

уровня механических свойств металла сварного соединения, и предотвращение образования нежелательных структурно-фазовых превращений в зоне термического влияния (ЗТВ).

Сталь 40Х трудносвариваема, флокеночувствительна и имеет склонность к отпускной хрупкости, а также как и среднеуглеродистые стали имеет повышенное содержание углерода, который является причиной образования кристаллизационных трещин при сварке, малопластичных закалочных структур, трещин в зоне термического влияния. Это говорит о том, что получение качественного сварного соединения при участии данного материала потребует дополнительные операции:

- подогрев до 200-300 град. при сварке;
- термообработка после сварки – отжиг.

Так же следует применять отпуск сварных конструкций, который снимает остаточные сварочные напряжения, улучшает структуру и свойства металла шва, снижает твердость закаленных зон сварного соединения и устраняет опасность образования холодных трещин со временем. А для повышения стойкости металла шва против образования кристаллизационных трещин следует понизить количество углерода в металле шва путем применением электродов или сварочной проволоки с пониженным содержанием углерода, а также уменьшением доли участия основного металла в металле шва.

Помимо перечисленных выше особенностей, характерных для стали 40Х, следует отметить еще ряд свойств, считающихся очень важными для всех схожих материалов, используемых в машиностроении, а именно:

- достаточно высокий предел выносливости;
- возможность обработки путем сваривания (после нагрева), под давлением и резанием;
- при термовоздействии обладают стойкостью к короблению и обезуглероживанию.

На Минском тракторном заводе для сварки данной тяги применяют дуговую сварку в углекислом газе сплошной проволокой с помощью Мастер-501 ПОЛУАВТОМАТ в три прохода. В связи с особенностями данной стали требуется применение подогрева при сварке до 200 градусов, а так же последующая термическая обработка. Для доступа ко всем зонам сварки используется специальное сварочное приспособление и контователь. Данный способ сварки не всегда дает нам нужное и стабильное качество сварных соединений, так как присутствует подогрев, термообработка и человеческий фактор, поэтому для улучшения и оптимизации данных параметров, а так же времени и уменьшении экономических затрат оптимально применять РТК.

Для сварки данной тяги отлично подходит Nordica Sterling РТК ДС. Используя данный комплекс, мы можем четко контролировать время и параметры сварки, тем самым подбирать оптимальные значения и избавляться от обязательного применения подогрева с последующей термообработки. Так же, используя данный РТК, мы оптимизируем экономические параметры и избавляемся от человеческого фактора. Благодаря внедрению данного комплекса мы сможем получать качественные, стабильные сварные соединения с уменьшением экономических затрат и времени на сварку.

УДК 61:620.22-022.532

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез нанокomпозиционных порошков интерметаллид/оксид

Студент гр. 104610 Щербо А.С.

Научные руководители Лецко А.И., Керженцева Л.Ф.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В настоящее время существует повышенный интерес к проблеме получения нанокристаллических материалов, предназначенных для различных областей техники. Это обуслов-

лено тем, что такие материалы проявляют необычные по сравнению с традиционными материалами физические, химические и механические свойства.

Однако технологии получения объемных полуфабрикатов из наноматериалов, используемые в настоящее время, достаточно сложны и имеют существенные ограничения по размерам изделий. Поэтому по-прежнему актуальной остается задача разработки более экономичных технологий, позволяющих получать крупногабаритные изделия.

Одним из перспективных методов получения порошков является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Специфические преимущества СВС-процесса заключаются в отсутствии или существенном снижении энергозатрат за счет использования экзотермического эффекта реакций, высокой скорости синтеза, простоте специального оборудования.

Благодаря особенностям процесса: высокой температуре, превышающей в большинстве случаев температуру плавления хотя бы одного из реагентов, кратковременностью химических и физических процессов; высокой скоростью внутреннего саморазогрева, протеканием реакций в условиях резкого градиента температур метод позволяет формировать материалы с повышенными свойствами, а в ряде случаев удается синтезировать композиции, получение которых другими известными способами требует больших затрат и/или сложного дорогостоящего оборудования, либо вообще невозможно.

Для получения наноструктур при СВС необходимо обеспечить формирование наноразмерных реакционных ячеек и оптимизировать условия теплопередачи и теплоотвода таким образом, чтобы обеспечить образование мелких первичных зерен продукта по всему объему реакционной среды и подавить процессы рекристаллизации и роста зерен. Это обеспечивается проведением процесса при пониженных температурах в условиях активируемых реакций.

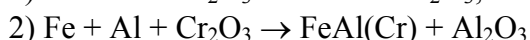
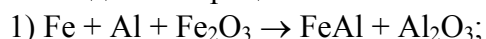
Наиболее эффективным способом, обеспечивающим выполнение указанных выше условий, является метод механоактивируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (МАСВС), представляющий собой двухстадийный процесс. На первом этапе реакционную шихту для синтеза материалов обрабатывают в энергонапряженных мельницах до некоторого критического времени, чтобы сформировать механически активированную смесь.

Такая механически активированная смесь подвергается последующему СВС. Использование в качестве реакционной смеси для СВС механохимически синтезируемых прекурсоров позволяет получить наноструктурный продукт синтеза и сохранить морфологию механоактивированной шихты в синтезированных материалах.

