

чного окна есть специальная крышка. Она придает кофемолке более цельный вид (рисунок 5).

После необходимо присоединить основной корпус кофемолки



Рисунок 5 – Полностью собранная кофемолка

Источник: разработка автора на основе [2]

**Заключение.** Область трехмерного моделирования активно развивается и совершенствуется, а возможности современных трехмерных компьютерных программ позволяют реализовать самые фантастические замыслы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лейбов, А.М., Применение технологий 3d-прототипирования в образовательном процессе / А.М. Лейбов, Р.В. Каменев, О.М. Осокина – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.science-education.ru / ru/ article/view?id=14933](https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14933). – Дата доступа: 07.06.2020

УДК62.119

### **МИКРОФИНИШИРОВАНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

*А.Р. Петрович, студентка гр.10506118 ФММП БНТУ,  
научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Н.М. Чигринова*

*Резюме – В статье изложены основные понятия о микрофинишировании. Отражены свойства и характеристики абразивов, примеры их применения в наши дни.*

*Summary* – The article describes the basic concepts of microfinishing. The properties and characteristics of abrasives, examples of their use in our days are reflected.

**Введение.** После механической обработки на поверхности изделий часто остаются следы воздействия режущих инструментов с образованием такого рельефа, который не позволяет успешно и надежно эксплуатировать такие изделия в прецизионных узлах и механизмах. Решение данной проблемы реализуется за счет применения специальных операций – доводки, притирки, супер- и микрофиниширования, приводящих к увеличению размерной точности и класса чистоты поверхности.

**Основная часть.** Доводка – это чистовая обработка деталей с целью достижения точных размеров и меньшей шероховатости поверхностей. Она реализуется с помощью специальных материалов – абразивов. Среди них основными являются пасты или порошки, которые наносятся на зоны изделия, подвергающиеся обработке. Доводка обеспечивает шероховатость поверхности до Ra 0,05 мкм, а также точность по 5-6-му квалитетам. Поверхности, прошедшие процедуру доводки, отлично могут сопротивляться коррозии и износу, а это является важнейшим фактором при эксплуатации изделий в условиях агрессивных и интенсивных механических воздействий.

Микрофиниширование – это одна из видов доводочных операций, которая обрела популярность в автомобильной промышленности при обработке поршневых пальцев, валов коробок передач, и прочих деталей автомобиля [1]. Эта процедура уменьшает погрешность формы, позволяет контролировать направление и форму микронеровностей до 0,3 мкм, а также обеспечивает благоприятный показатель шероховатости поверхности (Ra 0,05-0,60 мкм), что позволяет эксплуатировать такие изделия в прецизионных узлах и механизмах.

Микрофиниширование – это по сути развитие суперфиниширования, оно подразумевает собой жёсткую фиксацию брусков и значительное давление на брусок, что существенно влияет на повышение исправляющего эффекта процесса. Припуск снимают осциллирующими брусками по схеме, схожей с суперфинишированием. Инструмент используемый для проведения такой операции – специальная головка для микрофиниширования (рисунок 1). Головка обеспечивает силовое замыкание трех брусков 2, охватывающих заготовку, и доводит обрабатывает поверхность до микронной точности. Верхняя державка 1 с бруском 2 имеет принудительное радиальное перемещение от гидропривода, а две другие державки 3, 4 с брусками – одновременное перемещение с верхней державкой через шестеренно-реечный механизм 5, находящийся в корпусе 6 головки.

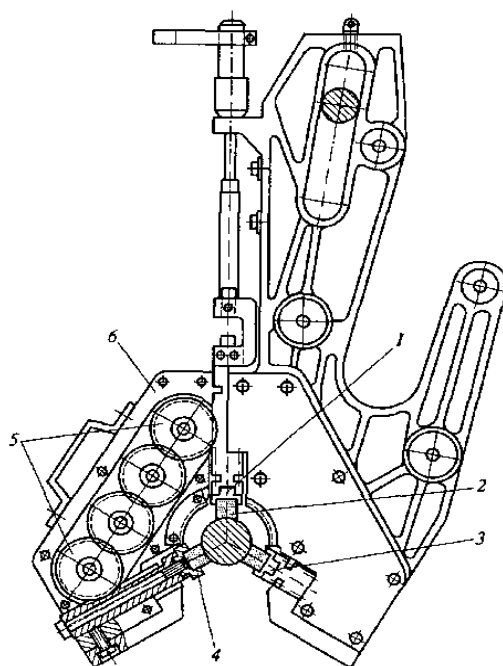


Рисунок 1 – Головка для микрофиниширования:

1 – державка; 2 – брусок; 3, 4 – нижние державки; 5 – шестеренно-реечный механизм; 6 – корпус головки

Источник: [1]

Ширина и количество брусков определяется исходя из диаметра детали, подвергнутой обработке. При малых значениях диаметра ширина бруска должна быть не больше 0,5 диаметра детали. При обработке деталей со шпоночной канавкой ширина бруска должна быть большей или равной 1,5 ширины шпоночной канавки. А при микрофинишировании поверхности шлицов ширина бруска должна охватывать не менее двух шлицов.

Процесс микрофиниширования имеет высокую исправляющую способность и может применяться непосредственно после чистового обтачивания поверхности [1, 2].

Какие же абразивы используются сегодня для процессов доводки, вообще, и для микрофиниширования, в частности?

