

Г.В.Тилигузов, канд. техн. наук (ИНДМаш
АН БССР), Е.С.Яцура, канд. техн. наук (БПИ),
Э.Ф.Капанец, канд. техн. наук (ИНДМаш АН БССР),
В.В.Кулешов, инженер (ИНДМаш АН БССР)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРУКТУРЫ РАБОЧЕГО ЦИКЛА БЕСЦЕНТРОВОГО ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ

Рабочий цикл обработки при бесцентровом врезном шлифовании включает отдельные этапы с различными условиями съема металла. Эти условия не всегда являются оптимальными по критериям качества или производительности изготовления деталей. Поэтому возникает необходимость закономерного управления процессом шлифования на отдельных этапах цикла.

Результаты проведенных экспериментальных исследований [1, 2] показали, что наибольший эффект в данном направлении может быть получен при управлении обработкой на заключительном этапе цикла – этапе выхаживания. Здесь обоснована целесообразность использования в качестве регулируемых величин скорости вращения обрабатываемой детали [1] и высоты ее расположения в зоне шлифования [2]. В данной работе предложены приемы совершенствования рабочего цикла бесцентрового врезного шлифования и приведены конструктивные решения устройств для их реализации.

Существенное повышение эффективности операций шлифования достигается при использовании схемы рабочего цикла с переменной скоростью вращения обрабатываемой детали [3]. Съем металла при увеличении скорости вращения детали не замедляется в начальный момент выхаживания (рис. 1, кривая 2), как это наблюдается при традиционной структуре (рис. 1, кривая 1), глубина же резания (подача на оборот) резко снижается до заданной минимальной величины. Постоянство съема в переходной момент ($\tau_{вр} + \tau_{шл}$) от этапа установившегося шлифования к этапу выхаживания, а следовательно, и усилия резания в этот момент обеспечивают стабильность упругих деформаций системы СПИД в конце цикла обработки. Причем, основная часть припуска, приходящегося на этап выхаживания, снимается в начале этого этапа, что обуславливает более крутой характер кривой изменения съема металла. А так как обработка заканчивается при малой глубине резания, значительно снижается нестабильность качественных показателей изделий, вызванная

неоднородностью физико-механических свойств заготовок, колебанием припуска, изменением режущей способности шлифовального круга и других случайных факторов технологического процесса. В результате обеспечивается [1] повышение точности размеров и формы деталей до 1,5 раза (по сравнению с традиционной структурой рабочего цикла бесцентрового врезного шлифования), а при фиксированных требованиях по качеству изделий достигается сокращение продолжительности рабочего цикла на 20–25%.

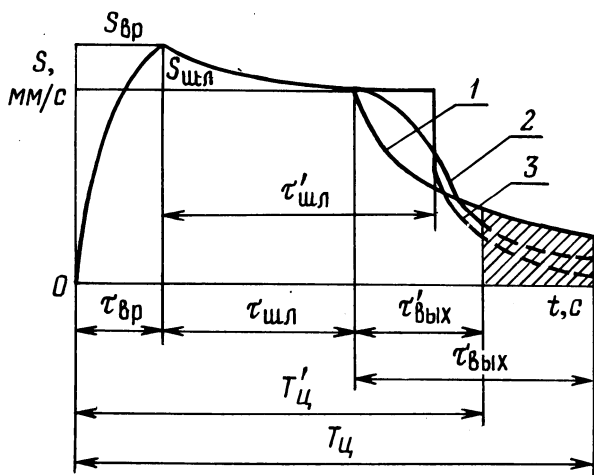


Рис. 1. Закономерности съема припуска при различных схемах шлифования: 1 – традиционная структура с программой управления циклом по времени; 2 – схема с переменной скоростью изделия; 3 – схема с переменной высотой расположения изделия в зоне резания.

Реализация предложенной схемы не требует значительной модернизации конструкции круглошлифовальных бесцентровых станков, работающих врезанием. Необходимая величина регулируемого параметра обеспечивается за счет автоматического изменения частоты вращения ведущего круга, привод которого имеет бесступенчатое регулирование и осуществляется через червячную передачу от электродвигателя постоянного тока. Управление частотой вращения ведущего круга может производиться путем изменения магнитного потока, создаваемого обмоткой возбуждения двигателя привода. Соответствующая система управления, разработанная применительно к электросхеме

станка мод. 3М182 Витебского станкозавода им. С.М.Кирова, приведена на рис. 2.

