

Литература.

1. Юрьев А.Б., Громов В.Е., Козлов Э.В. и др. // Формирование и эволюция структурно-фазовых состояний и свойства сталей в современных технологиях обработки давлением. – Новосибирск: Наука. 2003. – 347 с.
2. Апасов А.М., Валуев Д.В., Данилов В.И. // Известия ТПУ. – 2007. Т. 310. - №3. – С. 90-92.
3. Конева Н.А., Козлов Э.В. // Известия вузов. Физика. – 1982. – № 8. – С. 3–14.
4. Сорокин В.Г., Гервасьев М.А., Палеев В.С. и др. // Стали и сплавы. Марочник. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001.–608 с.
5. Структурно-фазовые состояния металлических систем. Под ред. А.И. Потекаева. – Томск: Изд-во НТЛ, 2004. – 356 с.
6. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник. Т. II. Основы термической обработки / Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. – М.: Металлургия, 1983. – 368 с.
7. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник. Т. III. Термическая обработка металлопродукции / Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. – М.: Металлургия, 1983. – 216 с.
8. Разумов С.Д., Родионов В.Е., Заверюха А.А. Систематизация дефектов структуры непрерывнолитой стали и пути их устранения // Сталь, 2002. – №11. – С. 26-29.
9. Жульев С.И., Зюбан Н.А. Производство и проблемы качества кузнечного слитка. Волгоград: ВолгГТУ, 2003. – 168 с.
10. Зюбан Н.А., Жульев С.И., Федянов Е.А. Особенности кристаллизации инокулированных расплавов и управление затвердеванием эндогенных инокуляторов при вакуумной отливке слитков // Изв.ВУЗов. Черная металлургия, 2004. – №7. – С. 70-73.
11. Галиулин Т.Р., Носов Ю.В. и др. Особенности десульфации стали на выпуске из конвертера. // Сталь, 2007. – №10. – С.23-35.
12. Штремель М.Н. Проблемы металлургического качества стали (не металлические включения) // МиТОМ, 1980. – №8. – С. – 2-6.

**ВЛИЯНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ Co^{60} НА СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛА
ДЛЯ ПОСЛОЙНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ**

*А.В. Градобоев, д.т.н., А.А. Сапрыкин, к.т.н., Е.В. Бабакова, аспирант,
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)-6-26-83
E-mail: babakova@tpu.ru*

1. Введение

Металлические порошки широко используются во многих современных технологиях, а так же они нашли свое применение в виде наполнителей различных композитов. В последнее время в ряде случаев, проводят предварительную активацию металлических порошков, улучшая совместимость наполнителя и матрицы.

Активация порошка может оказывать существенное влияние на изменение физико-химических взаимодействий при спекании лучом лазера, тем самым изменяя свойства композита [1].

При изготовлении композитов на основе металлических порошков возникает проблема межграничного взаимодействия металл-металл, которая обусловлена низкой активностью поверхности частиц композита. Особенно это хорошо наблюдается при послойном лазерном спекании и проявляется в виде эффекта коагуляции. Суть данного эффекта заключается в том, что конечная стадия процесса спекания характеризуется наличием в образце изолированных крупных пор. Это явление оказывает существенное, часто негативное, влияние на физико-механические свойства получаемых материалов. Решить данную проблему можно применяя различные химические и механические способы активации [2].

Однако при механической активации медного порошка происходит его расклепывание, порошок принимает форму в виде чешуек, что недопустимо для послойного лазерного синтеза. Таким образом, необходимо найти такой способ активации, который бы позволяет изменять структуру и свойства поверхности порошка, но при этом не изменял бы форму частиц [3].

Одним из таких способов, который может быть использован для активации порошка является обработка материалов ионизирующим излучением. Например, известно, что гамма-излучение снимает локальные механические напряжения, которые существуют в твердом теле, без образования дефектной структуры [4,5].

