

**Секция «Современные инструменты и
инструментальные системы»**

Д.А. Змеев, М.А. Головкин
Научный руководитель: канд. техн. наук С.А. Силантьев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23

Нанопокрытия как способ увеличения ресурса лезвийного режущего инструмента

Одними из наиболее важных показателей использования лезвийного металлорежущего инструмента является его способность сохранять свои функциональные параметры в течение максимально продолжительного времени (периода стойкости). Традиционные методы увеличения стойкости металлорежущего инструмента практически исчерпали себя. Однако большой потенциал заключает в себе метод нанесения многослойных нанопокрытий на рабочие поверхности инструмента. Каждый слой в многослойном «пироге» решает свою, узкую задачу, такую как повышение прочности режущей кромки, более эффективный теплоотвод, уменьшение адгезии с материалом обрабатываемой заготовки.

В настоящее время нанопокрытия разделяют на три группы:

- Наноструктурные покрытия с размером зерен менее 10 нм обладают уникальной комбинацией свойств, такими как высокая микротвердость и вместе с тем высокая вязкость. Размер зерна оказывает влияние на характер возникновения и продвижения дислокаций (в зернах дислокации отсутствуют, генерация дислокаций тормозиться) что препятствует возникновению и распространению микротрещин.

- Нанокompозитные покрытия представляют собой нанозерна, которые разделены наноморфной фазой. Такое покрытие обладает высокой термостойкостью и сверхвысокой твердостью.

- Нанослойные покрытия представляют собой чередующиеся слои металлов и соединений металлов (до 200 слоев). Малая толщина слоев препятствует возникновению внутрислойных дислокаций, что обеспечивает повышенную трещиностойкость. Нанесение слоев из титана значительно повышают твердость при рабочих температурах. Снижение трения делает обязательным применение смазывающее-охлаждающих технических средств и позволяет повысить скорость резания до 50%. Нанесение титановых покрытий рекомендуется для твердосплавных инструментов. Для титан-алюминиевых покрытий рабочая температура составляет 7500°С [1]. Покрытие карбонитридом титана успешно применяется для обработки чугуна, силуминов, абразивных материалов.

Таким образом, создание покрытий для лезвийного режущего многослойно-композиционных архитектуры с нанометрической структурой и чередующимися слоями наноразмерной толщины различного композиционного состава и функционального назначения позволяет многократно увеличить стойкость инструмента.

Литература

1. "Нанотехнология сегодня и завтра", Вохидов А. С., Добровольский Л. О. / Станочный парк №5(61), Санкт-Петербург, 2009 - с. 38-42.

А.Е. Кабанов, И.Н. Леонтьева
Научный руководитель: канд. техн. наук С.А. Силантьев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23

Методы нанесения нанопокровтий применительно к металлорежущему инструменту

Повышение производительности металлообработки - одна из базовых задач технологии машиностроения. Нанесение покрытий на рабочие поверхности – одно из недостаточно изученных направлений совершенствования процесса резания.

Известно, что нанесение однослойного покрытия карбида титана TiC толщиной 5-12 мкм позволило повысить производительность в 1,5 раза за счет возможности увеличения скорости резания (до 200 м/мин). Однако наибольшие проблемы вызывала недостаточная адгезия покрытия к материалу основы, а также негативное влияние покрытия на свойства основного инструментального материала. Недостаточная адгезия приводит к невозможности использования инструмента с покрытиями на чистовых операциях вследствие сравнимости толщины покрытия и толщины стружки, приводящей к откалыванию покрытия. Таким образом наращивание толщины покрытия не ведет к увеличению износостойкости.

В настоящее время разработка новых покрытий инструмента идет по пути увеличения адгезии, снижения влияния покрытия на механические свойства основы и наращивания количества слоев для увеличения защитных свойств покрытия. В качестве первого слоя выбирается покрытие из карбида титана TiC, поскольку он обладает хорошей адгезией к материалу основы. Для исключения явления диффузии компонентов основы в покрытие начало процесса ведется при пониженной температуре в 700°C, при этом полученная структура представляет собой совокупность узких вертикальных кристаллов, хорошо сопротивляющихся сдвигу. Вторым слоем наносится слой оксида алюминия Al₂O₃, затем слой нитрида титана TiN. Использование многослойных покрытий рекомендуется для многогранных неперетачиваемых пластин из твердого сплава.

