

Харьковский государственный политехнический университет

На правах рукописи

Рудик Андрей Васильевич

Повышение эффективности одновременного шлифования
периферией и торцом ориентированного инструмента
цилиндрических и сферических поверхностей.

Специальность 05.03.01 - процессы механической
обработки, станки и
инструмент.

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук.

Харьков, 1996.



00743923 (S)

Диссертация я

Работа выполнена на кафедре металлорежущих станков и систем Черниговского технологического института.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Кальченко Виталий Иванович

Официальные оппоненты:
доктор технических наук
Коломиец Виктор Васильевич

кандидат технических наук, доцент
Литовченко Петр Иванович

Ведущее предприятие Прилукский завод "Пожмашина"

Защита состоится 23.01 1997 года
в 14 часов на заседании специализированного
ученого Совета Д 02.09.01 в Харьковском
государственном политехническом университете
по адресу 310002, г.Харьков, ул.Фрунзе, 21.

С диссертацией можно ознакомиться в
библиотеке Харьковского государственного поли-
технического университета

Автореферат разослан 13 12 1996 г.

Ученый секретарь
специализированного учёного Совета

Узунян М.Д.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы Характерная черта современного машиностроения - широкое применение деталей, ограниченных поверхностями вращения с образующими постоянной кривизны, к которым предъявляются повышенные требования по точности, шероховатости, износостойкости и направлению следов обработки. Часто такие детали изготавливают из труднообрабатываемых материалов, они имеют большие габариты и припуски на обработку.

Как правило, заключительной технологической операцией, определяющей качество обрабатываемых деталей, является шлифование. Доля его в технологии машиностроения непрерывно увеличивается и достигает 30 и более процентов. С другой стороны известно, что стоимость заключительных операций в несколько раз выше по сравнению с подготовительными. Разница значительно увеличивается, когда требования к точности растут.

При обработке традиционными способами шлифования, как правило, оси вращения инструмента и детали расположены в одной плоскости и торец инструмента в съеме металла участия не принимает. Вместе с тем, новые способы обработки цилиндрических и сферических поверхностей ориентированным инструментом, с включением его торца в процесс снятия припуска, могут существенно повысить эффективность шлифования, перераспределить объемы срезаемого металла вдоль профиля инструмента. Поэтому, обработка цилиндрических и сферических поверхностей ориентированным инструментом - это актуальная научная и практическая задача.

Целью настоящей работы является повышение эффективности шлифования цилиндрических и сферических поверхностей за счет одновременной обработки периферией и торцом рационально ориентированного инструмента.

Достижение цели потребовало:

1. Разработать совокупность математических моделей, описывающих особенности одновременного шлифования поверхностей вращения с образующими постоянной кривизны периферией и торцом ориентированного абразивного инструмента.

2. Определить угол ориентации инструмента, обеспечивающий максимальную производительность при съеме припуска торцом инстру-

мента и уменьшение глубины срезаемого слоя по мере приближения к калибрующему участку.

3. Разработать способы шлифования поверхностей вращения ориентированным инструментом, которые наряду с повышением производительности процесса совмещают в нем черновую, получистовую и чистовую обработку, разделенные по месту и времени.

Методы исследования Исследования были проведены на базе теории резания материалов и технологии машиностроения с применением методов теоретической механики, сопротивления материалов, теории вероятностей и разделов математического анализа. Использован аппарат дифференциального исчисления функций одной и нескольких переменных, аппроксимации функций специального вида, математической статистики, векторной алгебры. Эксперименты выполнялись на модернизированных автором станках с использованием современной контрольно - измерительной аппаратуры. При расчетах и обработке экспериментальных данных использовалась ЭВМ.

Научная новизна диссертации:

1. Разработана новая обобщенная расчетно-кинематическая схема шлифования поверхностей вращения периферией и торцем круга, которая включает не только формообразование, но и срезание припуска при наиболее общей ориентации инструмента относительно заготовки.

2. Предложен принцип угловой ориентации инструмента и его режущих элементов, который позволяет в одном процессе объединить черновую, получистовую и чистовую обработку, при этом процессы срезания припуска и формообразования разделены по месту и времени.

3. Предложена зависимость для определения угла скрещивания осей вращения инструмента и детали, обеспечивающего использование режущей способности на торцевом участке абразивного инструмента.

4. Впервые доказано, что ориентация инструмента позволяет повышать производительность шлифования, полнее используя его режущую способность.

5. Предложены способы обработки напроход наружных сферических поверхностей комбинированным инструментом, объединяющем лезвийные и абразивные элементы, когда диаметр формообразующего участка инструмента равен диаметру обрабатываемой сферы.

Автор защищает:

1. Совокупность обобщенных взаимосвязанных математических моделей, которые учитывают специфику одновременного шлифования поверхностей постоянной кривизны периферией и торцем круга.

2. Научное положение о необходимости разгрузки формообразующего участка шлифовального круга за счет его ориентации, что позволяет постепенно уменьшать глубину резания при приближении к нему.

