

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Перспективные материалы
с иерархической структурой
для новых технологий
и надежных конструкций
9 - 13 октября 2017 года
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2017

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МОРФОЛОГИИ, МИКРОСТРУКТУРЫ И МИКРОТВЕРДОСТИ ПОРОШКА ТИТАНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

^{1,2}Гриняев К.В., ^{1,2}Дитенберг И.А., ³Корчагин М.А., ²Мельников В.В.,
^{1,2}Пинжин Ю.П., ^{1,2}Тюменцев А.Н.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

²*Томский государственный университет, Томск, Россия*

³*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск, Россия*
kvgrinyaev@inbox.ru

С применением методов рентгеноструктурного анализа, растровой и просвечивающей электронной микроскопии проведено исследование влияния продолжительности механической активации на морфологию и структуру порошка титана (ПТОМ-2).

В процессе обработки выявлены этапы: дробления исходных порошинок, объединения в крупные конгломераты, овализации конгломератов. Обнаружено, что с увеличением продолжительности механической активации от 1 минуты до 10 минут существенное уменьшение характерных размеров зон когерентного рассеяния от 54 нм до 26 нм сопровождается ростом величины микроискажений ($\Delta d/d$ от $\sim 4 \times 10^3$ до $\sim 13 \times 10^3$). При этом наблюдается интенсивная фрагментация кристаллической решетки внутри порошинок с формированием высокодефектных наноструктурных состояний с высокими (от нескольких десятков до сотни град/мкм) значениями кривизны кристаллической решетки.

Представленная трансформация микроструктуры приводит к существенному увеличению значений микротвердости (от 3,07 ГПа до 4,41 ГПа). Показано, что увеличение нормированной на модуль сдвига твердости материала, определяющей напряжение дислокационного сдвига, сопровождается качественной трансформацией структурного состояния вследствие изменения механизма фрагментации кристаллической решетки.

Сопоставление результатов структурной аттестации с данными об особенностях морфологии демонстрирует хорошую корреляцию начала интенсивной овализации конгломератов порошка титана с активизацией процессов фрагментации кристаллической решетки, приводящих к формированию высокодефектных наноструктурных состояний внутри порошинок. В то же время отсутствие условий стесненности при механической активации, по-видимому, накладывает некоторые ограничения как на процессы консолидации, так и на параметры формирующихся наноструктурных состояний.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Государственное задание № 3.9586.2017/БЧ).

Исследование проведено с использованием оборудования Томского материаловедческого центра коллективного пользования ТГУ.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СТАБИЛЬНОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК

¹Аккузин С.А., ^{1,2}Литовченко И.Ю., ^{1,2}Тюменцев А.Н.

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия*

²*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*
s.a.akkuzin@gmail.com

В работе [1] показано, что в условиях больших пластических деформаций прокаткой и кручением под давлением ($\epsilon \approx 4,6 - 6$) аустенитной стали 02X17H14M2 формируется структура с высокой плотностью микродвойников и полос локализации деформации. В настоящей работе методами просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноструктурного фазового анализа исследованы особенности структурно-фазовых состояний аустенитной стали 02X17H14M3 в условиях термомеханических обработок, включающих низкотемпературную, теплую деформацию прокаткой (с общей степенью $\epsilon < 1$) и последующий отжиг. Изучены механические свойства в процессе испытаний на растяжение при комнатной температуре.

Результаты рентгеноструктурного анализа показали, что низкотемпературная деформация (вблизи $T = -196$ °С) аустенитной стали 02X17H14M3 приводит к развитию прямого ($\gamma \rightarrow \alpha'$)-мартенситного превращения с образованием объемной доли α' -мартенсита до ≈ 7 %. После низкотемпературной деформации, согласно электронно-микроскопическим исследованиям, наблюдается аустенитная структура с высокой плотностью микро- и нанодвойников деформации и небольшим количеством пластин α' -мартенсита. Микро- и нанодвойники залегают в нескольких плоскостях двойникования. Встречаются области с множеством нанодвойников с размером пластинок $\approx 10 - 50$ нм в ширину. Указанное структурное состояние обеспечивает высокое значение предела текучести в 933 – 1047 МПа. При этом относительное удлинение $\delta \approx 7 - 9,3$ %.

Последующая теплая деформация при $T = 400$ °С и $T = 500$ °С (после низкотемпературной деформации), согласно результатам рентгеноструктурного анализа, приводит к уменьшению объемного содержания α' -мартенсита до 3,7 % и 2,4 %, соответственно. Значения предела текучести после такой деформации сравнимы со свойствами после низкотемпературной деформации (906 – 1047 МПа).

Деформация при более высокой температуре ($T = 600$ °С) способствует повышению предела текучести по сравнению с низкотемпературной деформацией до $\approx 1044 - 1150$ МПа. При этом относительное удлинение составляет $\delta \approx 6 - 8$ %, объемное содержание аустенита достигает $\approx 98,3$ %.