2. Методы и оборудование экспериментального исследования

Активация поверхности порошка осуществлялась облучением на гамма-установке «Исследователь» на основе изотопа Co^{60} , представленной на рисунке 1. Работа её основана на использовании гамма-излучения радиоактивного изотопа Co^{60} со средней энергией квантов около 1,25 МэВ. Установка представляет собой свинцовый контейнер, установленный на станине, диаметром около одного метра и высотой два метра. В центре контейнера находится облучатель в виде кассеты с источником излучения Co^{60} . Объём рабочей камеры равен примерно 4200 см^3 . Активация порошка осуществлялась дозами облучения от 10^4 до 10^6 Р . Гамма-излучению подвергался порошок марки ПМС-1 (ГОСТ 4960-75) с неслоистой структурой.



Рис. 1. Гамма-установка «Исследователь» на изотопе Co^{60}

Экспериментальные исследования по спеканию активированного медного порошка проводились на установке послыонного лазерного синтеза оригинальной конструкции. Установка, представляет собой технологический лазерный комплекс формирования поверхностей деталей сложной пространственной формы. Она состоит из иттербиевого волоконного лазера ЛК – 100 – В, трехкоординатного стола, персонального компьютера, системы ЧПУ, и специального программного обеспечения. Иттербиевый волоконный лазер с длиной волны 1070 нм позволяет регулировать мощность от 10 до 100 Вт.

Изготавливались образцы квадратной формой со сторонами 10 мм и толщиной 5 мм. Технологический режим спекания образцов задавался следующими параметрами: мощность лазера для порошка ПМС-1 составляла 15 и 30 Вт; скорость сканирования менялась в диапазоне 2000–3000 мм/мин.; шаг сканирования (x, y, z) 0,2 мм; начальная температура порошка 27 °С. Все образцы порошка спекались в защитной среде газа Ar . В качестве подложки использовалась стальная пластина.

3. Результаты и обсуждение

В результате предварительной активации значительного изменение насыпной плотности порошка меди не наблюдается.

При спекании образцов из предварительно активированных порошков, которые показаны на рисунках 2 и 3, значительные изменения наблюдались у порошка ПМС-1 при дозе гамма-облучения 10^5 Р , а именно пористость спеченных образцов понижалась. При дозе гамма-облучения равной 10^4 Р значительных изменений в спеченных образцах, по сравнению с необлученными, не наблюдалось. Все образцы получились очень хрупкими и крошились при малейшем воздействии на них.

Вследствие того, что активация происходила на воздухе, то увеличение поверхностной энергии приводит к активному взаимодействию поверхности частиц порошка с элементами воздушной среды, в частности, с кислородом. Подобные наблюдения можно встретить в работе [6]. Вероятно,

снижение плотности спеченных образцов из меди с ростом дозы гамма-облучения связано с накоплением оксидов на поверхности частиц, что можно увидеть визуально (рис.3, г, д). В спеченных образцах, с увеличенным содержания кислорода, наблюдается радужная окраска, что свидетельствует об окисленности порошка. Таким образом, предварительное гамма-облучение приводит к активации порошка, которая проявляется в диссоциации оксидов во время спекания.

Увеличение дозы облучения порошка (рис.2, г и рис.3, г) приводит к значительному уплотнению спеченных материалов. Известно, что поверхность порошка имеет разорванные связи, а гамма-облучение активизирует их. Можно предположить, что у облученного порошка повышается избыточная энергия, что приводит к ускорению процесса спекания. Подобные наблюдения можно встретить в работе [7]. Следовательно, температура плавления облученного порошка превышает стандартную для этого порошка температуру плавления, что и приводит к процессу уплотнения порошка в спеченном образце.