3. Новые способы обработки сферических поверхностей.

Практическая ценность диссертации.

На основании выявленных особенностей процесса шлифования ориентированным инструментом разработаны новые способы обработки, которые отличаются от известных целенаправленной его ориентацией, объединением лезвийных и абразивных элементов. Новые способы обработки позволяют увеличить производительность в 1,4-2 раза.

Разработаны алгоритмы и программы расчета на ЭВМ оптимальных параметров обработки,

Реализация результатов работы.

Для реализации новых способов комбинированной обработки выпуклых сферических поверхностей на базе моделей станков ЗУЗМ, 6ИИ разработаны и изготовлены установки, которые внедрены на Придусском заводе "Пожмаина" для обработки шаровых кранов пожарных машин. Конструкции новых установок разрабатывались при непосредственном участии автора диссертации.

Основные результаты и методика исследований диссертационной работы использовались в учебном процессе в Черниговском технологическом институте на кафедре "Металлорежущие станки и системы".

Экономический эффект от внедрения результатов работы составил около 90 млн.крб. (в ценах 1995 г.).

Апробация работы. Основные положения и результаты, представленные в диссертации, докладывались на двух республиканских (в городах Чернигове в 1984 г. , Одессе в 1995), и одной международной конференциях (Одесса, 1996 г). Диссертация полностью докладывалась на заседаниях кафедры "Металлорежущие станки и системы" Черниговского технологического института.

Публикации. По материалам выполненных исследований опубликовано 11 научных работ, в том числе 9 по теме диссертации.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из вступления, 4 глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 106 страницах машинописного текста, содержит 42 рисунка, 3 таблицы, список литературы из 110 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Первая глава. Исследованиям в области создания новых станков, методов формообразования и процесса шлифования линейчатых и криволинейных поверхностей посвящены работы многих отечественных ученых, среди которых В.Н.Верезуб, А.П.Гавриш, А.И.Грabcенко, В.И.Кальченко, В.В.Коломиец, С.М.Корчак, В.К.Кулик, Г.Б.Лурье, Е.Н.Маслов, Ю.К.Новоселов, Б.А.Перепелица, В.Т.Портман, А.Ф.Раб, П.Р.Родин, Э.В.Рыжов, М.Ф.Семко, Ю.Н.Сухоруков, М.Д.Узунян, Л.М.Филимонов, И.Х.Чеповецкий, Ф.С.Юнусов, А.В.Якимов, П.И.Яшеридин и другие.

Анализ работ этих и других авторов показал, что наиболее распространенным путем увеличения производительности обработки в последнее время является полное использование режущей способности шлифовального инструмента. Для решения этой цели в нескольких работах предложен принцип управляемой ориентации абразивным инструментом вокруг главной нормали, который является эффективным способом влияния на условия резания в рабочей зоне не только при шлифовании круглых цилиндрических деталей, но и криволинейных поверхностей.

Теоретические исследования предлагаемого способа шлифования с пересекающимися осями цилиндрической заготовки и круга показали, что припуск, который снимается за проход, распределяется между участками его профиля. Глубина резания на оборот детали тем уменьшается по мере приближения к калибрующему участку и определяется углом поворота круга вокруг нормали к поверхности и величиной подачи на оборот. Предлагаемый способ шлифования дает возможность объединить черновое и чистовое шлифование при высокой производительности и точности обработки. При этом тепловая напряженность процесса по мере приближения к калибрующему участку профиля инструмента, как правило, уменьшается.

При обработке крупногабаритных поверхностей валков трубо-прокатных станков на станках ХШЗ-45, ХШЗ-47 использование принципа ориентации инструмента вокруг нормали позволило повысить производительность и качество обработки в 4-5 раз в сравнении с существующей обработкой за счет увеличения подачи на строку. При этом ставилась цель приближения процесса шлифования криволинейных поверхностей к процессу шлифования линейчатых поверхностей постоянной кривизны.

Ориентация с целью увеличения производительности обработки торцем инструмента также значительно влияет на процесс торцевого шлифования. Одним из прогрессивных методов шлифования плоских поверхностей торцем круга является глубинное шлифование со снятием значительного припуска за один проход. Формообразование обрабатываемой поверхности детали за время работы алмазного круга методами торцевого глубинного шлифования отличается от многопроходного тем, что после образования постоянного профиля алмазосносного слоя круга он работает в режиме торцево-конического шлифования. Главная поверхность рабочего профиля алмазосносного слоя обеспечивает равномерное участие зерен круга, а переходная - зачистку шлифуемой поверхности. Вспомогательная поверхность образуется за счет недостаточной жесткости системы СИД во время реверса продольной подачи станка.

Фирмой "JUNKER" (Германия) разработаны станки "Quickpoint 1001 и 1002", в которых использовано шлифование с пересекающимися осями круга и заготовки. Станки работают в режиме глубинного скоростного шлифования с увеличением производительности в 5-6 раз в сравнении с традиционным многопроходным круглым шлифованием. Обработка поверхностей детали происходит за один проход.

