

4.3 Процесс алмазного выглаживания

Алмазное выглаживание. Сущность, назначение процесса

Алмазное выглаживание – процесс обработки, суть которого заключается в том, что кристалл алмаза, рабочая часть которого выполнена в виде сферы или боковой поверхности цилиндра, прижатый с определенным усилием к детали, скользит по ней, в результате чего непосредственно перед инструментом, а также по бокам его и под ним происходит сжатие, т.е. упругопластическая деформация металла.

Алмазное выглаживание – процесс обработки, суть которого заключается в том, что кристалл алмаза, рабочая часть которого выполнена в виде сферы или боковой поверхности цилиндра, прижатый с определенным усилием к поверхности детали, скользит по ней, в результате чего непосредственно перед инструментом, а также под ним происходит сжатие, т.е. упругопластическая деформация металла. Обработка алмазным выглаживанием, как и обкатыванием, основана на свойстве металлов пластически деформироваться в холодном состоянии. В результате применения этого метода повышается износостойкость поверхности, формируется гладкий профиль микронеровностей, улучшаются контактные свойства поверхности, повышаются эксплуатационные характеристики за счет отсутствия растягивающих напряжений в поверхностном слое металла и его упрочнения, сохранения волокнистой текстуры металла и образования мелкозернистой структуры в поверхностном слое; так же отсутствует нагрев детали, приводящий к негативным структурно-фазовым изменениям.

Алмазное выглаживание. Классификация и разновидности



Алмазное выглаживание можно классифицировать:

- по виду крепления алмазного инструмента – жесткое и упругое, как и при обкатывании
- по энергетическому воздействию – или механическое воздействие или вибро- и ультразвуковое воздействие;
- по степени деформирования поверхности – сглаживающее, сглаживающе-упрочняющее и упрочняющее.

Алмазное выглаживание. Инструмент

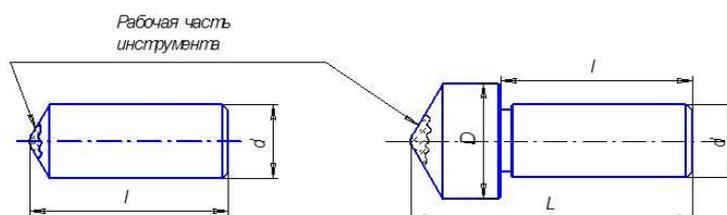
Форма рабочих поверхностей алмаза

сфера

цилиндр

конус

Типы наконечников



Форма рабочей поверхности алмаза может быть сферической, цилиндрической и конической. Инструмент со сферической формой алмаза позволяет обрабатывать наружные, внутренние и плоские поверхности, он наиболее распространен и прост в изготовлении. Но требует точной установки строго по оси вращения. Цилиндрическую форму удобно применять для обработки наружных поверхностей вращения, такой алмаз не требует точной установки над осью центров, но стоимость его значительно выше. Коническая и другие формы широкого применения не нашли из-за отсутствия природных и синтетических алмазов большого размера. Достоинства выглаживания во многом предопределены свойствами алмаза. Он отличается чрезвычайно высокой твердостью, малым коэффициентом трения, идеальной гладкостью, высокой теплопроводностью. Инструмент обладает необычайной стойкостью, издержки на его использование существенно малы по сравнению с абразивным инструментом. На износ алмазного инструмента в основном влияют следующие факторы: природа происхождения, форма алмаза и его кристаллографическая ориентация; режимы выглаживания; физико-механические свойства обрабатываемого материала; шероховатость поверхности заготовки, подвергающейся выглаживанию. Алмаз анизотропен по твердости, прочности и модулю упругости. Для обеспечения высокой износостойкости алмаз должен быть ориентирован таким образом, чтобы износ его происходил в «твёрдом» направлении. При правильной ориентации стойкость инструмента повышается до 6 раз. В промышленности используют два типа наконечников, Гильзу алмазных наконечников изготавливаются из сталей, а сам алмаз крепят в ней припоем. На цилиндрической части наносится риска, которая позволяет определить такое положение наконечника в работе, при котором износ алмаза будет происходить в «твёрдом» направлении. По сути вид контакта инструмента с поверхностью детали это трение скольжения, поэтому процесс протекает при обязательной подаче смазочно-охлаждающей технологической среды.