Для обеспечения жесткости механических характеристик электропривод ведущего круга выполнен в виде замкнутой системы автоматического регулирования с обратными связями по току и напряжению. При отсутствии сигнала с задающего потенциометра 5R (см. рис. 2) по обмоткам управления электромашинного усилителя протекают токи, равные по величине и

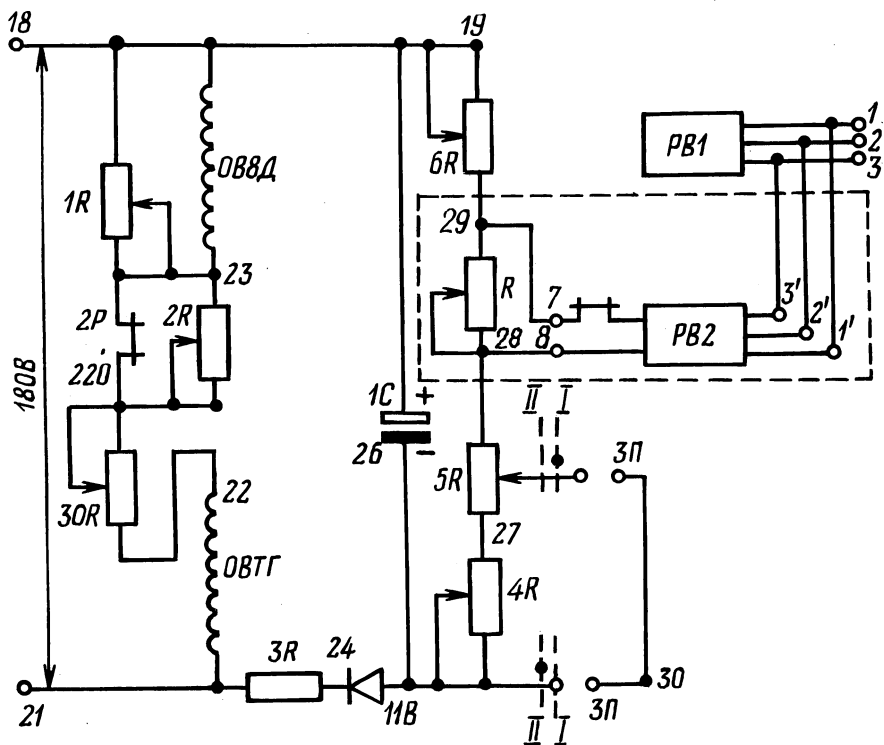


Рис. 2. Схема автоматического изменения скорости вращения детали на этапе выхаживания.

противоположные по направлению. Для изменений частоты вращения в момент $\tau_{вр} + \tau_{шд}$ (см. рис. 1) по команде от реле времени РВ2 в цепь обмотки возбуждения ОВ8Д электродвигателя 8Д привода подключается дополнительное сопротивление R и подается задающее напряжение. Частота вращения увеличивается. В момент завершения этапа выхаживания ($\tau_{вр} + \tau_{шд} + \tau_{вых}$), продолжительность которого задается по реле време-

ни РВ1, сопротивление R отключается, и частота вращения ведущего круга снижается до заданной наладочной величины.

При использовании для управления процессом обработки высоты расположения изделия в зоне резания [2] весьма эффективна структура цикла с ускоренным выхаживанием. Продолжительность выхаживания $\tau_{\text{вых}}$ (см. рис. 1) при врезном шлифовании определяется соотношением величин упругих деформаций системы СПИД в начале и конце этого этапа. В связи с этим в предлагаемой схеме предусмотрено искусственное скачкообразное снижение величины упругих деформаций в момент времени $\tau_{\text{вр}} + \tau'_{\text{шл}}$ за счет перемещения опорного ножа суппорта с деталью в вертикальной плоскости.

Как видно из рис. 1 (кривая 3), такой характер изменения съема припуска обеспечивает возможность сокращения до 25% общей продолжительности цикла $T_{\text{ц}}$. Кроме того, при этой схеме шлифования отпадает необходимость осуществления малых перемещений рабочих органов оборудования, так как передаточное отношение между изменением величины упругих деформаций системы СПИД и приращением высоты расположения изделия в вертикальной плоскости, исходя из геометрических соотношений зоны резания, для реальных случаев обработки находится [2] в диапазоне от 5 до 50. Таким образом, при управлении процессом шлифования исключается влияние нестабильности и неравномерности малых перемещений исполнительных органов оборудования. В результате достигается повышение до 1,5 раза точности размеров и формы обрабатываемых деталей.

Для реализации предложенной схемы цикла Институтом проблем надежности и долговечности машин АН БССР совместно с Витебским станкозаводом им. С.М.Кирова разработана конструкция регулируемого суппорта, в котором предусмотрено автоматическое изменение высоты расположения ножа в вертикальной плоскости.

Циклы бесцентрового врезного шлифования с программами управления процессом на отдельных этапах по времени обеспечивают высокую однородность качества изделий лишь при достаточной стабильности технологических факторов. Вариации припуска, режущей способности инструмента и других параметров системы СПИД снижают эффективность использования традиционных структур и систем управления рабочим циклом шлифования. Существенное повышение точности и производительности обработки в этом случае может быть достигнуто с помощью разработанной системы управления, приведенной на рис. 3.