Однако, вопрос повышения производительности и качества шлифования поверхностей вращения с образующими постоянной кривизны ориентированным инструментом изучен недостаточно. В настоящее время не существует единой методики, позволяющей определять производительность обработки ориентированным инструментом, производить выбор режимов и угла относительной ориентации.

На основании анализа вышеизложенных и других работ в диссертации определены основные цель и задачи исследования, а также пути их практической реализации.

Вторая глава. Для анализа известных и предлагаемых способов шлифования поверхностей вращения с образующими постоянной кривизны в периоды врезания инструмента и формообразования поверхности в данной диссертации разработана обобщенная расчетно - кинематическая схема (рис.1). Она учитывает специфику процесса одновременного шлифования поверхности детали 1 периферией и торцом ориентированного инструмента 2 и разработана из условия много-координатного формообразования. Относительная ориентация детали и инструмента 2 для текущей опорной точки определяется координатами ее центра O_d в системе координат инструмента и углами, образованными между осями системы координат детали и инструмента.

С деталью связана система координат $O_d X_d Y_d Z_d$, при этом ось $O_d Z_d$ совпадает с технологической осью детали. В этой системе координат поверхность детали задается уравнением:

$$\bar{r} = \bar{r}(u, v), \quad (1)$$

где u, v - параметры.

С инструментом связана система координат $O_i X_i Y_i Z_i$, при этом ось $O_i Z_i$ совпадает с его осью вращения. В этой системе координат поверхность инструмента задается уравнением:

$$\bar{r}_i = \bar{r}_i(i, u), \quad (2)$$

где i, u - параметры.

Мгновенная производительность шлифования имеет вид поверхностного интеграла

$$Q_m = \iint_F V_n dF, \quad (3)$$

где F - пятно контакта; \bar{n} - вектор нормали к элементарной площадке dF , расположенной в пределах пятна контакта F ; \bar{V} - вектор скорости элементарной площадки контакта, принадлежащей детали, относительно системы координат, связанной с инструментом; V_n - проекция вектора относительной скорости \bar{V} на вектор нормали к элементарной площадке поверхности контакта круга и детали, которая имеет координаты, определяемые параметрами i, u .

$$V_n(i, u) = - \left\{ \cos \alpha \cdot \left[\omega_y \cdot (Z - Z_0) + \omega_x \cdot Y_0 + S_x \right] + \sin \alpha \cdot \omega_y \cdot R(i) \right\} \cdot \cos u + \\ + \left\{ \cos \alpha \cdot \left[\omega_x \cdot (Z - Z_0) + \omega_y \cdot Y_0 - S_y \right] + \sin \alpha \cdot \omega_x \cdot R(i) \right\} \cdot \sin u +$$

$$+ \left\{ \sin \alpha \cdot \left[-\omega_x \cdot Y_0 + \omega_y \cdot X_0 + S_z \right] \right\}, \quad (4)$$

α - угол наклона участка профиля инструмента к его оси.

Площадь элементарной площадки dF определяется из выражения

$$dF = \left[\frac{\partial \bar{r}}{\partial i} \times \frac{\partial \bar{r}}{\partial u} \right] \cdot dudi = \bar{n} \cdot dudi. \quad (5)$$

Таким образом, увеличить значение мгновенной производительности Q_m возможно путем увеличения размеров пятна контакта F , или увеличением значения скалярного произведения $\bar{n} \cdot \bar{v}$ на каждой из элементарных площадок dF до уровня, допускаемого режущей способностью инструмента.

Скалярное произведение векторов $\bar{n} \cdot \bar{v}$ предлагается использовать для получения обобщенного уравнения локальной толщины срезаемого слоя одной режущей кромкой. Согласно с существующими научными представлениями режущая способность шлифовального круга определяется предельной толщиной срезаемого слоя одной режущей кромкой.

Уравнение для определения максимальной толщины срезаемого слоя одной режущей кромкой для основных методов шлифования цилиндрических и плоских поверхностей деталей было получено рядом авторов. Однако, существующие зависимости не отражают характер изменения кривизны инструмента и заготовки, переменную глубину резания по координате обработки вдоль профиля, относительную ориентацию поверхностей детали и инструмента.

Разработано обобщенное уравнение для определения локальной толщины срезаемого слоя по координате обработки режущей кромкой во время шлифования поверхностей ориентированным инструментом

$$\sigma_z(u, i) = \int_T v_n \cdot dt + \Delta h, \quad (6)$$

где T - время между контактами поверхности детали с двумя соседними режущими кромками, Δh - разновысотность режущих кромок.

$$T = \frac{1}{v_n \cdot N(\sigma_z)}, \quad (7)$$

где $N(\sigma_z)$ - количество режущих кромок на заданном уровне, приходящихся на единицу длины рабочей поверхности абразивного инструмента, которые принимают участие в резании металла, v_n - скорость шлифования.

Величина $N(\alpha z)$ есть функцией от отношения скоростей V_n/V_{n1} . Необходимо учитывать и то, что не все зерна участвуют в процессе резания металла, а лишь те для которых $\alpha z = (u, z) > (\alpha z)_{min}$.

