичен подходу, используемому обычно в серийном производстве, когда для обработки партии деталей к станку подают определенный набор инструментов. Переход на обработку новых деталей требует автоматической смены инструментального магазина с помощью робокары или трансманипулятора (для ГПМ, имеющих накопители магазинов).

Вместимость инструментального магазина в случае реализации третьей концепции установим поэтапно.

На первом этапе определение минимальной вместимости магазина M произведем с использованием понятия детали-представителя, которую проекти-

руют в зависимости от условий назначения станка. Например, если станок предназначен для обработки корпусных деталей, вначале необходимо произвести разбивку всех деталей каждой партии на технологические элементы, т.е. отверстия, канавки, выточки, фаски и т.д. На каждый из выделенных элементов представляются характерные размеры, например для отверстий d_1 и l_1 , d_2 и l_2 и т.д. Затем определяется диапазон выделенных размеров по каждому элементу, например $d_1 = 5 \dots 35$ мм, $l_1 = 20 \dots 100$ мм. Выделенные диапазоны разделяются на интервалы, например диапазон $d_1 = 5 \dots 35$ мм на $5 \dots 10$, $10 \dots 15$, $15 \dots 20$, $20 \dots 25$, $25 \dots 30$, $30 \dots 35$, и определяется общее количество элементов в таких интервалах. Затем определяется частота (%) применяемости выделенных элементов по каждому интервалу диапазона:

$$P_{ij} = \frac{A_{ij}}{A_i} \cdot 100,$$

где A_{ij} и A_i – применяемость i -го элемента с j -м интервалом и общая применяемость i -го элемента во всех партиях деталей: $A_i = \sum_{j=1}^n A_{ij}$; n – количество интервалов.

По полученным результатам строят гистограмму применяемости по каждому из размеров выделенных элементов. По данным гистограммы выбирают элементы с наибольшей применяемостью и из них проектируется деталь-представитель, для которой составляется развернутая технология обработки. Из технологии определяются размеры и количество необходимого инструмента.

Укомплектованный таким образом инструментальный магазин содержит инструменты, обладающие различной стойкостью T_i . Для обеспечения работоспособности ГПС в условиях безлюдного производства необходима синхронизация стойкости каждого из инструментов. Ее можно обеспечить путем рационального выбора T_i и введения в инструментальный магазин необходимого количества резервного инструмента. Примем условия, что каждый инструмент работает в таком диапазоне скоростей, при котором выполняется соот-

ношение $v_i = C_{T_i} / T_i^{m_i}$.

Для реализации второго этапа, т.е. выбора оптимального количества резервного инструмента, примем в качестве функции оптимизации переменную часть полной себестоимости обработки партии деталей за период стойкости инструментальной наладки магазина T_k . Переменная часть себестоимости обработки деталей при условии резания одним инструментом определяется по формуле

$$C = \sum_{i=1}^M t_{oi} E + t_{cm1} E \sum_{i=1}^M N_i \eta_i + t_{cm2} E \frac{t_{ok}}{T_k} + \frac{t_{ok}}{T_k} \sum_{i=1}^M Z_{инi}, \quad (1)$$

где M – количество инструментов из расчетов по первому этапу; i – порядковый номер инструмента; t_{oi} – основное технологическое время обработки

i -м инструментом одной детали; E — себестоимость одной минуты работы оборудования и оператора (наладчика); $t_{см1}$ — время замены инструмента (между шпинделем и магазином); N_i — количество циклов замены i -го инструмента за время обработки одной детали; η_i — коэффициент резерва инструмента; $\eta_i = T_i/T_k$; $t_{см2}$ — время смены инструментального магазина; $t_{ок}$ — основное технологическое время обработки детали базовым инструментом;

$Z_{инi}$ — затраты на инструмент; $Z_{инi} = Z_{з.инi} + \frac{C_{инi} - C_{отхi}}{j+1} K_y$; $Z_{з.инi}$ — стоимость заточки (наладки) и настройки инструмента; $C_{инi}$ — первоначальная стоимость инструмента; j — количество переточек или переналадок инструмента до предельного его состояния; K_y — коэффициент случайной убыли инструмента.

Так как

$$t_{oi} = \frac{L_i}{n_i S_i}, n_i = \frac{100v_i}{\pi D_i}, v_i = \frac{C_{Ti}}{T_i},$$

где S_i — подача i -го инструмента, мм/об; L_i — длина рабочего хода при обработке i -м инструментом диаметра D_i ; C_{Ti} — постоянный коэффициент, учитывающий все факторы процесса обработки i -м инструментом, кроме

скорости v_i , а $\mu_i = \frac{\pi D_i L_i}{1000 C_{Ti} S_i}$, то

$$t_{oi} = \mu_i T_i^{m_i}, t_{ок} = \mu T_k^{m_k}. \quad (2)$$

Подставив (2) в (1), с учетом вышеизложенного получим

$$C = \sum_{i=1}^M \mu_i T_i^{m_i} E + t_{см1} E \sum_{i=1}^M N_i \eta_i + t_{см2} E T^{m_k-1} \mu + \mu T_k^{m_k-1} \sum_{i=1}^M Z_{инi}. \quad (3)$$

Решение уравнения (3) можно произвести графически или численно на ЭВМ. При этом коэффициент η_i может принимать значения 1 или 2, а T_k должен быть равен одному из значений T_i . Проанализировав решения, необходимо найти T_{imin} и T_{kmax} , при которых функция C будет минимальной.

Тогда вместимость инструментального магазина $F = M + K + (2...3)$.

Таким образом, вышеприведенная методика позволяет определить вместимость инструментального магазина, работающего в условиях ГПС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хартли Дж. ГПС в действии. — М., 1987. — 328 с.