

процессов в зоне обработки выглаживанием. Так как данные параметры в значительной степени определяются площадью и конфигурацией области контактного взаимодействия заготовки и МНП.

Определенные в результате данных теоретических исследований показатели величин площади и конфигурации контактной области хорошо соотносятся с показателями, полученными опытным путем в работах Э.И. Зубкова, а также с данными, полученными авторами данной публикации в результате пластического деформирования заготовки при непосредственном внедрении в нее МНП и последующего изучения получившейся контактной площади под микроскопом.

Литература

1. Кузнецов А.М., Перекатов Ю.А., Кузнецов В.А. Основы системного анализа и структурного синтеза методов изготовления деталей. // Комплект: инструмент, технология, оборудование. 2007, № 10. с. 78-84.
2. Кузнецов В.А., Шестакин П.В., Смирнов А.В., Сазонов Д.А. Выглаживание деталей многогранными неперетачиваемыми пластинами. / Автомобильная промышленность, 2010, № 10, с. 24-26.
3. Кузнецов В.А., Шестакин П.В. Повышение эффективности выглаживания и комбинированной обработки за счет изменения способа установки инструмента. // Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. 2007, № 2. с. 174-177.
4. Кузнецов В.А., Сазонов Д.А., Смирнов А.В. Моделирование контакта инструмента с деталью при обработке выглаживанием в программной среде Компас 3Д. // Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. 2011, № 2. с. 144-149.

Формообразование при обработке тел вращения наружными протяжками

д.т.н. проф. Кузнецов В.А., Юшин Д.И., Хомякова Н.В., Кривонос Р.А.
Университет машиностроения
+7 (495) 223-05-23 доб.1214,1387, vak@mami.ru

Аннотация. В статье рассмотрено формообразование при обработке тел вращения методом наружного протягивания.

Ключевые слова: обработка тел вращения, наружное протягивание, формообразование

В настоящее время ведущие отечественные и зарубежные станкоинструментальные фирмы активно разрабатывают технологическое оборудование и обрабатывающие инструменты для реализации технологии протягивания тел вращения. На данный момент одним из нерешённых и малоизученных вопросов является формообразование детали при протягивании тел вращения.

Общеизвестными являются несколько видов протягивания тел вращения. Один из способов – протягивание плоской протяжкой с подъемом на зуб – рассмотрен в работе [1]. В ней отведено несколько глав на исследование огранки обработанной детали и способы её уменьшения. Основной вывод, который сделан в данной работе, состоит в том, что при протягивании тел вращения получить теоретически правильную окружность в поперечном сечении обрабатываемой детали невозможно. Формообразование, как показано на рисунке 1, при таком способе протягивания происходит по спирали, и форма обработанной детали в поперечном сечении получается овальной с максимальным отклонением от теоретически правильной окружности на величину δ , характеризующей огранку поверхности.

Также в работе [1] приводятся графики зависимости величины огранки δ от радиуса r и подачи S_0 (рисунок 2).

Для уменьшения величины огранки предлагается вводить калибрующие зубья. Причём, так как режимы резания не меняются, траектория движения калибрующих зубьев совпадает с траекторией движения режущих зубьев, а значит, количество калибрующих зубьев зависит от

желаемой точности формы поперечного сечения обрабатываемой детали. Исходя из данных, полученных в результате исследований величины огранки, в работе [1] сделан следующий важный вывод: точка траектории резания калибрующего зуба, в которой определяется максимальная величина огранки, делит пополам дугу, соединяющую точку касания окружности конечного диаметра обработки и траектории резания предыдущего зуба с точкой, в которой на траектории резания предыдущего зуба имеется максимальная высота гребешка.