Размер пятна контакта ограничен пространственными кривыми, которые описываются параметрами u_1, u_2 . Параметр u_1 определяется из уравнения

$$\vec{n} \cdot \vec{V} = 0. \quad (8)$$

Он определяет кривую, которая двигаясь в пространстве относительно поверхности детали со скоростью V производит ее поверхность.

Границы интегрирования по параметру (углу) u_2 определяются решением уравнения поверхности круга (2) совместно с уравнениями поверхности заготовки (1).

Предлагается выбор оптимального угла ориентации инструмента χ вокруг главной нормали из условия полного использования режущей способности на участке торца, срезающем черновой припуск

$$\chi = \frac{(\alpha z)_{max} \cdot \omega \cdot R(i) \cdot N(\alpha z_{max}) - S}{(X_0 - R(i)) \cdot \omega}. \quad (9)$$

Средняя производительность обработки за время T определяется мгновенной Q_m и вычисляется

$$Q_c = \frac{\int_T Q_m dt}{T}. \quad (10)$$

Составляющие силы резания являются функциями от площади контакта F , количества режущих кромок, приходящихся на mm^2 рабочей поверхности круга, и составляющих силы микрорезания $F_x'(\alpha z), F_y'(\alpha z)$, которые в свою очередь являются функциями от толщины срезаемого слоя одной режущей кромкой αz .

Выражения для определения составляющих силы резания для случая обработки ориентированным инструментом имеют вид (рис. 1):

$$F_x = \iint_F (-F_n(i, u) \cdot \cos \alpha \cdot \cos u + F_t(i, u) \cdot \sin u) \cdot N_z(i, u) dF : \quad (11)$$

$$F_y = \iint_F (F_n(i, u) \cdot \cos \alpha \cdot \sin u + F_t(i, u) \cdot \cos u) \cdot N_z(i, u) dF : \quad (12)$$

