

УДК 621.923

DOI: 10.35211/1990-5297-2024-1-284-22-25

*Л. Д. Ульянова^{1, 2}, П. Ю. Бочкарев^{2, 3}***ГРУППИРОВАНИЕ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ
ОПЕРАЦИЙ ВРЕЗНОГО БЕСЦЕНТРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ**¹ НПО Национальные технологические системы и комплексы² Камышинский технологический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета

³ Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова

E-mail: bpy@mail.ru

Врезное, как один из способов бесцентрового шлифования, обладает высокой производительностью и точностью обработки. Однако область его применения в действующих производствах ограничивается достаточно узкой областью. Во многом это связано с отсутствием окончательно сформированной методической базы этапов наладки оборудования и управления ходом реализации технологических операций. В статье представлены предложения к структурной классификации врезного бесцентрового шлифования, включающие их группирование по критерию однородности проектных процедур отдельных этапов технологического обеспечения. Созданные формализованные модели обеспечивают последовательное формирование кластеров схем обработки с возможностью учета конкретных производственных условий. Представлены результаты группирования способов обработки для проектных процедур назначения рациональных технологических режимов врезных бесцентрово-шлифовальных операций.

Ключевые слова: механообрабатывающие производства, технологическая подготовка, бесцентрово-шлифовальная обработка, проектирование технологических процессов, конструкторско-технологические характеристики.

*L. D. Ulyanova^{1, 2}, P. Yu. Bochkaev^{2, 3}***GROUPING BY TECHNOLOGICAL FEATURES OF THE OPERATIONS
OF CENTERLESS MORTISE GRINDING**¹ National Technological Systems and complexes² Kamyshinsky Technological Institute (branch)

Volgograd State Technical University

³ Saratov State University of Genetics, Biotechnology
and Engineering named after N. I. Vavilov

Mortise, as one of the methods of centerless grinding, has high productivity and processing accuracy. However, the scope of its application in existing industries is limited to a rather narrow area. This is largely due to the lack of a fully formed methodological base for the stages of equipment setup and management of the implementation of the technological operation. The article presents proposals for the structural classification of inset centerless grinding, including their grouping according to the criterion of uniformity of design procedures of individual stages of technological support. The created formalized models ensure the consistent formation of clusters of processing schemes with the possibility of taking into account specific production conditions. The results of the grouping of processing methods for design procedures for the appointment of rational technological modes of mortise centerless grinding operations are presented.

Keywords: Machining industries, technological preparation, centerless grinding, design of technological processes, design and technological characteristics.

Бесцентровое шлифование для широкой номенклатуры производств точного машиностроения обладает рядом существенных преимуществ перед другими методами обработки. Среди них наиболее значимыми являются производительность процесса обработки и возможность получения высокой размерной и геометрической точности поверхностей деталей за счет специфических особенностей схем обра-

ботки, снижающих влияние исходных погрешностей обрабатываемых поверхностей, являющихся в тоже время и базовыми [1, 2, 3]. Кроме этого, следует отметить высокую жесткость применяемого оборудования и большую режущую поверхность шлифовальных кругов, что обеспечивает увеличение времени сохранения их режущих свойств. Однако существующая в настоящее время практика использования

технологических операций бесцентрового шлифования показывает ограниченность и узкую специализацию их применения. Реализация данных методов обработки в первую очередь сдерживается по причине сложности наладки и подналадки оборудования, связанной с отсутствием формализованных методик проведения данных работ [4]. Качество настройки технологической системы в действующих производствах зависит от уровня квалификации и опыта исполнителя, что вносит субъективный фактор не только в результаты выполнения операции, но и организацию всего производственного цикла. Другой серьезной задачей, является проведение исследований по разработке методов определения силовых взаимодействий между элементами технологической системы в процессе обработки на всех участках рабочей зоны для создания условий равномерных режимов резания. Представленные обстоятельства приводят к значительным временным и трудовым затратам при наладке и управлении процессами, сужают эффективное их использование до условий массового и крупносерийного производства. С учетом того, что перспективы развития операций, выполняемых на бесцентровом оборудовании, возможны только в направлениях, связанных с автоматизацией производственного процесса, создание моделей, описывающих все ее составляющие, является актуальным.

Несмотря на однотипность схем бесцентрового шлифования существует большое количество методов их реализации, представленных как с позиции компоновочных решений оборудования для их реализации, конструктивных характеристик обрабатываемых поверхностей, так и технологических решений, касающихся правки шлифовальных и ведущих кругов, наладки, назначения режимов и др. В связи с данным обстоятельством для решения поставленных задач предложен подход, заключающийся в установлении групп методов бесцентрового шлифования однородных с позиций их технологической подготовки и последующего создания моделей для каждой группы [5, 6, 7], что позволяет провести научно обоснованную унификацию с целью разработки автоматизированных подсистем автоматизированного проектирования.

