

Заключение. Количество теплоты зависит от скорости резания, размеров детали, характеризующихся отношением K , площади контакта с планшайбой, свойств смазочно-охлаждающей жидкости и способа ее подвода. Основополагающим фактором является количество зубьев протяжки z (количество теплоты возрастает с увеличением z). Меняя перечисленные факторы, можно регулировать количество теплоты в детали и, в конечном счете, регулировать размер обработки.

Список цитируемых источников

1. Режущий инструмент : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. — М. : Машиностроение, 2004. — 512 с.
2. Демидов, В. В. Расчет и проектирование протяжек : учеб. пособие : в 2 ч. / В. В. Демидов, Г. И. Киреев, М. Ю. Смирнов. — Ульяновск : УлГТУ, 2005. — Ч. 1. Внутренние круглые протяжки. — 52 с.
3. Апин, Л. Р. Экспериментальное исследование точности при протягивании цилиндрических отверстий в стальных деталях / Л. Р. Апин. // Тр. ЛПИ им. М. И. Калинина. — 1957. — № 101.
4. Зарс, В. В. Вопросы механики и машиностроения / В. В. Зарс. — М. : Машиностроение, 1965. — Т. 17.

УДК 67.017

П. П. Дегтеров, кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

АНАЛИЗ НОВЫХ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Введение. В условиях постоянно развивающегося общества одним из значимых факторов технического прогресса в машиностроении является совершенствование технологии производства материалов.

Основная часть. Применимость того или иного материала в конструкции определяется комплексом свойств, включающим соотношение между прочностью (предел текучести и предел прочности) и пластичностью (относительная равномерная деформация, полное относительное удлинение до разрушения), а также вязкость разрушения и др.

Металлические, керамические, полимерные и композиционные материалы составляют основную часть конструкционных материалов. Металлические материалы обладают наилучшим соотношением между прочностью и пластичностью по сравнению с другими конструкционными материалами. Недостатком конструкционных полимерных и особенно керамических материалов является низкая пластичность по сравнению с металлическими материалами. Удельные характеристики прочности и пластичности композиционных материалов занимают промежуточное положение между керамическими и полимерными материалами. Указанные преимущества металлических конструкционных материалов определили то, что доля стали в общем объеме конструкционных материалов превышает 90%.

В основном природопрочностных свойств конструкционных материалов за последние десятилетия был обусловлен разработкой сплавов с новым химическим и фазовым составом. Однако в последние годы наметились новые направления повышения свойств конструкционных материалов за счет формирования микро- и нанокристаллической структуры.

Значительный интерес к объемным наноматериалам обусловлен тем, что их конструкционные и функциональные свойства значительно отличаются от свойств крупнозернистых аналогов. Для получения наноматериалов конструкционного назначения используют различные методы, которые можно разделить на четыре группы: порошковая металлургия (компактирование нанопорошков), кристаллизация из аморфного состояния, интенсивная пластическая деформация, различные методы нанесения нанокристаллических покрытий [1].

Методы порошковой металлургии широко используются для получения нанопорошков и объемных наноматериалов. Для этого используют нанопорошки с размером частиц менее 100 нм, крупнозернистые порошки с нанокристаллической структурой, полученные методом механического легирования, или аморфные порошки, которые подвергают контролируемой кристаллизации в процессе консолидации.

Для получения объемных наноматериалов из порошков в основном используют методы прессования при комнатной температуре с возможным последующим спеканием и спекание под давлением. Однако следует отметить, что многообразие методов консолидации, используемых в порошковой металлургии, обеспечивает достаточно широкие технологические возможности для получения высокоплотных и пористых материалов.

На уплотнение дисперсных порошков значительное влияние оказывают такие параметры, как средний размер частиц, содержание примесей, состояние поверхности, форма частиц и способ прессования. Для прессования нанопорошков наиболее широко распространено одноосное прессование: статическое (в пресс-формах, штамповка), динамическое (магнитно-импульсное, взрывное) и вибрационное (ультразвуковое). Для получения

высокоплотных однородных материалов используется всестороннее (изостатическое) прессование: гидростатическое, газостатическое, квазигидростатическое (в специальных пресс-формах под высоким давлением) [2].

С уменьшением размера частиц давление прессования, необходимое для достижения заданной плотности компактов, увеличивается. При размере зерна меньше некоторого критического частицы становятся бездислокационными, соответственно, значительно возрастает давление, необходимое для их деформирования.