Есть природные и искусственные абразивы. Важнейшие параметры абразивно-доводочных материалов – это строение, твердость, форма и размер зерна. Самая главная характеристика – твердость абразивных зерен, определяющая способность сопротивления зерна (минерала) к поверхностному дроблению под воздействием внешних сил. Исходя из шкалы Мооса, показатель твердости, например, алмаза равен 10 баллам, что является максимальным значением (шкала десятибалльная), талька – 1. Также достаточно важным является форма, вид поверхности, непосредственно размер, иными словами – зернистость.

Материалы твердого типа бывают: шлифпорошки и микропорошки.

Материалы мягкого типа для осуществления доводки – это абразивные пасты, наносимые на поверхность притиров-дисков или изделий.

Пасты разделяются на 2 группы: твердые и мягкие [1, 2].

Отличительная черта абразивных материалов из рода мягких (окиси хрома и окиси железа) – их способность воздействовать не только механически, но и химически на поверхность, подвергнутую обработке. Такие составляющие, как олеиновая и стеариновая кислоты, которые входят в состав довольно большого спектра паст, весьма активно разрушают пленки окислов, образованных на металлических поверхностях, тем самым делая притирку быстрее и, соответственно, лучше.

Выбор паст очень большой. Весьма эффективны при микрофинишировании пасты ГОИ, создаваемые из прокаленной окиси хрома. Пасты ГОИ бывают 3-х сортов: грубые, средние и тонкие.

Пасты грубого сорта применяют для снятия слоя металла толщиной до 0,1 мм, к примеру, чтобы удалить следы обработки от строгания, шлифования и т. д. Такая паста создает матовую поверхность. Средним сортом устраняют слой металла толщиной до 0,01 мм. Тонким сортом пользуются в основном для того, чтобы создать зеркальный блеск поверхности. Такая паста – оптимальный вариант для отделочных мероприятий при ручных притирках.

Самыми востребованными средствами доводки можно назвать алмазные пасты. Несмотря на высокую стоимость таких материалов, область их применения весьма широка. Алмазные пасты используют на последних стадиях доводочных процедур. Как правил, доводку подобными пастами осуществляют для деталей, которые требуется изготовить с точностью первого и второго классов, с чистотой поверхности 11–14-го классов (к примеру, доводка деталей топливной аппаратуры).

К инновациям в использовании доводочных технологий можно отнести разработку новых композиций доводочных паст и материалов, среди которых весьма эффективными являются следующие: электрокорунд ( $Al_2O_3$ ), нитрид кремния ( $Si_3N_4$ ), карбид бора ( $B_4C$ ), оксид циркония ( $ZrO_2$ ), карбид кремния ( $SiC$ ), и материал, состоящий из кремния, бора и углерода. Отлично обрабатывают металл и иные синтетические абразивы. В частности, карбид вольфрама помогает в изготовлении очень твердых монолитных заточных кругов [2, 3]. Для окончательной металлообработки поверхностей с получением требуемых характеристик точности и качества создают смеси абразивов с преобладающим содержанием какого-либо ингредиента. Выбор такого ингредиента обусловлен назначением инструмента для металлообработки.

**Заключение.** Микрофиниширование – это процесс, без которого невозможно получение высокоточных изделий для прецизионных узлов и механизмов. Поэтому оптимизация данной технологии, разработка и освоение новых специализированных материалов для ее осуществления представляют серьезную научную и практическую ценность. От правильного

выбора доводочных материалов зависит готовность изделия к успешной эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чигринова, Н.М. Конспект лекций по КТОП. / Н.М. Чигринова. – Минск, 2020.
2. Суперфиниширование и микрофиниширование, понятие и особенности процессов, основные движения и наиболее распространенные схемы суперфиниширования. – Режим доступа: <https://auto.kombat.com.ua / super-finis hirovanie- mikrofinishiro vanie-ponyatie-osobennosti-protssessov osnovnyie/>.
3. Какие материалы применяются сегодня для обработки металла. – Режим доступа: <https://www.cncpals.ru/promotions-and-articles/articles/kakie-materialy-i-primenyayutsya-segodnya-dlya-obrabotki-metalla/>
4. Абразивные и смазочные материалы для доводки и притирки». – Режим доступа: <http://pereosnastka.ru/articles/abrazivnye-i-smazochnye-materialy-dlya-dovodki-i-pritirki>.

УДК621.833

### ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

*М.А. Пинчук, студент группы 10506118 ФММП БНТУ,  
научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Н.М. Чигринова*

*Резюме – В статье описаны два новых метода обработки зубчатых колес (InvoMilling и пяти осевая обработка с использованием gear MILL), которые позволяют использовать стандартные многозадачные машины и стандартные инструменты для решения этих проблем.*

*Summery – This article describes two new methods of gear processing (Invo Milling and five-axis processing using gear MILL) that allow you to use standard multitasking machines and standard tools to solve these problems.*

**Введение.** Стратегии, исторически используемые для обработки зубьев зубчатых колес, основывались на специализированных станках и режущих инструментах. Уровни качества, сроки производства и связанные с этими решениями были в целом приемлемыми, но другие элементы коммерческой ситуации – нет. В частности, отсутствие гибкости для повторного развертывания машин для различных типов зубчатых колес. Длительное время, необходимое для приобретения инструментов и машин, и высокая стоимость оборудования не позволяли производителям зубчатых колес реализовывать бизнес-планы, основанные на гибкости. Недавно разработанные альтернативы используют стандартные станки и стандартные режущие инструменты для резки зубьев шестерни. Двумя решениями, ко-