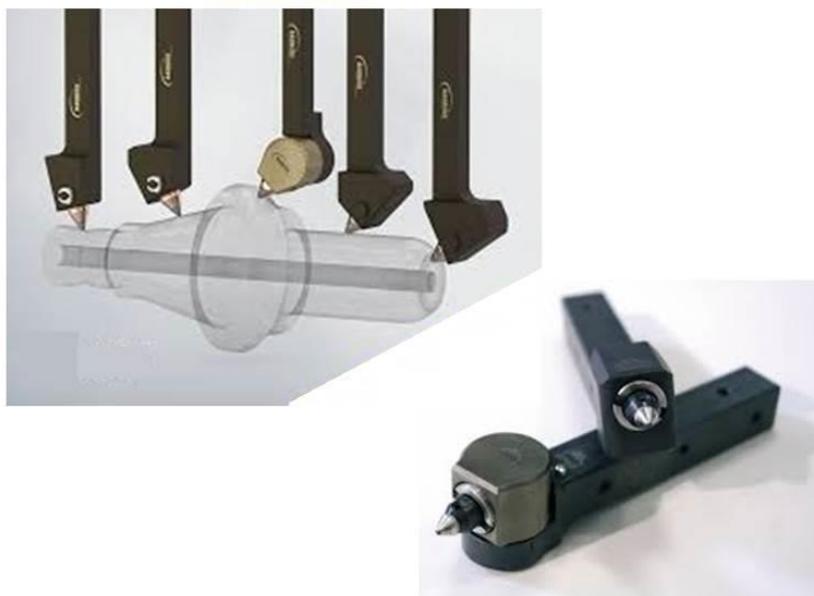
Конструкции державок



Конструкции державок для алмазного выглаживания различны. Наиболее просты конструкции для жесткого выглаживания и для упругого с тарированной пружиной. Такие державки не занимают много места в инструментальном магазине и легко настраиваются. Основной их недостаток – они не позволяют оценить величину изменения усилия или натяга в процессе обработки, а значит точно ее контролировать.

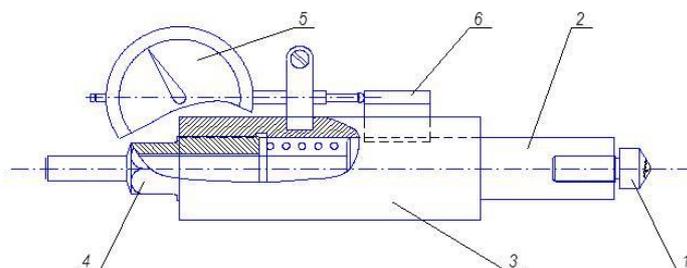
Алмазное выравнивание. Средства технологического оснащения процесса

Конструкции державок исполнения

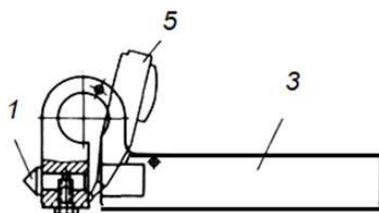


Однако именно они имеют наибольшее количество исполнений, что позволяет их подбирать под разнообразные технологические задачи. В многономенклатурном производстве подойдут державки с вращающейся на 180 градусов головкой. Она заменит варианты исполнения и для обработки наружной поверхности и для обработки галтели.

