

## МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

УДК 621.9.06:658.524.017

А.И.КОЧЕРГИН, канд.техн.наук,  
В.А.СКАЧЕК (БПИ)

### ПОКАЗАТЕЛИ СТРУКТУРНОЙ СЛОЖНОСТИ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОДУЛЕЙ

В состав гибких производственных модулей (ГПМ) с подвижным промышленным роботом (ПР) входит разнообразное технологическое оборудование. Сложность структуры ГПМ обуславливается сложностью отдельных устройств, оценка которой может быть получена на основании относительных показателей, сформированных с учетом типа приводов этих устройств. Коэффициент структурной сложности ГПМ с подвижным промышленным роботом, выведенный с учетом повторяемости и применяемости функциональных узлов (непосредственно влияющих на выполнение функций манипулирования в ГПМ), выражается зависимостью

$$k = n_{\text{м}} + 1,3n_{\text{ц}} + 2,2n_{\text{п.к}}, \quad (1)$$

где  $n_{\text{м}}$  – количество функциональных узлов, содержащих механические приводы или не имеющих привода;  $n_{\text{ц}}$  – количество функциональных узлов, имеющих электромеханический, пневматический или гидравлический привод с цикловым управлением;  $n_{\text{п.к}}$  – количество функциональных узлов, имеющих приводы с позиционным или контурным управлением.

Зависимость получена на основе анализа конструкций промышленных роботов Гном-3Р, М-33, Гранат-10 с разными системами управления.

С помощью коэффициента  $k$  можно получить оценки структурной сложности ГПМ и его отдельных устройств. Однако чаще требуется сравнивать различные варианты структур. Это можно делать с помощью показателей структурной сложности  $k_{\text{с}}$  и загрузки оборудования  $k_{\text{з}}$ :

$$k_{\text{с}} = \sum k_{\text{в}} / \sum k_{\text{о}}, \quad k_{\text{з}} = \sum t_{\text{в}} / t_{\text{ц}},$$

где  $k_{\text{в}}$  и  $k_{\text{о}}$  – коэффициенты структурной сложности соответственно вспомогательного и основного технологического оборудования;  $t_{\text{в}}$  – продолжительность работы вспомогательного технологического оборудования в течение цикла;  $t_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла.

Показатель структурной сложности  $k_{\text{с}}$  характеризует сложность ГПМ, обусловленную его конструкцией и технологией изготовления изделия. Следует создавать оборудование с минимальным значением показателя  $k_{\text{с}}$ . Стои-

Вид работ	Показатель структурной сложности $k_c$	Показатель загрузки $k_z$
Механическая обработка:		
однооперационная	1,43	0,32
многооперационная однопоточная	0,82	0,50
однооперационная многопоточная	0,85	0,83
Переработка пластмасс	1,88	0,61
Производство печатных плат	0,15	0,92
Гальванопокрытия	0,41	0,92
Транспортные работы	0,56	0,92

мость вспомогательного оборудования составляет значительную часть стоимости робототехнических комплексов, и эффективность ГПМ связана с интенсивностью использования вспомогательного оборудования, а это во многом зависит от структуры комплекса. Таким образом, показатель загрузки  $k_z$  желательнее увеличивать.

С помощью показателей  $k_c$  и  $k_z$  можно оценить зависимость степени сложности автоматизированных технологических комплексов (табл. 1) от числа потоков обработки и операций в потоке, т. е. сложность самих технологических процессов.

Большое число потоков обработки и продолжительная работа вспомогательного оборудования обуславливают малое значение показателя структурной сложности и большое — показателя загрузки комплексов по производству печатных плат.

Разработанная методика позволяет с единых позиций оценивать сложность автоматизированных комплексов для реализации разнообразных технологических процессов.

УДК 621.914.3

В.И.КЛЕВЗОВИЧ, канд.техн.наук (БПИ)

### ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Силовые воздействия при обработке резанием имеют циклический характер, обусловленный переменностью сечения срезаемого слоя, биением режущего инструмента, изменением количества одновременно режущих зубьев и т. д. Они вызывают колебательные процессы в станочной системе, сопровождающиеся резонансными явлениями в приводах, динамическими перегрузками, повышенным изнашиванием инструмента и т. п.

На показатели процесса обработки (точность, производительность, шероховатость обработанной поверхности) решающее влияние оказывает устойчивость перемещения подвижных органов станков (столов, суппортов, ползунов