$$F_z = \iint_F -F_t(i, u) \cdot N_z(i, u) \cdot \sin \alpha dF : \quad (13)$$

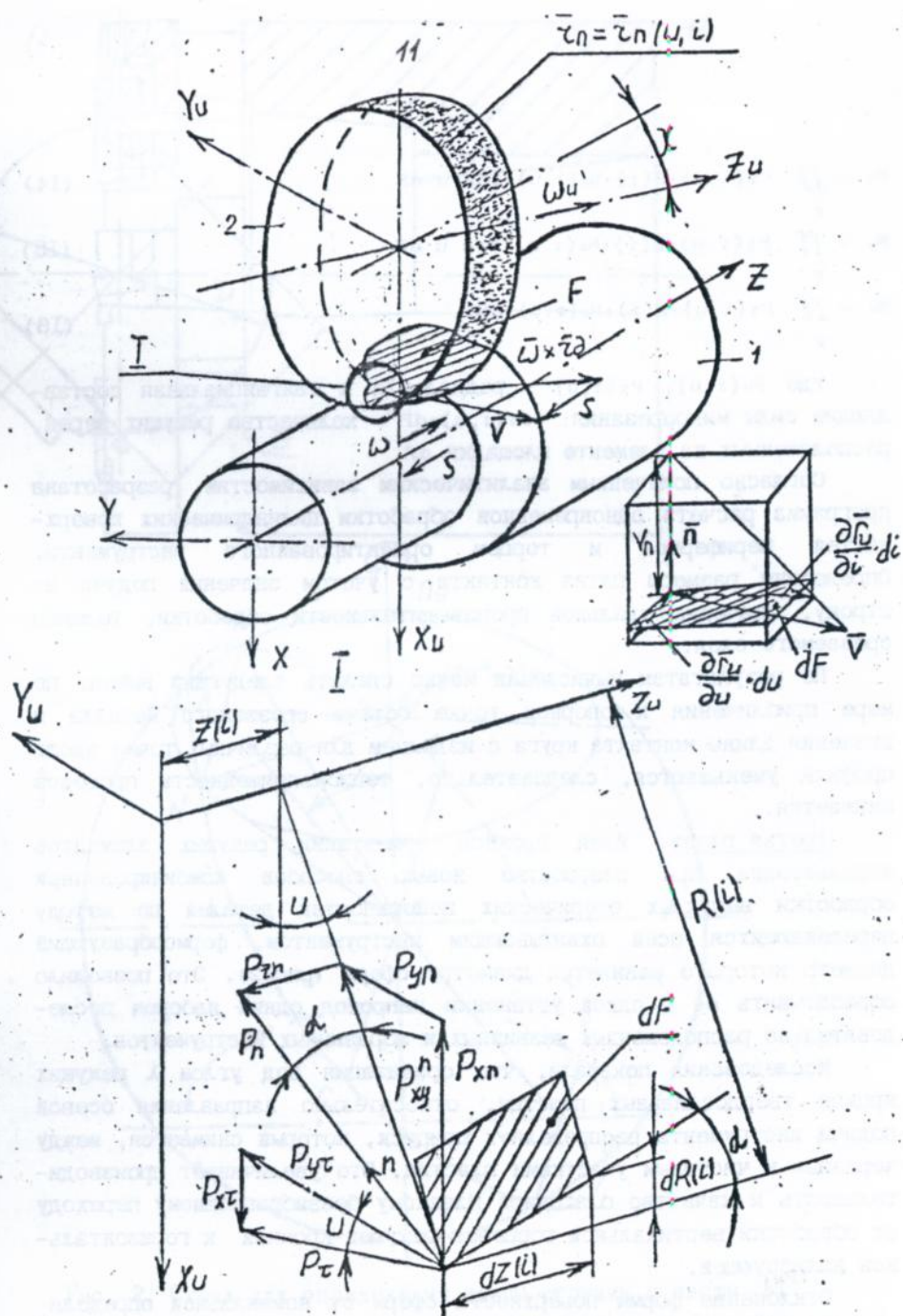


Рис. I. Обобщенная расчетно-кинематическая схема одновременного шлифования поверхностей постоянной кривизны периферией и торцем ориентированного инструмента

$$M_x = \iint_F P_r(i, u) \cdot Z(i) \cdot N_z(i, u) \cdot \cos u \, dF \quad (14)$$

$$M_y = \iint_F P_r(i, u) \cdot R(i) \cdot N_z(i, u) \cdot \sin u \, dF \quad (15)$$

$$M_z = \iint_F P_r(i, u) \cdot R(i) \cdot N_z(i, u) \, dF \quad (16)$$

Где $P_n(i, u)$, $P_r(i, u)$ - радиальная и тангенциальная составляющие силы микрорезания; $N_z(i, u) \cdot dF$ - количество режущих зерен, расположенных на элементе площадки dF .

Согласно полученным аналитическим зависимостям, разработана программа расчета одновременной обработки цилиндрических поверхностей периферией и торцом ориентированного инструмента. Определены размеры пятна контакта с учетом значений подачи на строку, значения удельной производительности обработки, толщины срезаемого слоя.

По результатам вычислений можно сделать следующий вывод: по мере приближения к опорной точке объемы срезаемого металла и значения длины контакта круга с изделием для различных точек вдоль профиля уменьшаются, следовательно, теплонапряженность процесса снижается.

Третья глава. Идея двойной ориентации режущих элементов использована при разработке новых способов комбинированной обработки выпуклых сферических поверхностей деталей по методу пересекающихся осей охватывающим инструментом, формообразующий диаметр которого равняется диаметру сферы (рис.2). Это позволило обрабатывать ее с одной установки напроход одним набором последовательно расположенных лезвийных и абразивных инструментов.

Исследования показали, что ориентация под углом λ режущих кромок твердосплавных пластин, относительно направления осевой подачи инструмента распределяет припуск, который снимается, между черновым и чистовым участками пластин. Это увеличивает производительность и качество благодаря плавному безвибрационному переходу от обработки вертикальной торцевой режущей кромкой к горизонтальной калибрующей.

Отклонение формы поверхности сферы от номинальной определяется из уравнения $R^2 + c^2 + \varepsilon^2 - 2 \cdot \varepsilon \cdot R \cdot \cos \theta = R^2$, где ε - ошибка

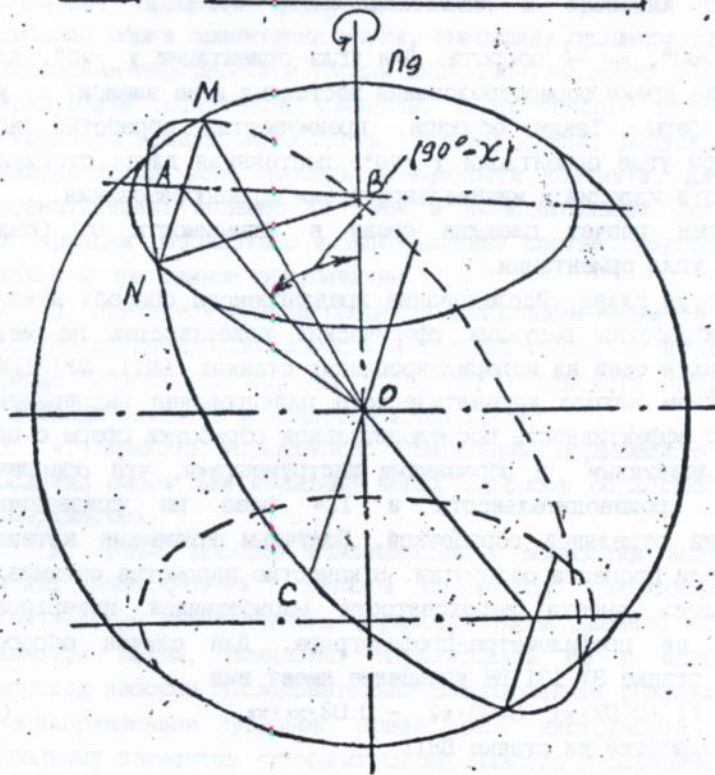
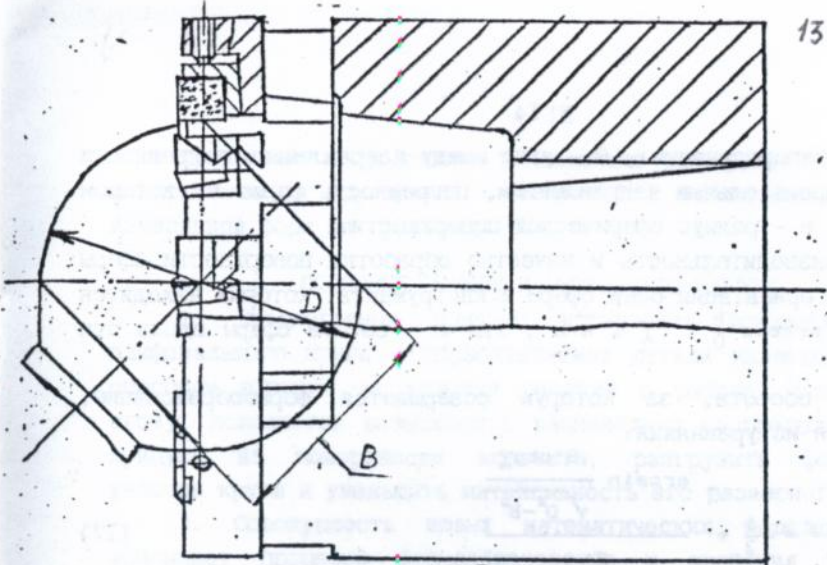