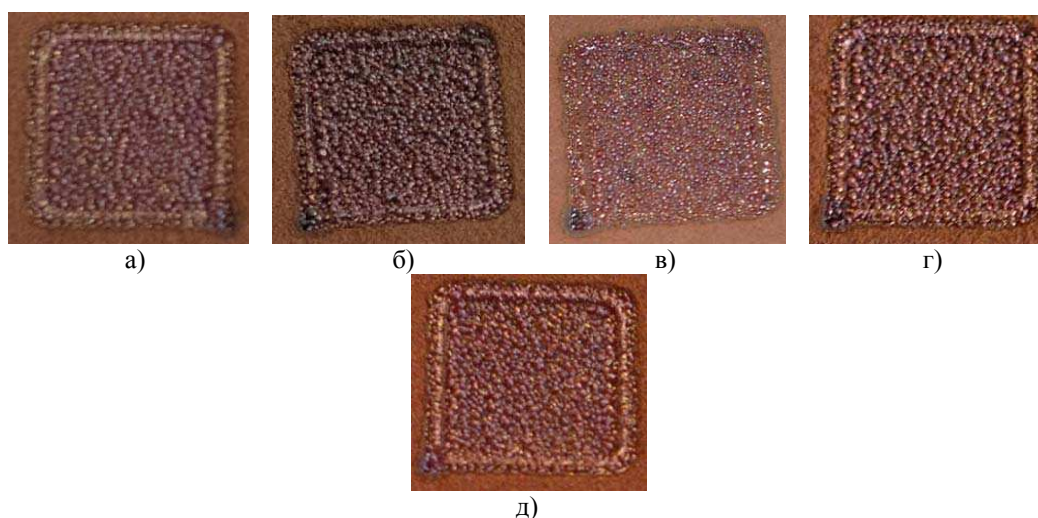


Рис. 2. Спеченные образцы при мощности лазера 15 Вт, $V = 2000$ мм/мин
а) необлучен., б) доза гамма-облучения 10^4 Р, в) доза гамма-облучения 10^5 Р, г) доза гамма-облучения $5,7 \cdot 10^5$ Р, д) доза гамма-облучения 10^6 Р

Можно говорить о том, что облученный порошок активирован, по причине того, что активация порошка вызывает гомогенизацию пористого тела, массоперенос и, вызванное этим, уменьшение пор, приводящее к усадке спекаемого образца

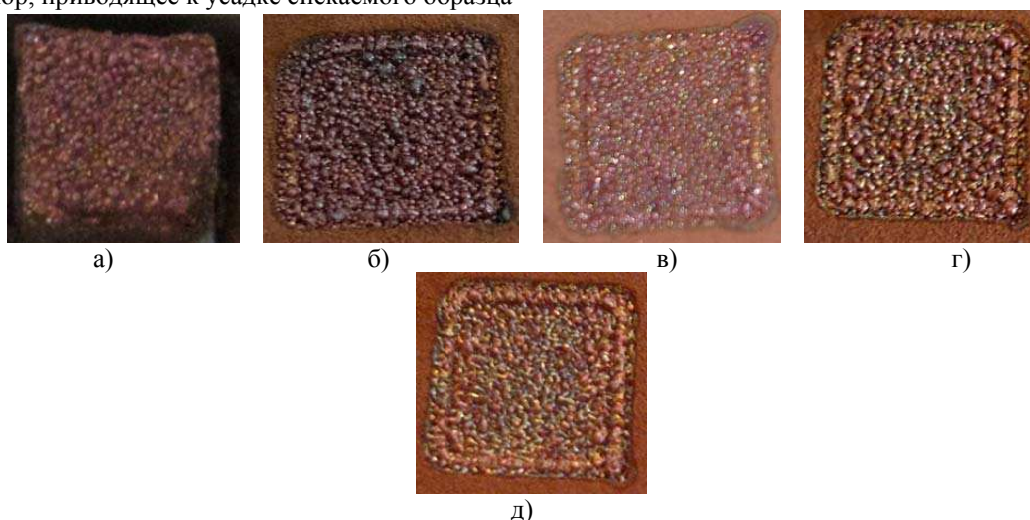


Рис. 3. Спеченные образцы при мощности лазера 30 Вт, $V = 3000$ мм/мин
а) необлучен., б) доза гамма-облучения 10^4 Р, в) доза гамма-облучения 10^5 Р, г) доза гамма-облучения $5,7 \cdot 10^5$ Р, д) доза гамма-облучения 10^6 Р

4. Выводы

Доза гамма-облучения порошка меди равная $5,7 \cdot 10^5$ Р, значительно изменяет физико-химические свойства порошка, что подтверждается возникновением окисленности и уплотнению спеченного образца.

