

низма. В случае арочного профиля резьбы нагрузка на первый и последний виток приблизительно одинакова и, следовательно, единичные моменты при входе и выходе шариков из натяга будут также равны. Так как для такой пары угол фазового смещения всегда равен нулю ( $\varphi_F = 0$ ), коэффициент неравномерности момента для данного варианта приблизительно равен [3]:

$$\Delta M \approx \frac{1}{2z - 1} . \quad (7)$$

Как следует из формулы (7), колебания момента холостого хода для гайки с арочным профилем сравнительно малы и зависят только от количества шариков. Эту гайку целесообразно использовать, если необходима высокая плавность работы ШВМ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ф и л о н о в И.П., П и к у с М.Ю. Определение оптимальных конструктивных параметров шариковых винтовых пар в связи с распределением нагрузки по виткам резьбы. — В сб.: Прогрессивная технология машиностроения. — Минск, 1971, вып. 2.
2. Ф и л о н о в И.П., Ш а р д ы к о П.П. Влияние разности шагов гайки и винта на равномерность распределения нагрузки по виткам резьбы шариковинтовой пары. — В сб.: Прогрессивная технология машиностроения. — Минск, 1972, вып. 4.
3. Sobolewski J. Analiza nierownomierosci pracy przekladnikulkowych srubowych z obiegem zewnetrznym. Praca doct. — Warszawa, 1977.

УДК 621.9

Л.М. ДЕМБОВСКИЙ, Г.И. МЕЛАМЕД

### ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМИЧЕСКОМ ПОИСКЕ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ НА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

Анализ существующей практики проектирования автоматических линий (АЛ) показывает, что эта задача является многофакторной, требующей проработки теоретически множества, а практически — достаточно большого количества проектных вариантов.

На этапе разработки компоновки линии предопределяются ее производительность, надежность и ряд других технико-экономических показателей. Расчеты, связанные с определением производительности линии, важно увязывать с выбором режимов обработки. Так как эти вопросы оказывают непосредственное влияние на машинное время, то возникает необходимость решения данной задачи с помощью таких математических моделей, которые в удобной форме могли бы быть реализованы на ЭВМ.

Для универсального оборудования задача сводится к привязке табличных режимов к его ступеням подач и скоростей. Поиск режимов обработки детали на АЛ более сложен, поскольку необходимо вначале по расчетным усилиям подачи и крутящим моментам резания выбрать силовые узлы и шпиндельные коробки, а затем осуществить указанную привязку к этим узлам. Именно это обстоятельство не учитывается в известных алгоритмах выбора с помощью ЭВМ режимов обработки детали на АЛ. Поэтому их применение ограничивается только проверочными расчетами режимов резания на уже изготовленных или спроектированных линиях.

Автоматизация процесса расчета производительности АЛ с учетом вышесказанного замечания открывает существенные резервы для повышения производительности труда проектно-конструкторских работ, а также позволяет выбрать по определенным критериям наиболее целесообразный вариант компоновки линии.

Как отмечалось, главная трудность определения заданной производительности АЛ заключается в параллельном проведении расчетов наиболее целесообразных режимов резания, в выборе силовых узлов. Поэтому решение задачи может быть сформулировано следующим образом: 1) построение алгоритмов автоматизации выбора режимов обработки, обеспечивающих техническую производительность линии; 2) выбор силовых узлов, являющихся исходными данными для привязки к станкам АЛ режимов резания и для проектирования на последующих этапах шпиндельных коробок.

Расчет режимов резания многоинструментальных компоновок включает ряд операций, а именно: 1) определение подачи на оборот  $s$ ; 2) определение скорости  $v$ ; 3) определение усилия  $P$  и мощности резания  $N$ ; 4) определение числа оборотов  $n$  шпинделя каждого инструмента; 5) определение общей минутной подачи  $s_m$  узлов каждого станка.

Идея базового алгоритма заключается в следующем. Данные, необходимые для расчета, можно разбить на две группы: 1) нормативно-справочную; 2) группу конструкторско-технологических параметров той или иной компоновки линии.