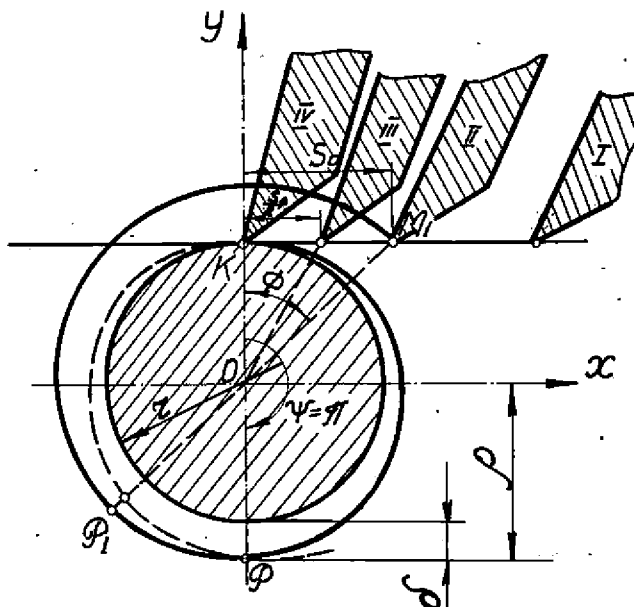


Рисунок 1 – Схема определения величины огранки

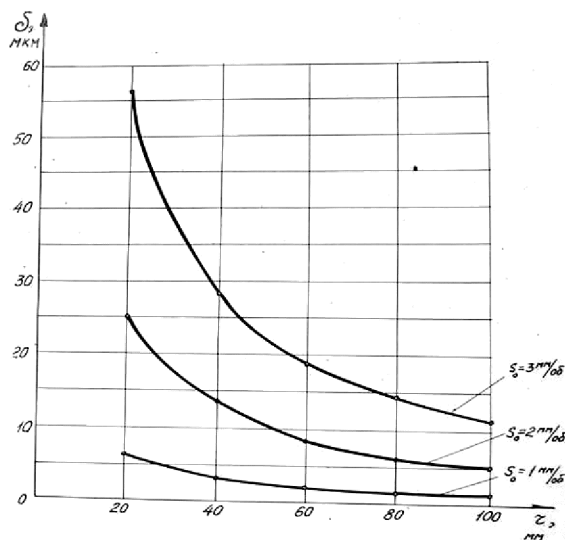


Рисунок 2 – Зависимости величины огранки δ_0 от радиуса r и подачи S_0

В работе [2] рассмотрена обработка тел вращения плоской протяжкой без подъема на зуб. Протяжка имеет ширину, равную длине L обрабатываемой поверхности, и движется со скоростью резания V по касательной к обрабатываемой поверхности радиуса $R - t$. Деталь будет иметь вращение с числом оборотов n_a в минуту, обуславливающее круговую подачу. Поскольку вращение детали непрерывно, траектория относительного перемещения каждого резца в детали будет криволинейной, как это показано на рисунке 3. Траектория может быть представлена как дуга, проведенная из центра O_1 (а для последующего резца O_2) радиусом кривизны ζ .

Математическое описание принципа минимизации площади, заключенной между номинальным профилем обрабатываемой детали и профилем, образуемым при обработке следами инструмента, рассмотрено в работе [3]. В данной работе сделано несколько очень важных выводов: форма, точность и качество рабочих поверхностей инструмента в значительной

степени влияет на точность и качество обработки поверхностей деталей. Это обусловлено тем, что макро- и микрогеометрия поверхности инструмента напрямую копируется на обрабатываемой поверхности и обуславливает достигаемый уровень параметров качества данной поверхности.

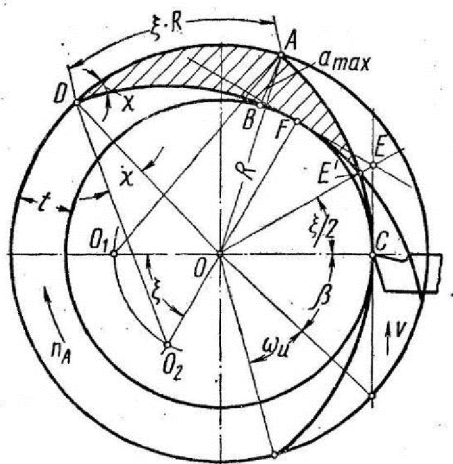


Рисунок 3 – Схема определения длины дуги контакта и толщины среза при поперечном строгании поверхности вращения плоской протяжкой

Особенно значительное влияние форма рабочих поверхностей инструмента оказывает на качество и технико-экономические показатели механообработки сложнофасонных поверхностей. Это обусловлено тем, что такие поверхности, например, с образующими в виде кривых второго порядка, обрабатываются методом построчечного огибания при точечном касании поверхности детали и инструмента. В таком случае от того, сколько дискретных положений касательно к обрабатываемой поверхности занимает инструмент в процессе обработки, а также от того, какую форму имеет формообразующая поверхность инструмента (прямая, окружность и т. д.), зависит величина и форма гребешка на обрабатываемой поверхности (рисунок 4). Это в свою очередь либо определяет параметры микрогеометрии поверхности обработанной детали, либо величину и форму припуска, который необходимо удалить последующей обработкой для получения заданных параметров качества.