В данной работе в качестве прекурсоров для СВС использовали нанокпозиционные порошки, полученные в результате обработки реакционной шихты в шаровых планетарных мельницах с водяным охлаждением АГО-2 (объем барабана 250 см³, диаметр шаров 5 мм, загрузка шаров 200 г, навеска образца 10 г, скорость вращения барабанов вокруг общей оси ~1000 об/мин, активация проводилась в атмосфере аргона).

После активации шихту прессовали при давлении 4-6 т в прессформе диаметром 17 мм и высотой ~ 25 мм до прочности, достаточной, чтобы перенести образец в реактор. Синтез осуществляли в атмосфере аргона, образец поджигали вольфрамовой спиралью, нагреваемой пропусканием электрического тока.

Исследовали процесс синтеза в следующих системах:



Состав реакционной шихты был взят из расчета на последующее образование интерметаллида FeAl, где Al 40 ат.%, и Al₂O₃.

Ожидаемое содержание оксида алюминия, рассчитанное из уравнений реакции, составляет, соответственно 8 и 5,5 масс.%.

Для двух исследованных систем в продуктах синтеза полностью сохраняется морфология слоев и дисперсоидов механоактивированных наноконпозитов, несмотря на то, что в процессе СВС протекает реакция образования моноалюминида железа. Дифрактограммы продуктов синтеза (рисунок 1) содержат линии только этого интерметаллида, хотя при реализации классического варианта СВС при рассматриваемом соотношении железа и алюминия формируется смесь фаз, а в нашем случае материал дополнительно разбавлен некоторым количеством оксидов.

Отсутствие отражений Al_2O_3 на дифрактограммах, очевидно, обусловлено их малым размером.

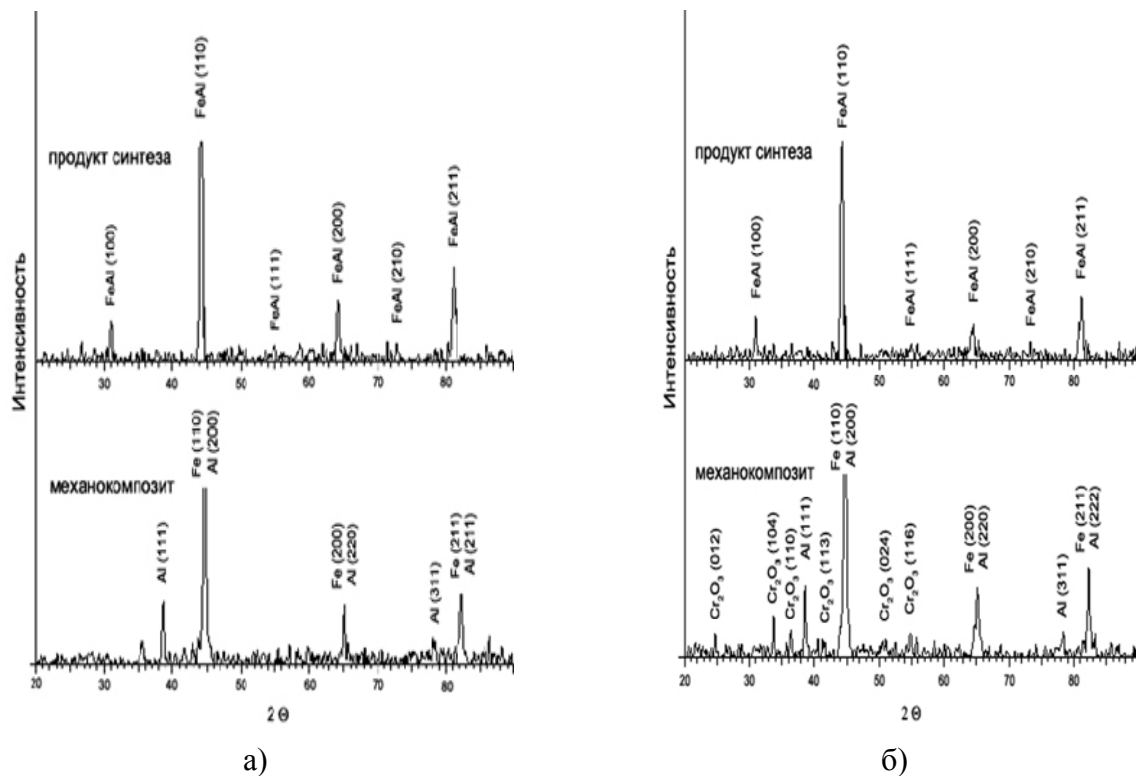


Рисунок 1 – Дифрактограмма продуктов синтеза СВС системы:
а) – $\text{Fe} + \text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3$; б) – $\text{Fe} + \text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3$

Следует отметить, что рентгенограммы продуктов синтеза для обеих систем очень близки. Самостоятельных рефлексов, характерных для соединений хрома, на рентгенограммах продукта СВС системы $\text{Fe} + \text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3$ не обнаружено, что может свидетельствовать о растворении хрома в решетке моноалюминида железа в процессе синтеза.

Таким образом, использование в качестве прекурсоров для самораспространяющегося высокотемпературного синтеза механохимически полученных наноконпозитов, существенно расширяет возможности формирования материалов методом СВС, позволяет синтезировать наноструктурные композиции с заданной структурной морфологией и повышенной межфазной прочностью, а также получать СВС-порошки с уникальными свойствами.