Для мелкогазмерного концевга инструмента, таких как сверла, метчики, фрезы из быстрорежущей стали перспективно использование однослойных покрытий из карбида титана TiC наносимых методом конденсации с ионной бомбардировкой (КИБ). Особенностью метода КИБ является низкая температура процесса (500°C), и возможность нанесения покрытия на острую режущую кромку. Высокая равномерность пленки не вызывает затупления режущей кромки в процессе осаждения.

Литература

1. "Инновационные функциональные покрытия для режущего инструмента", Верещака А.А., Верещака А.С, Зинченко Г.В., Козлов А.А., Устинов А.А. ИКТИ РАН, МГТУ "СТАНКИН", МГТУ "МАМИ" 2009.

А.Э. Хордилов, О.А. Дошечкина
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент А.Л. Суменков
*Новомосковский институт Российского химико – технологического университета
им. Д.И.Менделеева*
301650, г. Новомосковск, Тульской обл., ул. Дружбы, д. 8
E-mail: sumenal@rambler.ru

Исследование механических характеристик нанопорошков в зависимости от параметров окружающей среды

В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция перехода от порошков с характерным размером частиц 1–10 мкм к порошкам с характерным размером частиц на 1–2 порядка меньше. К числу таких материалов относится оксид алюминия, который широко используется в синтезе высокопрочной конструкционной керамики, катализе, производстве теплозащитных покрытий и т.д. Уменьшение размеров частиц Al_2O_3 до нанометрового диапазона приводит к снижению температуры и повышению скорости спекания и плавления, увеличению однородности и плотности покрытий и конструкционной керамики. Значительное количество новых материалов в последнее время получено в форме ультрадисперсных порошков (УДП). Однако информации об исследовании транспортирования, уплотнения, дозирования, прессования таких порошков, а также об их механических характеристиках в научно-технической литературе не обнаружено.

Важнейшими механическими характеристиками нанопорошков являются коэффициенты внутреннего и внешнего трения, а также аутогезия. Известно, что гранулометрический и фазовый состав порошков, морфологические особенности частиц, параметры окружающей среды (температура, влажность, давление) существенно влияют на механические характеристики, а, следовательно, на качественное проведение процессов получения и дальнейшей переработки порошков. Благодаря этому появляется возможность получать УДП с заранее заданными механическими характеристиками, что, в свою очередь, позволит оптимизировать процессы получения и дальнейшего использования нанопорошков.

В работе исследовали влияние параметров окружающей среды (прежде всего, температуры и влажности) на механические характеристики нанопорошков.

Объектами исследования служили ультрадисперсные порошки оксида алюминия, имевшие сферическую форму частиц и средний размер от 0,10 до 2,0 мкм. Порошки были получены плазмохимическим способом. Влияние температуры и влажности на механические характеристики определяли на специальных установках, в которые помещали сдвиговый и разрывной приборы. Усилие фиксировалось чувствительным тензометрическим элементом.

Было выяснено, что прочность ультрадисперсных порошков со сферическими частицами при разрыве (аутогезия) растет с увеличением их температуры, причем зависимости $\sigma_{omp} = f(T)$ имеют выраженный минимум при $T \approx 410K$, наличие которого, видимо, можно объяснить испарением капиллярной влаги из порошка.

По результатам сдвиговых испытаний каждого порошка были построены линии предела текучести при разных температурах. Предельное сопротивление сдвигу нанопорошков, как и аутогезия, растет с увеличением температуры, причем зависимость носит экстремальный характер с минимумом при $T \approx 410K$, наличие которого также можно объяснить испарением капиллярной влаги. Коэффициент внутреннего трения порошков при нагревании меняется незначительно, характер зависимости $\tau = f(T)$ для разных материалов определяется их природой.

Проведенные эксперименты показали, что коэффициенты внутреннего и внешнего трения нанопорошков увеличиваются с ростом их влагосодержания монотонно, и тем значительнее, чем меньше размер частиц порошков.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что механические характеристики нанопорошков (аутогезию, коэффициенты трения) возможно изменять в требуемых пределах для эффективного проведения механических процессов с участием наносистем.