Рис. 2. Схема для определения длины стружки и части M оборота, необходимого для формирования сферической поверхности, при обработке ее способом пересекающихся осей.

настройки (непересечение), θ – угол между направлением погрешности наладки и произвольным направлением, погрешность формы в котором определяют, R – радиус сферической поверхности.

На производительность и качество обработки поверхности сферы влияет угол ориентации осей сферы и инструмента, который находится в пределах $\arccos \frac{B}{D} < \chi \leq \pi/2$, где B – высота сферы вдоль оси вращения.

Часть оборота, за которую совершается формообразование, определяется из уравнения:

$$m = \frac{\gamma}{2 \cdot \pi} = \frac{1}{2} + \frac{\arcsin \frac{B \cdot \operatorname{ctg} \chi}{\sqrt{D^2 - B^2}}}{\pi} \quad (17)$$

При $\chi = 90^\circ$, $m = \frac{1}{2}$ оборота. Для угла ориентации $\chi = 90^\circ$, длина стружки l за время формообразования постоянна и не зависит от угла поворота сферы. Таким образом, преимущества обработки новым способом при угле ориентации $\chi = 90^\circ$ – постоянная длина стружки по углу поворота изделия и минимальное время формообразования.

Приведен расчет площади среза в зависимости от режимов обработки, угла ориентации.

Четвертая глава. Исследования предлагаемого способа комбинированной обработки выпуклых сферических поверхностей по методу пересекающихся осей на модернизированных станках 6Н11, 3У131ВМ с использованием метода математического планирования эксперимента, подтвердило эффективность последовательной обработки сферы с одной установки лезвийным и абразивным инструментами, что обеспечило увеличение производительности в 1,4 раза по сравнению с существующей отдельной обработкой. Получены уравнения математической модели процесса обработки. В качестве параметра оптимизации y принималась высота шероховатости обработанной поверхности, измеряемая на профилометре-профилографе. Для случая обработки изделия на станке 3У 131 ВМ уравнение имеет вид

$$y = 0.11 + 0.07 \cdot x_1 - 0.03 \cdot x_2 - 0.02 \cdot x_1 \cdot x_2, \quad (18)$$

при обработке на станке 6Н11

$$y = 0.382 + 0.16 \cdot x_1 - 0.09 \cdot x_2 - 0.05 \cdot x_1 \cdot x_2, \quad (19)$$

где в качестве факторов выбраны число оборотов детали $n(x_1)$ и количество проходов $k(x_2)$ (см. рис.3).

Проведены исследования отклонения от круглости сферической поверхности на кругломере "GALYROND-2". Расхождения расчетной и измеряемой форм не превысили 15%.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ.

1. Предлагаемый принцип управления взаимным положением шлифовального круга и обрабатываемой детали является эффективным способом влияния на условия резания в рабочей зоне. Благодаря этому, появляется возможность рационально распределять срезаемый припуск на поверхности контакта, разгрузить формообразующий участок круга и уменьшить интенсивность его размерного износа.

2. Совокупность новых математических моделей шлифования описывает процессы формообразования и срезания припуска при наиболее общей ориентации круга, специфику процесса одновременного шлифования периферией и торцом инструмента поверхностей вращения с образующими постоянной кривизны. С их помощью можно рассчитать мгновенную производительность, толщину среза, допускаемую глубину резания вдоль всей площади поверхности контакта. Для реализации математических моделей на ЭВМ и вычислительных экспериментов в диссертации разработано и использовано соответствующее алгоритмическое и программное обеспечение.