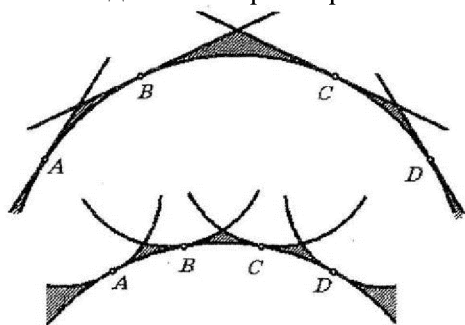


Рисунок 4 – Формообразование поверхности в виде семейства прямых или семейства окружностей

На сегодняшний день метод обработки тел вращения протягиванием изучен недостаточно. Помимо больших габаритных размеров инструмента и высокой стоимости его изготовления образование огранки на поверхности детали является одним из основных недостатков данного метода. Решение данной проблемы выведет метод обработки тел вращения протягиванием на совершенно новый уровень, так как уже сейчас обеспечивается достаточно высокая точность получаемых деталей.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы: метод протягивания тел вращения протяжками с подъемом на зуб подходит для использования в первую очередь при черновой обработке, при добавлении в устройство инструмента калибрующих зубьев – при полустачковой обработке. Для чистовых операций наиболее целе-

сообразно использованию наружной протяжки без подъёма на зуб с оптимизацией режимов резания для уменьшения величины образуемого гребешка.

После решения вопроса о формообразовании поверхности детали при протягивании тел вращения следующими этапами проектирования данного инструмента будут оптимизация режимов резания, геометрических параметров инструмента и гибкости системы:

- определение толщины срезаемого слоя;
- определение скоростей перемещения детали и инструмента;
- расчёт углов и усилий резания;
- определение величины огранки;
- выбор геометрических параметров зубьев;
- определение состава блоков и геометрических параметров инструмента.

Литература

1. Лейн А.М. Разработка и исследования протяжек для обработки наружных тел вращения» Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук, Москва, 1964.
2. Этин А.О. Кинематический анализ методов обработки металлов резанием. Под редакцией д.т.н., проф. А.П. Владзиевского. Издательство «Машиностроение», М., 1964.
3. Виноградов В.М., Черепяхин А.А., Кузнецов В.А., Клепиков В.В. Круговое протягивание зубчатых колёс автомобильных трансмиссий. Издательство «Форум», М., 2011.

Проектирование технологического процесса изготовления деталей на основе технико-экономического моделирования

д.т.н. проф. Кузнецов В.А., Владыка А.А., Цитриков А.В., Захарова О.О.
*Университет машиностроения
(495) 223-05-23, доб. 1219, 1387*

Аннотация. В статье рассмотрен способ выбора метода обработки деталей резанием как с точки зрения обеспечения оптимальных значений его технико-экономических показателей (основное (машинное) время, производительность, себестоимость, прибыль), так и в неразрывной связи с проектированием оптимального технологического процесса.

Ключевые слова: проектирование технологического процесса, технико-экономическая оценка, прибыль.

В результате проведения структурного и параметрического синтеза может быть создано несколько методов обработки (МО) поверхностей деталей машин, применение которых возможно в тех или иных конкретных условиях производства. Каждый из полученных МО способен обеспечить необходимые параметры качества обрабатываемой детали, однако достигаемые ими технико-экономические показатели будут различны. Возникает задача о нахождении оптимального по своим технико-экономическим показателям МО из конечного множества возможных методов, удовлетворяющих системе технологических ограничений по точности и качеству обработки. Решение данной задачи возможно только с привязкой данного метода к конкретным типам оборудования и в совокупности с другими МО, необходимыми для изготовления детали. При этом применение нового МО в различных по структуре технологических процессах будет давать различную эффективность. Это связано с возможностями на определенном оборудовании осуществить максимальную концентрацию операций и переходов, а также обеспечить благоприятную технологическую наследственность после применения нового МО. Вследствие этого технико-экономическая оценка создаваемых МО должна осуществляться в неразрывной связи с оптимальным проектированием технологического процесса изготовления той или иной детали. Для этого проф., д.т.н. Кузнецовым В.А. [1] разработаны основные положения технико-экономической оценки новых МО и синтеза технологических процессов (ТП) на основе их оптимальных сочетаний.

Проектирование ТП методом синтеза осуществляется на основе локальных типовых