Конструкции державок

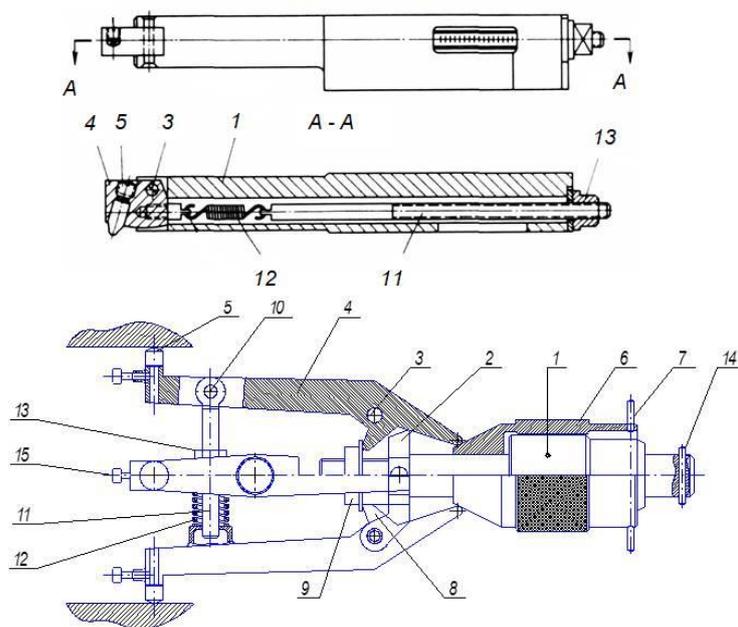


1 – алмазный наконечник; 2 - оправка; 3 – корпус; 4 – гайка натяжения; 5 – индикатор; 6 - упор



Другой вариант конструкции с тарировкой усилия по индикатору лишен указанного недостатка, но увеличивает габариты державки. Конструкции разнообразны, но главными деталями являются корпус, в котором закрепляют наконечник непосредственно или через оправку. Есть варианты державок для универсальных станков, которые называются «гусиная лапка» из-за характерного вида. Рабочая часть державки дугообразная и ослаблена до размера в несколько миллиметров. Индикатор может непосредственно касаться упругой части на нем или через шток, проходящий через весь корпус.

Конструкции державок



Конструкции державок для обработки отверстий могут быть как одноинструментальные, так и многоинструментальные. Первые отличаются простотой, позволяют обрабатывать большую номенклатуру коротких отверстий, но не могут передавать большие силы выглаживания и имеют низкую точность контроля над рабочим усилием. Вторые, отличаются сложностью, позволяют выглаживать отверстия в узком диапазоне больших диаметров, но имеют возможность повысить производительность процесса при выглаживании длинных крупных деталей, а так же осуществлять точную настройку на большие усилия. Общее в конструкции это то, что наконечник 5 закреплен на качающейся на оси 3 державки 4. Державки подвижны относительно оправки 1. Силовые элементы это шток 11 воздействующий на пружину 12 отрегулированной по жесткости гайкой 13.

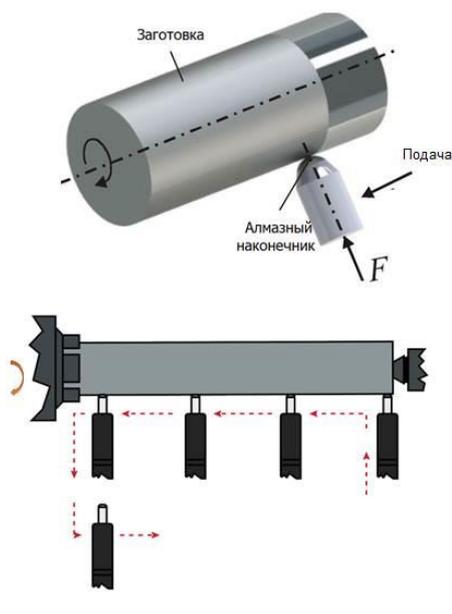
Алмазное выглаживание. Области рационального применения выглаживания