3. Критерием оценки процесса шлифования является совокупность мгновенной производительности и толщины среза. Их исследования при помощи обобщенных моделей позволяют обосновать пути увеличения производительности и точности шлифования.

4. Принцип управляемой ориентации абразивного инструмента послужил базой для создания новых способов обработки сферических поверхностей.

5. Новые способы комбинированной обработки выпуклых сферических поверхностей деталей по методу пересекающихся осей охватывающим инструментом, формообразующий диаметр которого равен диаметру сферы, позволяют обрабатывать ее с одной установки напроход набором последовательно расположенных режущих элементов с целенаправленной угловой ориентацией инструмента в целом и отдельных элементов (твердосплавных пластин и абразивных брусков).

6. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено влияние угловой ориентации на геометрическую форму сферической поверхности. Отклонения находятся в пределах 15 %.

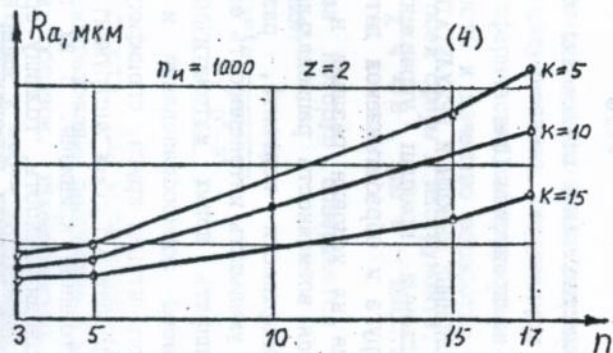
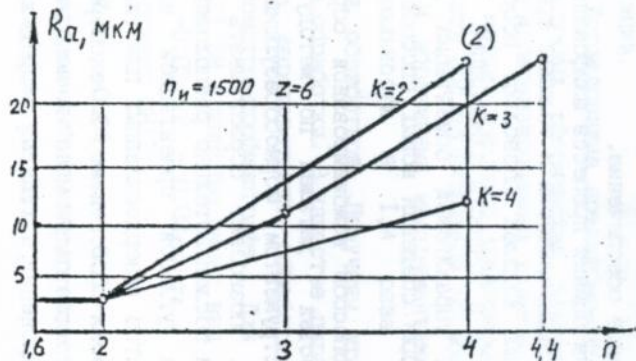
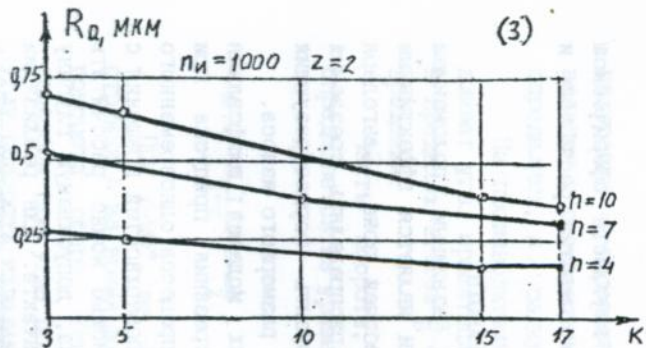
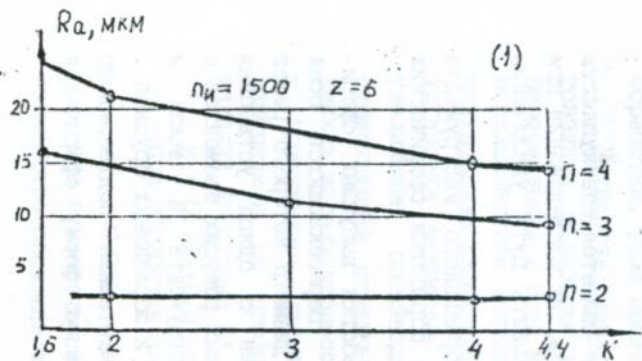


Рис.3. Графики зависимости шероховатости сферической поверхности, обработанной по способу пересекающихся осей на станках мод.ЗУ 131ВМ/1,2/ и мод.6Н 11/3,4/ от числа оборотов детали и числа совершенных проходов K .

7. Теоретические исследования и новые способы шлифования реализованы в конструкциях модернизированных и внедренных в производство станков. Объем экономического эффекта по выполненным результатам работы составил 84 млн 700 тыс.крб. в ценах 1995 года

Материалы диссертации используются в учебном процессе. Основные положения диссертации опубликованы в 9 работах, среди которых следующие :

1. Кальченко В.И., Полозок Н.Д., Рудик А.В. Обработка сферических поверхностей комбинированным инструментом - Типовые механизмы и технологическая оснастка станков-автоматов, станков с ЧПУ и ГПС ("Станки-91") / Респ. н.-техн. конф. тез.докл., Чернигов-Київ, 1991, с. 52 - 53.

