

УДК 53.49.00

ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ПРОТЕКАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ
АКТИВИРУЕМЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В МЕХАНИЧЕСКИ
ЛЕГИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

А. С. ФЕДОСЕНКО, Ф. Г. ЛОВШЕНКО, *Г. Ф. ЛОВШЕНКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

* Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ
Могилев, Минск, Беларусь

Получение композиционных порошков по технологии реакционного механического легирования (РМЛ) заключается в обработке исходной шихты в специальных высокоэнергетических шаровых мельницах. Процесс сопровождается механически активируемым взаимодействием между компонентами, протекающим в направлении уменьшения свободной энергии системы, результатом которого является образование новых, как правило, наноразмерных фаз. В большинстве случаев взаимодействие происходит не полностью, и формируемые частицы являются термодинамически неравновесными образованиями, равновесное состояние в которых достигается последующей термической обработкой.

Несмотря на большое внимание, уделяемое структуре и фазовому составу отожженных механически легированных порошков, эффекты, проявляющиеся в материалах в ходе их нагрева, практически не исследованы. Исходя из этого, было изучено поведение синтезируемых материалов в процессе термического воздействия на них.

Исследования проводились на материалах систем Ni – Al, Fe – 30%Al, Fe – Ni – Cr – C и Fe – Cr – C.

Установлено, что порошки, полученные по технологии РМЛ, находятся в активированном состоянии, на что однозначно указывает значительное снижение температуры начала взаимодействия между компонентами, имеющего место при нагреве материала. Независимо от химического состава, начало реакции протекает при температурах 420–550 К (рис. 1), в то время как для порошков полученных смешиванием в «пьяной» бочке, ее значение составляет не менее 710 К (рис. 2).

Установлено, что обработка шихты в механореакторе во всех случаях уменьшает максимальное значение температуры разогрева композиций, обусловленное протеканием термически активируемых реакций, что связано с частичной реализацией механически активируемых превращений, имеющих место в процессе обработки композиций.

Результаты дифференциального термометрического анализа позволили установить, что длительность активной фазы взаимодействия в композициях не превышает двух секунд (рис. 3). Это позволяет говорить о том, что процесс протекает по механизму близкому к бездиффузионному.

Данное явление обусловлено дисперсным (размер включений менее 0,1 мкм) и гомогенным распределением реагирующих компонентов, что исключает необходимость в переносе тепловой энергии в объеме реагирующего материала, по принципу самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

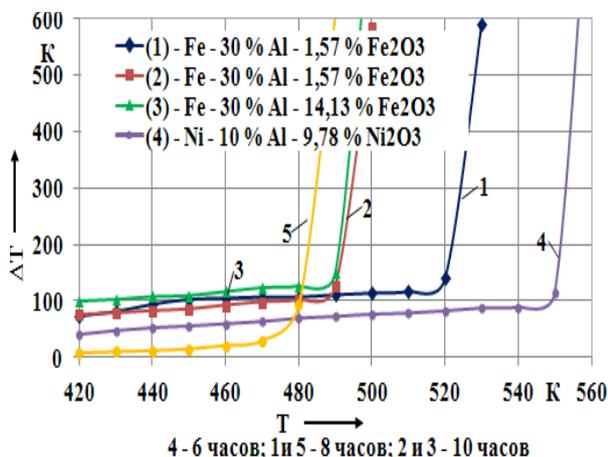


Рис. 1. Влияние условий получения порошков и их химического состава, на температуру, активирующую взаимодействие между компонентами в механически легированных порошках

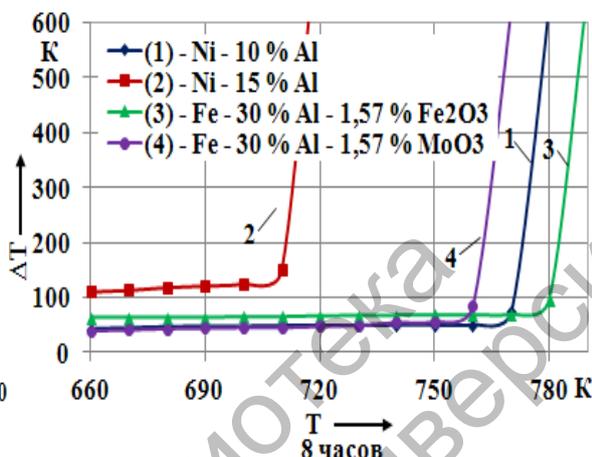


Рис. 2. Влияние химического состава порошковых смесей, полученных обработкой в течение 8 часов в «пьяной» бочке, на температуру, активирующую взаимодействие между компонентами

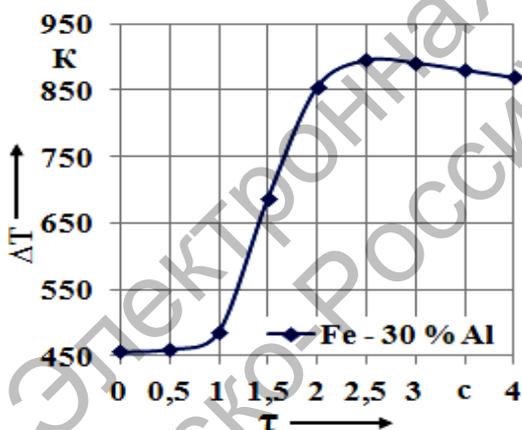
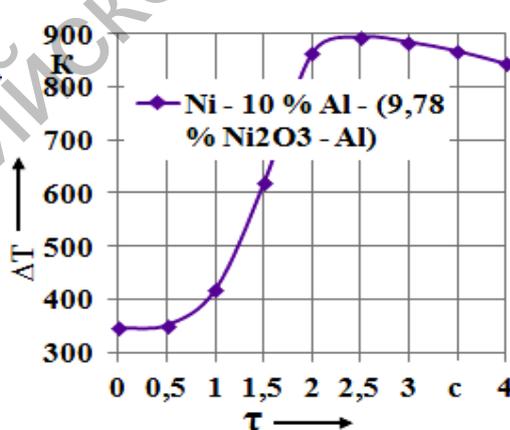


Рис. 3. Продолжительность активной фазы взаимодействия между компонентами механически легированных порошков при их нагреве



Таким образом, в ходе исследований было установлено, что порошковые материалы, полученные по технологии РМЛ, являются термодинамически неравновесными, механически активированными образованиями, термически инициируемое взаимодействие между компонентами которых протекает по механизму близкому к бездиффузионному и сопровождается выделением значительного количества тепловой энергии. Термическая обработка приближает фазовый состав к термодинамическому равновесию, не изменяя микрокристаллического типа структуры основы и сохраняя наноструктурное состояние механически и термически синтезированных фаз.