Наиболее перспективным способом получения объемных наноматериалов является спекание нанопорошков под давлением. Для получения металлических наноматериалов предварительно прессуют заготовку с низкой плотностью (30...10%), а затем ее нагревают до температуры восстановления оксидов с выдержкой до полного их восстановления и прикладывают давление прессования, необходимое для достижения плотности, близкой к теоретической.

Для получения массивных равноплотных компактов с гомогенной зеренной структурой хорошо проявляют себя методы горячего изостатического прессования (ГИП) и газовой экструзии. При использовании метода ГИП следует учитывать, что высокая удельная поверхность нанопорошков приводит к их высокой газовой насыщенности. Поэтому перед компактированием порошки необходимо дегазировать.

Другим способом получения объемных нанокристаллических материалов является *кристаллизация объемных аморфных сплавов* (ОАС). Здесь задача подразделяется на две: получение собственно ОАС и их кристаллизация. Первая задача может быть решена при использовании закалки из расплава, обработки в шаровых мельницах с последующим компактированием и интенсивной пластической деформации. Важное значение для аморфизации имеет химический состав сплава.

Традиционным способом получения аморфных сплавов является легирование элементами-аморфизаторами, такими как С, Р, В и Zr.

Наиболее распространенным и изученным способом получения ОАС является закалка из расплава. Толщина обычно получаемой аморфной ленты в этом случае составляет 30 мкм.

К настоящему времени разработаны различные методы воздействия на материалы, позволяющие измельчить структуру. Однако традиционные методы термомеханической обработки металлов придают им крупнозернистое строение, поскольку используется высокая температура обработки, приводящая к росту зерен.

Необходимо также наличие высокого гидростатического давления, необходимого для предотвращения образования трещин и пор.

Метод интенсивной пластической деформации, заключающийся в деформировании с большими степенями деформации без изменения внешних размеров заготовки, позволяет получать объемные беспористые нанокристаллические металлы и сплавы. Такие методы, как кручение под гидростатическим давлением, равноканальное угловое прессование, мультиосевая деформация, знакопеременный изгиб, аккумулируемая прокатка, винтовое прессование позволяют деформировать заготовку без изменения размеров и формы, достигая необходимых высоких степеней деформации, создавать высокие плотности дефектов, необходимые для измельчения зерен.

Интенсивная пластическая деформация металлов (Cu, Co, Fe, Ni, Pd) до истинных логарифмических степеней деформации $e = 4...7$ позволяет получать в них однородную зеренную структуру со средним размером зерен 100...200 нм.

Механические свойства нанокристаллических материалов существенно зависят от размера зерен. При больших размерах зерен рост прочности и твердости с уменьшением размера зерен обусловлен введением дополнительных границ зерен, которые являются препятствиями для движения дислокаций, а при наноразмерных зернах рост прочности обусловлен низкой плотностью существующих дислокаций и трудностью образования новых дислокаций. Микротвердость нанокристаллических материалов в 2...7 раз выше, чем твердость крупнозернистых аналогов, причем это не зависит от метода получения материала.

Прочность нанокристаллических металлических материалов при растяжении существенно превышает прочность крупнозернистых аналогов как для чистых металлов, так и для сплавов, при этом значение пластичности достаточно высоко, что является следствием значительной зернограницной деформации. Механические свойства нанокристаллических материалов значительно превышают механические свойства крупнозернистых аналогов.

Износостойкость наноструктурных металлических материалов значительно выше износостойкости крупнозернистых сплавов. При уменьшении размера зерна в никеле от 10 мкм до 10 нм скорость износа уменьшается от 1 330 до 7,9 мкм³ / мкм.

Технология получения наноструктурных твердых сплавов включает синтез нанопорошков заданного фракционного и фазового состава, прессование и спекание. К настоящему времени разработаны различные способы получения нанопорошков тугоплавких металлов, карбидов и нитридов вольфрама, титана, ванадия, тантала и др. Порошки карбида вольфрама получают карбидизацией порошков металлического вольфрама или оксида вольфрама. Консолидация порошка осуществляется различными методами спекания под давлением [3].

Интерметаллиды по своим характеристикам занимают среднее положение между металлом и керамикой. Они имеют более высокую пластичность и вязкость разрушения, чем керамика. Такие свойства интерметаллидов, как температура плавления, модуль Юнга и отношение модуля Юнга к плотности, выше, чем для соответствующих металлов. Относительное удлинение интерметаллидов значительно увеличивается с уменьшением размера зерна.