В статье представлены исследования, касающиеся реализации представленного подхода к операциям врезного бесцентрового шлифования.

Особенностью метода врезного бесцентрового шлифования, обеспечивающего его производительность и высокие стабильные качественные характеристики изготавливаемых деталей, является возможность одновременной обработки всей поверхности или нескольких поверхностей. Принципиальная схема обработки и наличие преимущественно только одного основного движения подачи перпендикулярно к шлифуемой поверхности позволяет выделить по сравнению с другими видами реализации технологических операций следующие преимущества: стабильные размеры обработанных деталей в партии; использование повышенных режимов резания за счет схемы силового замыкания; уменьшение значений припусков в связи с базированием по обрабатываемой поверхности; значительным сокращением вспомогательного времени на установку и снятие детали.

Рациональность принятия проектных решений при назначении конкретного способа бесцентрового врезного шлифования при обработке наружных поверхностей типа тел вращения связано с учетом множества факторов, которые необходимо анализировать как с позиций обеспечения заданных качественных характеристик обрабатываемых деталей, так и технико-экономических показателей реализации технологического процесса с учетом реальной производственной ситуации [8, 9, 10]. Для этого целесообразно группирование способов врезного бесцентрового шлифования на основе определения однородных проектных процедур технологической подготовки производства.

Основным условием группирования является ранжирование по областям, имеющим условную независимость. С этой целью характеристики процесса были разделены по отдельным блокам.

При выполнении структуризации бесцентрово-шлифовального оборудования для операций врезного шлифования в части конструктивных особенностей анализировались следующие параметры: виды компоновок; направления движения шлифовальной бабки, схема расположения опор шпинделей и расположение линии центров (вертикальные, горизонтальные, под наклоном) и др. По конструктивным признакам объектов обработки: вид обрабатываемой поверхности, размерные характеристики, обрабатываемость материала. Сведениям по применяемым шлифовальным и ведущим кругам: форма кругов и их количество, направле-

ния вращения, расположения оси кругов в системе координат станка. Особенности использования установочных (опорных) элементов, форма их поверхностей и пространственная ориентация.

Сформированные базы данных явились исходными данными для исследования методов

врезного бесцентрового шлифования с использованием аппарата кластерного анализа. На рис. 1 представлены результаты автоматической классификации по таблице различий в виде дендограмм (для общей базы данных методов врезного бесцентрового шлифования и ее составляющих блоков).

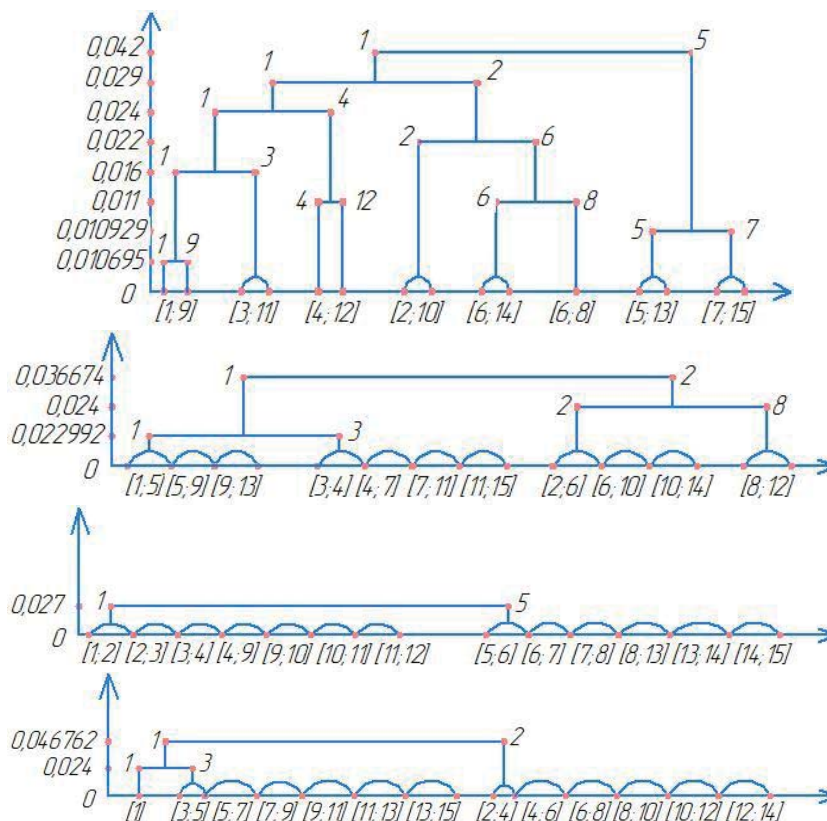


Рис. 1. Дендограммы результатов кластеризации методов врезного бесцентрового шлифования