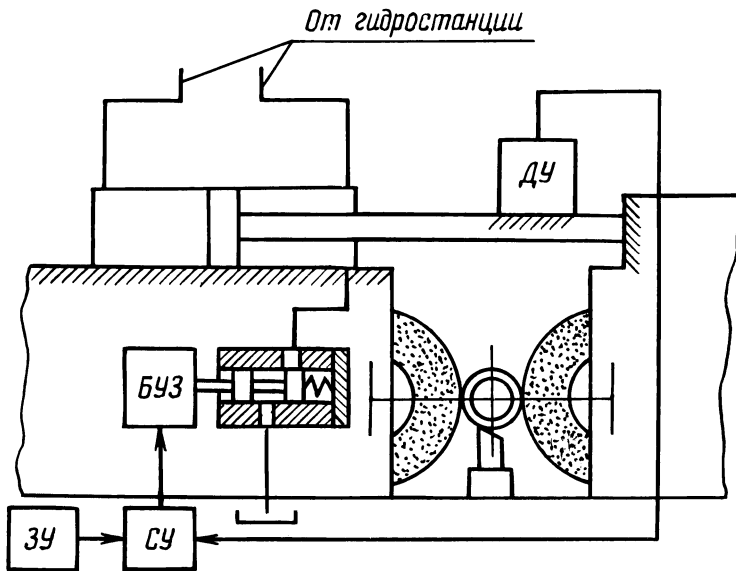


Рис. 3. Система автоматического управления упругими деформациями при бесцентровом шлифовании.

Для осуществления закономерного управления процессом на отдельных этапах рабочего цикла между бабками шлифовального и ведущего кругов предусмотрена упругая связь, выполненная в виде гидроцилиндра со следящим золотником. Датчик усилия (ДУ), установленный на штоке гидроцилиндра, соединен со сравнительным (СУ) и задающим (ЗУ) устройствами. В ЗУ вводится программа изменения скорости съема припуска на весь рабочий цикл обработки.

При шлифовании, в соответствии с заданным законом, ЗУ подает на блок СУ соответствующий сигнал, обуславливающий требуемый характер изменения упругих деформаций системы СПИД в радиальной плоскости. Одновременно от датчика ДУ поступает сигнал на блок СУ, в котором сигналы сравниваются. Величины рассогласования в виде электрических импульсов периодически поступают в блок управления следящим золотником (БУЗ) и преобразовываются в линейные перемещения его рабочего органа. В результате давление в штоковой полости гидроцилиндра изменяется, и происходит автоматическая коррекция упругих деформаций на требуемую величину.

Реализация данной системы на бесцентровошлифовальных станках в результате демпфирования колебаний упругих дефор-

маций системы СПИД, вызванных нестабильностью технологических факторов, обеспечивает высокую однородность качества шлифуемых деталей. Кроме того, за счет возможности плавного снижения интенсивности съема металла можно исключить из структуры этап выхаживания и сократить продолжительность рабочего цикла обработки.

Итак, предложенные оригинальные схемы бесцентрового врезного шлифования, а также конструктивные решения устройств управления по сравнению с традиционными структурами обеспечивают повышение до 1,5 раза точности деталей и сокращение на 20-25% продолжительности цикла обработки.

Л и т е р а т у р а

1. Повышение точности обработки при бесцентровом врезном шлифовании путем управления процессом выхаживания / Г.В.Тилигузов, О.В.Жилинский, Е.С.Яцура и др. - В сб.: Машиностроение. Мн., 1979, вып. 3. 2. Исследование эффективности применения регулируемого суппорта при бесцентровом шлифовании / Г.В.Тилигузов, Е.С.Яцура, В.М.Шевченко и др. - В сб.: Машиностроение. Мн., 1980, вып. 5. 3. А. с. 698750 (СССР). Способ бесцентрового врезного шлифования / О.В.Жилинский, Г.В.Тилигузов, Ю.Ф.Володько и др. - Опубл. в Б.И., 1979, № 43.

УДК 621.831

М.М.Кане, канд. техн. наук (БПИ)

ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ ОТВЕРСТИЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС В ПРОЦЕССЕ ИХ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В настоящее время примерно 50% общей номенклатуры цилиндрических зубчатых колес, изготавливаемых в нашей стране, подвергается различным видам термообработки. В автотракторостроении доля указанных колес составляет более 80%, при этом многие из них подвергаются химико-термической обработке (ХТО)и, в частности, нитроцементации, которая в последнее время находит все более широкое применение. Шлицевые отверстия зубчатых колес автотракторных трансмиссий после ХТО, как правило, не подвергаются обработке со снятием припуска. В результате конечная точность этих отверстий в значительной степени определяется ее исходным значением и изменением в процессе ХТО.