Обрабатываемые детали



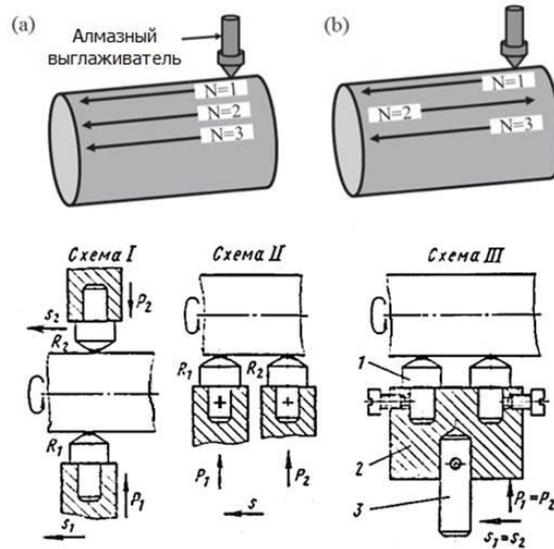
Детали, подвергаемые алмазному выглаживанию, в основном относятся к такой группе как валы и оси, но в отличие от обкатывания этот процесс незаменим именно при обработке нежестких деталей из-за малых усилий. Кроме того, алмазному выглаживанию в отличие от обкатывания легко подвергаются детали высокой твердости закалки до HRC 65 единиц. Обработке подвергаются и «сырые» детали из пластичного металла и даже металлические покрытия. В авиационном машиностроении алмазному выглаживанию подвергаются исполнительные поверхности гидроцилиндра, поршня или штока наиболее подверженные негативным воздействиям. Алмазное выглаживание обеспечивает повышение их износостойкости и исключает их схватывание по сравнению со шлифованием в 1,5-2,5 раза, а по сравнению с полированием – в 1,3-1,6 раза при одинаковой шероховатости поверхности. Тем самым достигаются оптимальные условия плавности хода поршня в гидроцилиндре, а так же снижается давление для его страгивания. При правильном ведении процесса алмазного выглаживания достигается высокая коррозионная стойкость по сравнению с поверхностями, обрабатываемых резанием. В процессе обработки происходит сглаживание неровностей исходной поверхности и образование микрорельефа с впадинами, радиус которых значительно больше, чем у обработанных любым способом резания, что определяет меньшую концентрацию в них продуктов, вызывающих коррозию; в результате коррозионная стойкость повышается.

Схема обработки вала



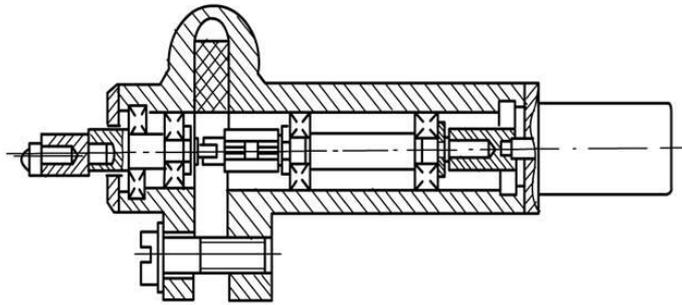
Алмазное выглаживание выполняют на токарных станках. Повышенная чувствительность алмазов к вибрациям требует применения жестких станков или соответствующей подготовки существующих на предприятии. Как правило, процесс алмазного выглаживания можно осуществлять и на универсальных станках и ЧПУ, работа может выполняться методом пробных проходов и по программе. Станки должны иметь вращение шпинделя с желательным бесступенчатым регулированием; плавную рабочую подачу от 0,01 мм/об с тонкой регулировкой; достаточную жёсткость и виброустойчивость, наличие виброопор; минимальное осевое и радиальное биение шпинделей. Кинематика процесса обработки наружных или внутренних цилиндрических и торцовых поверхностей схожа с точением или растачиванием, а так же обкатыванием шариком. Главное движение это вращение заготовки, а инструмент совершает движение подачи, при постоянном рабочем усилии. Для алмазного выглаживания характерен подвод инструмента до касания с вращающейся поверхностью и начало цикла обработки, без вывода инструмента за границу правого торца, откуда например, начинают точение. В этом случае остаются неупрочненные участки, допустимые размеры которых не должны превышать 1 мм.