Нормативно-справочная и конструкторско-технологическая информации представляются в матрично-векторной форме заданной размерности.

В таблице 1 приведены в качестве примера нормативно-справочные данные, относящиеся к операции сверления. Как видно, матрицы скоростей  $v_{ij}$ , осевых усилий  $P_{ij}$ , мощностей  $N_{ij}$  несимметричны и в таком виде не могут быть обработаны на ЭВМ. Предложено их выравнивание простановкой в соответствующих строчках и столбцах нулей, благодаря чему матрицы приводятся к общепринятой форме. Для выбора из массивов  $v_{ij}$ ,  $P_{ij}$ ,  $N_{ij}$  необходимой величины нужно иметь один связующий элемент матриц. Для группы стержневых инструментов за такой элемент можно принять диаметр обработки  $d_i$ .

Таблица

$d_i$	2,5	4	6	8	10	12	16	20	25	32	
$s(I,J)$											
Группа подачи	I	0,06	0,12	0,18	0,24	0,3	0,35	0,45	0,5	0,55	0,6
	II	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
	III	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,35	0,38	0,45
	IV	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,22	0,25	0,27	0,3
$T(I,J)$											
Количество инструментов	1	5	8	12	16	20	24	30	40	45	52
	3	12	20	30	40	50	63	80	100	110	124
	5	20	32	47	63	80	92	110	130	145	165
	8	25	40	60	80	100	117	140	170	185	205
$v(I,J)$											
Подача на оборот	0,05	21	24	27	30	32	33	36	38	41	44
	0,1	—	21	23	25	26	28	30	31	32	35
	0,15	—	17	19	20	22	23	25	26	28	30
	0,2	—	—	17	18	19	20	22	23	24	26
	0,3	—	—	15	16	17	18	20	21	22	24
	0,4	—	—	—	—	15	16	17	18	19	21
	0,6	—	—	—	—	—	—	15	16	17	18
	$P(I,J)$										
	0,06	15	25	35	45	55	70	90	114	140	180
	0,1	—	35	55	70	90	110	140	180	220	290
	0,15	—	40	75	100	120	145	195	245	305	400
	0,2	—	—	95	125	155	190	250	310	390	500
0,3	—	—	—	175	215	260	340	430	540	690	
0,4	—	—	—	—	275	330	430	550	680	880	
0,6	—	—	—	—	—	—	—	750	940	1200	
$N(I,J)$											
0,06	0,02	0,03	0,08	0,16	0,21	0,31	0,55	0,9	1,3	2,2	
0,1	0,03	0,05	0,12	0,22	0,34	0,49	0,86	1,4	2,1	3,4	
0,15	—	0,07	0,16	0,29	0,46	0,66	1,2	1,85	2,9	4,75	
0,2	—	—	0,21	—	—	—	—	—	3,6	5,9	
0,3	—	—	—	0,5	0,8	1,2	2,1	3,3	5,1	8,2	
0,4	—	—	—	—	1,0	1,5	2,6	4,1	6,4	10,5	
0,6	—	—	—	—	—	—	—	5,6	8,8	14,0	

Элементы режимов резания, относящихся к конкретному диаметру обработки, располагаются в соответствующем столбце исходных матриц (табл. 1), что позволяет представить их в форме, удобной для обработки на ЭВМ. Укрупненная блок-схема базового алгоритма решаемой задачи приведена на рис. 1. После определения табличного значения диаметра задача заключается в том, чтобы найти требуемые величины: 1) подачу на оборот  $s_{1k}$ ; 2) стойкость инструмента  $T_{1k}$ ; 3) скорость резания  $v_{1k}$ ; 4) корректировочные коэффициенты; 5) число оборотов и минутную подачу. Затем идет поиск минимальной подачи  $s_{min}$ , по которой корректируются параметры, необходимые для выбора силовых узлов.