Проведенные исследования показали, что активация поверхности порошка гамма-излучением радиоактивного изотопа Co^{60} приводит к изменению свойств поверхности спеченного образца: уплотнение спеченных материалов, увеличение содержания кислорода в порошке, что свидетельствует об активации поверхности порошка.

Необходимо продолжить исследования по активации порошка меди облучением гамма-квантами в выявленной области доз, при этом необходимо дополнительно разработать систему защиты порошка от воздействия среды с повышенным содержанием озона на порошок в процессе облучения.

Литература.

1. Полубояров В.А. Влияние механической активации металлических порошков на их реакционную способность и свойства плазменных покрытий / В.А. Полубояров, А.Е. Лапин, З.А. Коротаева, А.Н. Черепанов, О.П. Солоненко, Н.С. Коботаева, Е.Е. Сироткина, М.А. Корчагин // Химия в интересах устойчивого развития. – 2002. – Т. 10. – № 1-2. – С. 219–225.
2. S. Filipović. Influence of Mechanical Activation on Microstructure and Crystal Structure of Sintered MgO-TiO₂ System / S. Filipović, N. Obradović, V. B. Pavlović, S. Marković, M. Mitrić, M. M. Ristić // Science of Sintering. – 2010. – vol. 42. – S. 143-151.
3. Сапрыкина Н.А. Влияние механической активации металлических порошков на качество поверхностного слоя, полученного технологией послойного синтеза / Н.А. Сапрыкина, А.А. Сапрыкин, В.И. Яковлев // Обработка металлов. – 2012. – № 4. – С. 108–110.
4. Градобоев А.В., Суржиков А.П. Радиационная стойкость СВЧ приборов на основе арсенида галлия. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2005. – 277 с.
5. Мамонтов А.П., Чернов И.П. Эффект малых доз ионизирующего излучения. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Дельтапдан, 2009. – 288 с.
6. Дорогина Г.А. Структура и физико-механические свойства спеченных материалов системы Fe-Si, полученных из механически активированных на воздухе порошков / Г.А. Дорогина, Э.С. Горкунов, Ю.В. Субачев, С.М.Задворкин, И.А.Кузнецов, Е.А.Туева, А.В.Долматов // Физика и химия обработки материалов. – 2011. – № 5. – С. 56–62.
7. Ильин А. П. Развитие электровзрывной технологии получения нанопорошков в НИИ высоких напряжений при Томском политехническом университете // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – № 1. – С. 133-139.

МАКРОЛОКАЛИЗАЦИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ. ЛОКАЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЕ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОГО ТИТАНА

В.И. Данилов***, д.ф.-м.н., проф., Г.В. Шляхова**** к.т.н, доц., Б.С. Семухин*, д.ф.-м.н., проф.

*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

634021, г. Томск, пр. Академический 2/4

**Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

***Северский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ

636036, Томская область, г. Северск, пр.Коммунистический, 65, e-mail: dvi@ispms.tsc.ru

Введение

Локализация макроскопической пластической деформации при нагружении кристаллических твердых тел в настоящее время является надежно установленным фактом. Она развивается в виде автоволн локализованной деформации, причем тип автоволны задается стадийностью деформационной диаграммы материала [1]. Автоволны локализованной деформации представляют собой процесс, протекающий и в фоновой подсистеме, и подсистеме деформационных дефектов [2]. С этой точки зрения эффективными представляются эксперименты, в которых одновременно анализируются распределения локальных деформаций и локальных упругих искажений, как это сделано, например, в [3].

В работах [4-6] установлено, что в нанокристаллических и ультрамелкозернистых материалах эволюция картин локализации деформации, подчиняясь общим закономерностям, отличается опре-