Применительно к проектным процедурам назначения режимов резания с учетом состояния технологического оборудования были сформированы дополнительные базы данных, отражающие информацию по местам контакта обрабатываемой поверхности с элементами технологической системы, направления и величины составляющих сил в этих местах. Алго-

ритм определения результатов кластерного анализа выполнялся на основе расчетного стандартного индекса иерархии на каждом уровне дендограмм с последующим обоснованием заключения об однородности сформированных групп на основе применения математического аппарата теории множеств (рис. 2).

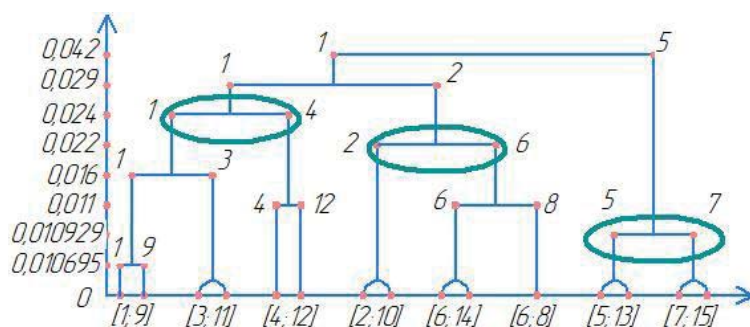


Рис. 2. Результат формирования кластеров методов врезного бесцентрового шлифования по однородности проектных процедур определения технологических режимов обработки

Практическим результатом представленных исследований является сформированный состав групп методов врезного бесцентрового шлифования применительно к этапам технологической подготовки производства, имеющих однородные модели выполнения этапов определения режимов резания, обеспечивающие заданные качественные показатели обрабатываемой поверхности. Методические принципы, представленные в данной статье применительно к операциям врезного бесцентрового шлифования, на основе реализации группирования способов обработки, открывают возможности комплексного подхода к созданию систем автоматизированного проектирования технологических операций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник технолога / под общей ред. А. Г. Суслова. – М. : Инновационное машиностроение, 2019. – 800 с.
2. *Безязычный, В. Ф.* Основы технологии машиностроения / В. Ф. Безязычный. – М. : Машиностроение, 2013. – 568 с.
3. *Суслов, А. Г.* Научные основы технологии машиностроения / А. Г. Суслов, А. М. Дальский. – М. : Машиностроение, 2002. – 684 с.
4. *Ашкиназий, Я. М.* Бесцентровые шлифовальные станки. Конструкция, обработка и правка / Я. М. Ашкиназий. – М. : Машиностроение, 2003. – 352 с.
5. *Бочкарев, П. Ю.* Системное представление планирования технологических процессов механообработки / П. Ю. Бочкарев // Технология машиностроения. – 2002. – № 1. – С. 10–14.
6. *Малинин, П. В.* Структуризация способов бесцентрового шлифования с использованием кластерного анализа / П. В. Малинин, П. Ю. Бочкарев // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 8 / ВолгГТУ. – Волгоград, 2022. – С. 36–39.
7. *Малинин, П. В.* Совершенствование технологической подготовки операций бесцентрового шлифования / П. В. Малинин, П. Ю. Бочкарев, Л. Д. Ульянова, В. В. Шалунов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2022. – № 4(64). – С. 147–160.
8. *Бочкарев, П. Ю.* Структуризация базы данных в САПР ТП с использованием аппарата кластерного анализа / П. Ю. Бочкарев // Вестник машиностроения, № 3, 1999. – С. 51–55.
9. *Митин, С. Г.* Определение рациональных уровней отсева вариантов проектных решений в системе автоматизированного планирования технологических процессов / С. Г. Митин, П. Ю. Бочкарев, В. В. Шалунов, И. А. Разманов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2021. – № 3 (57). – С. 48–56.
10. *Митин, С. Г.* Разработка моделей и методик автоматизации проектных процедур для проектирования технологических операций со сложной структурой / С. Г. Митин, П. Ю. Бочкарев // Автоматизация в промышленности. – 2018. – № 2. – С. 45–51.