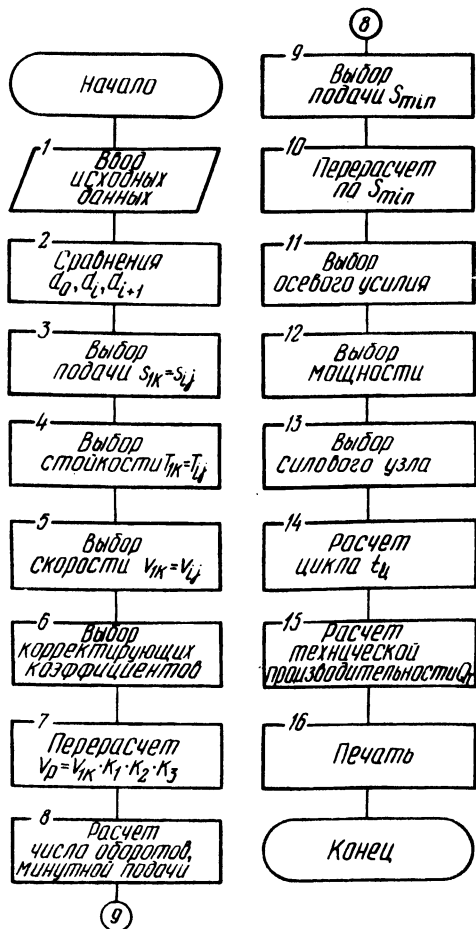


Рис. 1. Блок-схема алгоритма выбора режимов резания.

При выборе силовых узлов исходными данными задачи являются: 1) матрица параметров ( $P$  и  $N$ ), соответствующая шести типоразмерам узлов; 2) суммарные значения  $N_{\Sigma}$  величины мощности резания для всех инструментов шпиндельной коробки; 3) суммарные значения  $P_{\Sigma}$  величины осевого усилия для всех инструментов шпиндельной коробки; 4) габариты  $H \times B$  литья шпиндельной коробки; 5) матрицы минутных подач  $s_m$  с учетом класса привода.

Выбор нужных параметров начинается с определения величины осевого усилия  $P$ . В частности, если  $J = 1$ , а  $P(J) - P_{\Sigma} \leq 0$ , то поиск продолжается при  $J = 2, 3, \dots, 6$  до тех пор, пока  $P(J) - P_{\Sigma} \geq 0$ . Поиск величины мощности  $NT = N(J)$  начинается со столбца, в котором было зафиксировано осевое усилие  $PT$ . Если  $N(J) - N_{\Sigma} < 0$ , то поиск продолжается в последующих столбцах, пока не будет выполняться неравенство  $N(J) - N_{\Sigma} \geq 0$ . После выбора величины мощности  $NT$  осуществляется корректировка величины осевого усилия  $PT$ , а затем производится поиск габаритов шпиндельной коробки:  $H = NB(IJ)$ ,  $B = NB(1 + 1J)$ .

Выбор силовых узлов считается законченным после определения соответствующей минутной подачи, которая отыскивается в матрице минутных подач  $s_m$  с помощью ранее найденного значения  $s_{min}$ .

Заключительным этапом алгоритма является определение технической производительности автоматической линии на основе выбранных силовых узлов. На печать по специальной форме выводятся результаты расчета, необходимые для компоновки целесообразного варианта автоматической линии.

УДК 621.002:628.517.2

**Ф.А. БОГДАНОВИЧ, С.Н. ВИНЕРСКИЙ,  
Г.Б. ВОРОШНИНА, Т.Н. КИСЕЛЕВА**

### **АНАЛИЗ ШУМА И СНИЖЕНИЕ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ЕГО НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА В ШАРИКОВОМ ЦЕХЕ ПОДШИПНИКОВОГО ЗАВОДА**

Анализ исследований шума в шариковом цехе показывает, что уровень звука на всех участках цеха значительно выше (на 7...11 дБА) предельно допустимого (ГОСТ 12.1.003.76), а шум в отделениях цеха широкополосный с преобладанием средних частот. Наибольшее превышение уровней звукового давления по отношению к предельно допустимым (на 8...18 дБА) наблюдается в средне- и высокочастотной областях.

Проведенные исследования и анализ шумовых характеристик позволили определить зоны повышенного шумовыделения и наметить мероприятия по борьбе с шумом. Опыт показывает, что целесообразнее всего решать