Например, интерметаллиды на основе алюминидов титана являются перспективными материалами для применения в авиакосмической промышленности благодаря их высокой жаропрочности, жаростойкости, высо-

кой удельной прочности и модулю упругости, однако недостатком алюминидов титана является низкая пластичность (1...3%).

Методом всесторонней изотермическойковки получены интерметаллиды с размером зерен 100...500 нм, обладающие высокой пластичностью при комнатной температуре (1...20%) и сверхпластичностью при температурах на 200...400°C ниже, чем для аналогов с микронным размером зерен. Рост пластичности таких алюминидов титана при комнатной и повышенных температурах обусловлен повышенной релаксационной способностью границ зерен, которые благодаря этому способны обеспечить релаксацию напряжений в вершине дислокационных скоплений. Это значительно облегчает прокатку сплавов при комнатной температуре для изготовления листовых и фольговых заготовок.

Для получения наноструктурных покрытий используют различные методы: плазменное нанесение покрытий, физическое осаждение из газовой фазы, магнетронное напыление, химическое осаждение из газовой фазы, электролитическое осаждение и др.

Исследования трибологических характеристик детонационных покрытий из наноструктурированных (с размером зерна карбида вольфрама 17 нм) и крупнозернистых порошков твердых сплавов на основе карбида вольфрама с кобальтом показали, что наноструктурированное покрытие имеет предельную нагрузку, при которой наблюдается катастрофическое разрушение поверхности (на 20% выше, чем крупнозернистое покрытие). Коэффициент трения наноструктурированного покрытия на 40...50% меньше, чем для крупнозернистого покрытия.

Методом плазменного нанесения и лазерного оплавления получены износостойкие металлокерамические покрытия с ультрадисперсной упрочняющей фазой оксида алюминия для тяжело нагруженных узлов трибосопряжений. По критериям износостойкости, задиростойкости и антифрикционности разработанные покрытия значительно эффективнее твердого электролитического хромирования, а по экономическим показателям в условиях серийного производства и по экологии процесса существенно лучше. Например, нанесение таких покрытий на внутреннюю цилиндрическую поверхность корпуса роторно-пластинчатого насоса для перекачки травящего раствора в производстве печатных плат позволило в условиях серийного производства повысить ресурс работы насосов более чем в 20 раз.

Заключение. В машиностроении создание новых нанокристаллических материалов, покрытий и упрочняющих слоев приводит к оптимизации конструкций, повышению их надежности, энерго- и ресурсосбережению, улучшению трибологических, противоизносных и прочностных свойств изделий. Создание наноматериалов с повышенными физико-механическими свойствами имеет существенное значение при создании ряда новых изделий космической, электротехнической и медицинской техники.

Список цитируемых источников

1. *Материаловедение и технология металлов : учеб. для ВУЗов по машиностр. специальностям / Г. П. Фетисов [и др.]*. — М. : Высш. шк., 2000. — 537 с.
2. *Технология конструкционных материалов : учеб. для студентов машиностр. ВУЗов / А. М. Дальский [и др.] ; под общ. ред. А. М. Дальского*. — 5-е изд., испр. — М. : Машиностроение, 2003. — 511 с.
3. *Гуткин, М. Ю. Физическая механика деформируемых наноструктур / М. Ю. Гуткин, И. А. Овидько ; Ин-т проблем машиноведения РАН*. — СПб. : Янус, 2003. — Т. 1. Нанокристаллические материалы. — 192 с.

УДК 621.784.4

А. С. Демянчик

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ НОЖЕЙ ИЗ СТАЛИ 65Г КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ НАНЕСЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ПОКРЫТИЯ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Введение. Проблема повышения стойкости и долговечности деревообрабатывающего инструмента особенно сильно проявилась в последние годы в связи с резким их удорожанием. В настоящее время до 20% себестоимости продукции машиностроительных и деревообрабатывающих предприятий приходится на приобретение режущего инструмента, его повторные заточки и, соответственно, на трудовые и энергетические затраты.

В последнее время для модификации инструмента применяются методы конденсации с ионной бомбардировкой для получения высокопрочных покрытий на основе нитридов тугоплавких металлов (Ti, Mo, Cr, Zr), которые позволяют существенно увеличить физико-механические свойства различных материалов и, соответственно, улучшить эксплуатационные свойства изделий, применяемых в различных отраслях промышленности, в том числе при деревообработке [1; 2].