

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ИЗ ОБЪЕМНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

А. С. Сивушкин

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва,
г. Кемерово, Россия

В настоящее время большой интерес вызывает изучение наноматериалов. Можно выделить следующие приоритетные направления: углеродные наноматериалы, нанокерамика, наноструктурированные покрытия, нанокомпозиты и объемные наноматериалы [1]. Последние являются одним из наиболее востребованных, имеющих реальное практическое применение и наиболее финансируемых направлений нанотехнологий. Область их применения достаточно широка: машино- и авиастроение, медицинские протезы и имплантаты, изделия для высокопрочного и надежного крепежа и др. Перспективность изучения объемных наноматериалов связана с их существенно более высокими характеристиками механических свойств по сравнению с традиционными [2, 3].

На данный момент существует множество методов получения объемных наноматериалов, среди которых хотелось бы выделить способы интенсивной пластической деформации (ИПД), в связи с их технологическими и экономическими преимуществами при обработке заготовок относительно большой формы. Данные способы обеспечивают измельчение микроструктуры в металлах и сплавах до наноразмеров за счет больших деформаций сдвига. Наиболее изученными способами ИПД являются: равноканальное угловое прессование (РКУП), всесторонняя изотермическая ковка (ВИК) и кручение под высоким давлением (КВД) [1, 4]. Заготовки, получаемые данными способами, имеют высокие эксплуатационные характеристики. Предел прочности обработанных металлов повышается в 1,5–3 раза, твердость также заметно возрастает, примерно в 1,5 раза, пластичность падает до приемлемых показателей [2].

Основными недостатками данных способов являются относительно малый размер и простая форма получаемых заготовок, тогда

как изделия машиностроения, как правило, имеют сложную форму. Вследствие этого, простая форма получаемых заготовок затрудняет промышленное внедрение способов ИПД и вызывает необходимость дальнейшей механической обработки полученных образцов. Вместе с тем, существенным препятствием для широкого применения наноматериалов является их структурная нестабильность. Температура рекристаллизации в наноструктурированных металлах на 20 – 30% ниже, чем в обычных [5]. Таким образом, механическая обработка наноматериалов, в частности резанием, приводит к росту зерен и частичной потере полученных при наноструктурировании свойств. Это вызвано влиянием температурного и силового факторов, действующих при механической обработке.

Как показывают исследования [3, 6, 7], механическая обработка точением и фрезерованием НК и СМК металлов, в частности титана ВТ1-0 и меди технической чистоты (Cu: 99,98%), полученных с помощью ВИК, приводит к снижению микротвердости обработанных образцов. При увеличении подачи и скорости резания эксплуатационные характеристики падают до уровня крупнокристаллических металлов. Это может быть объяснено частичной релаксацией напряженного состояния в поверхностном слое наноструктурированного образца, подвергнутого ИПД, что связано с повышением температуры в зоне резания вследствие повышения скорости резания и, как следствие увеличением среднего размера зерна [6]. В работах [4, 6] по методике, разработанной в [7], были установлены рациональные режимы механической обработки для титана и меди, при которых материал сохраняет свои высокие эксплуатационные характеристики.

В наших исследованиях планируется изучение влияния режимов механической обработки на наноструктурированную сталь 45,

полученную способом РКУП. Выбор материала обоснован его широким применением в машиностроении. За основу будет взята методика из работы [7], но с учетом влияния силового фактора при обработке. Вместе с тем, необходимо учитывать, что поведение различных металлов отличается при нагреве, а также, что способ получения наноструктурированных материалов может влиять на эволюцию структуры при обработке [2].

Целью работы является: повышение эффективности изготовления изделий сложной формы из объемных наноматериалов. Для достижения данной цели сформулированы следующие задачи:

1. Разработать аналитическую модель расчета параметров структурного состояния в зависимости от режимов механической обработки.

2. Исследовать влияние режимов механической обработки на структурное состояние и свойства наноматериалов.

3. Разработать методику проектирования технологических процессов механической обработки наноструктурированных материалов.

Также планируется промышленное внедрение полученных результатов.

Список литературы:

1. Лякишев Н.П. Наноматериалы конструкционного назначения // Российские нанотехнологии. Т. 1. № 1–2. 2006. С. 71-81.

2. Валиев Р. З. Наноструктурные материалы, полученные методом интенсивной пластической деформацией / Р. З. Валиев, И. В. Александров. - М.: Логос, 2000. - 272 с.

3. Везуб Н.В. Влияние механической обработки на микротвердость заготовок из титана с субмикроструктурной структурой, полученных интенсивной пластической деформацией / Н.В. Везуб, Л.И. Пупань, А.А. Симонова // Високі технології в машинобудуванні: зб. наук. прац. – Харьков, 2011. – С. 214-221.

4. Рааб Г.И. Развитие научных основ технологий интенсивной пластической деформации и создание оборудования по схеме равноканального углового прессования для получения ультрамелкозернистых металлических полуфабрикатов / автореф. докт. дисерт. – Уфа, 2009. – 36 с.

5. Дегтярев М.В. О термической неустойчивости микроструктурной структуры в однофазных металлических материалах / М.В. Дегтярев, А.В. Воронова, В.В. Губернаторов, Г.И. Чашухина // ДАН. 2002. Т.386. №2. С. 180-183.

6. http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/vcpi/TvM/2010_54/st017.pdf

7. http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/vcpi/TvM/2010_53/st015.pdf