2.Кальченко В.И., Рудик А.В. Кальченко В.В. Глубинное одновременное шлифование двух торцов пружин.- "Ресурсо- и энерго-сберегающие технологии", г.Одесса. 1995 г.

3. Определение производительности шлифования криволинейных поверхностей ориентированным кругом /Кальченко В.И., Рудик А.В.: Черниг. технол. ин-т., -Чернигов, 1994- 22 с.: - Библ. 10-назв. -Рус.-Депонировано в ГНТБ Украины 20.01.95 - 160- Ук. 95.

4.Расчет удельного износа инструмента ориентированного вокруг главной нормали при шлифовании криволинейных поверхностей /Кальченко В.И., Рудик А.В.: Черниг. технол. ин-т., -Чернигов, 1994-8 с.: - Библ. 3-назв.-Рус. -Депонировано в ГНТБ Украины 27.03.95 № 632 -Ук. 95.

5. Определение толщины срезаемого слоя при шлифовании криволинейных поверхностей / Кальченко В.И., Рудик А.В.: Черниг. технол. ин-т., -Чернигов, 1995-10 с.: -Библ. 3назв. -Рус. -Депонировано в ГНТБ Украины 05.04.95 № 723-Ук.95.

6. Расчет максимальных температур при шлифовании поверхностей постоянной кривизны ориентированным инструментом./ Рудик А.В.: Черниг. технол. ин-т., -Чернигов, 1995-8 с.: - Библ. 2-назв.-Рус. -Депонировано в ГНТБ Украины 28.03.95 № 1999 -Ук. 95.

7. Кальченко В.И., Рудик А.В., Кальченко В.В. Повышение качества прочеса стабилизацией формы игольчатой гарнитуры.- "Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафто-хімічних виробництв", / IX міжнародна конференція, м. Одеса, 10-13 вересня 1996 г.

8. Расчет производительности шлифования, толщины среза с учетом микрорельефа ориентированного инструментом /Кальченко В.И., Рудик А.В., Кальченко В.В.:Черниг. технол. ин-т., -Чернигов, 1996-9 с.: - Библ. 6-назв.-Рус. -Депонировано в ГНТБ Украины 29.05.96 № 1306 -Ук. 96.

9. Расчет сил микрорезания /Кальченко В.И., Рудик А.В., Кальченко В.В.:Черниг. технол. ин-т., -Чернигов, 1996 - 9 с.: - Библ. 7-назв.-Рус. -Депонировано в ГНТБ Украины 29.05.96 № 1307 -Ук. 96.

Личный вклад автора: В работе 1 приведены конструкции установок, в разработке рабочих чертежей которых участвовал автор. Предложена зависимость для определения части оборота, необходимого для совершения формообразования неполной сферической поверхности. Проведены исследования высоты микронеровностей.

В работе 2 разработана конструкция фланца для крепления абразивного инструмента на керамической связке и методика расчета износа круга. В работах 3,5,8 предложены зависимости для определения нормальной линейной скорости V_n и толщины срезаемого слоя α режущей кромкой, составлены рабочие программы расчета их на ЭВМ. В работе 9 предложены зависимости для определения составляющих силы резания.

Summary. Rudik A.V. Raising efficiency under the simultaneously grinding surfaces constant curvature with butt and outlinyng of orient tool. Thethis for degree of candidate of science (Engineering) speciality 05.03.01- processes of mechanical treatment, machines and tools. The Chernigov Technological inctitute, Chernigov.1996.

9 publishing articles which cover the results of theoretical and experimental work to raising efficiency under the simultunecusly grinding sufaces constant curvature with butt and outlinyng of orient tool are presented. As a result development theory it was obtained rational desing equipment for the treatment of sphere surfaces. They are permission to increase efficiency to 1.4-2 time.

Industrial aplycation are carred out: data of the efficiency are submitted.

АНОТАЦІЯ

Рудик А.В. Підвищення ефективності одночасного шліфування циліндричних та сферичних поверхонь периферією та торцем орієнтованого інструмента.

Дисертація до пошуку вченого степеня кандидата технічних наук за фхом 05.03.01 - процеси механічної обробки, верстати та інструмент. Чернігівський технологічний інститут, Чернігів, 1996.

Захищається 9 друкованих праць, що збирають результати теоретичних та експериментальних досліджень по підвищенню ефективності шліфування поверхонь обертання (циліндричних та сферичних) з твірними постійної кривизни периферією та торцем орієнтованого інструмента. В наслідок розвитку теорії формотворення сферичної поверхні, одержана раціональна конструкція установки. Зроблена промислова апробація, наводяться данні ефективності.

Ключеві слова: шліфування, поверхні обертання з твірними постійної кривизни, орієнтований інструмент.

Ключевые слова: шлифование, поверхности вращения с образующими постоянной кривизны, ориентированный инструмент.

Рудик
439202



Зам. № 1856

Тираж 80 пр.

Чернігівський технологічний інститут
250027, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95

Підп. до друку 02.12.96

Ум. др. арк. 1/1