Схемы многопроходной обработки

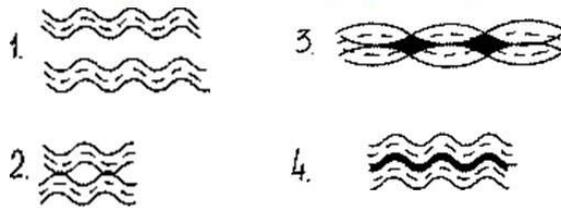


Алмазное выглаживание может выполняться за два или три хода. Для нейтрального исполнения державок многопроходная обработка может реализовываться и однонаправленно (рисунок а) и с обратным рабочим ходом (рисунок б), что уменьшает время холостых ходов. Алмазное выглаживание имеет недостаток - это низкая производительность. Для повышения производительности можно реализовать три основные схемы, показанные на примере выглаживания наружных цилиндрических поверхностей двумя наконечниками. Схема I предусматривает назначение для каждого из инструмента своего усилия и продольной подачи, например для сглаживающего и упрочняющего режимов. Схема может быть реализована на станках с несколькими суппортами, обеспечивающими возможность назначения различных подач каждому инструменту. В схеме II подача инструментов одинакова. Каждый из наконечников устанавливается в свою державку, обеспечивающую требуемое усилие выглаживания. Державки закрепляются в одном суппорте станка. Подходит для гладких наружных тел вращения. В схеме III, наиболее простом для реализации, наконечники 1 с различным радиусом алмаза закрепляются в оправке 2. Она крепится с помощью хвостовика 3 в упругую державку. Наконечники в инструменте располагаются либо вдоль оси вращения детали, что ограничивает его применение как в схеме II, либо в плоскости, перпендикулярной оси, но первый наконечник опережает второй в направлении продольной подачи на сотые доли миллиметра. Всё это повышает производительность процесса.

Вибровыглаживание

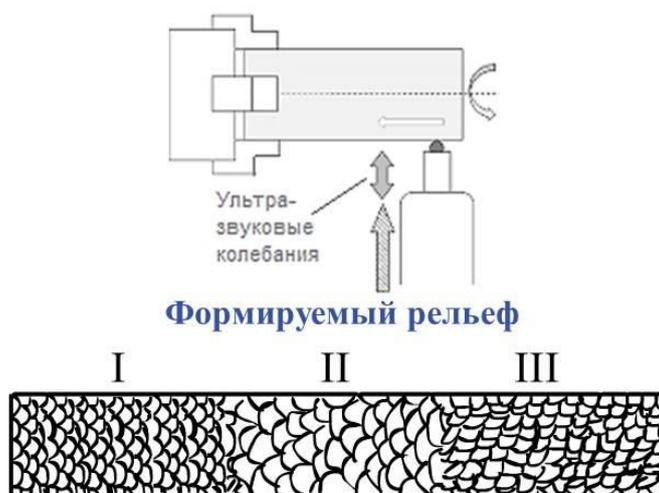


Регулярный микрорельеф



Для получения на поверхностях трущихся деталей регулярного рельефа, повышающего маслосъемность гладкого микрорельефа, применяют следующее. При вибровыглаживании инструменту в виде сферы дополнительно придается возвратно-поступательное перемещение по поверхности детали с заданной частотой и амплитудой. Это можно реализовать вращающимся наконечником, установленным с эксцентриситетом в специальной державке. В результате на поверхности вылавливается волнистая канавка незначительной глубины. Рельеф, получаемый при вибровыглаживании, по характеру и плотности канавок подразделяется на 4 вида: 1. каналы не касаются друг друга; 2. каналы касаются друг друга; 3. каналы пересекаются частично; или 4-ый вариант - полностью.

Ультразвуковое выравнивание



Другой вариант это ультразвуковое выравнивание. Инструмент для упрочнения представляет собой колебательную систему, состоящую из преобразователя и волновода-концентратора. Амплитуда колебаний направлена в плоскости, перпендикулярной обрабатываемой поверхности детали. Формируемый рельеф представляет собой лунки, примыкающие и частично перекрывающиеся друг друга. Глубина такого рельефа составляет сотые доли миллиметра, ширина десятые доли, но за счет них износостойкость поверхностей, работающих в условиях недостатка смазки, увеличивается в несколько раз.