УДК 621.791:620.22

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ ПРИ СВАРКЕ ПЛАВЛЕНИЕМ

В. Г. ЛУПАЧЁВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В последние годы возникла необходимость коренного повышения научно-технического уровня экономики во всем мире. Для решения этой задачи требуется проведение научных исследований, а также массовое внедрение новых прогрессивных технологий в промышленное производство. Приоритетными являются работы в области разработки наноматериалов и нанотехнологий. Именно они будут способствовать существенному повышению эффективности производства в таких областях, как машиностроение, энергетика, строительство и др.

Одно из важнейших направлений нанотехнологии – это получение нанопорошков и их применение. Нанопорошки обладают качественно новыми функциональными свойствами. Применение нанопорошков позволит существенно усовершенствовать существующие технологические процессы и создать качественно новую промышленную продукцию. Используя нанопорошки, например как добавки, можно значительно улучшить свойства различных материалов.

Нанопорошки – только один из многих имеющихся на сегодняшний день наноматериалов. Все наноматериалы, которые производятся в настоящее время, подразделяются на четыре группы: оксиды металлов, сложные оксиды (состоящие из двух и более металлов), порошки чистых металлов и смеси. У материала в наноструктурном состоянии в несколько раз по сравнению с обычным крупнокристаллическим материалом повышается прочность. В отличие от обычных металлов, когда повышение прочности неминуемо приводит к существенному снижению пластичности, при наноструктурировании материал может сохранять пластичность.

В современном мире нанотехнологии и нанопорошки уже нашли свое применение также в сварочном производстве. Но следует отметить, что направления, касающиеся сварочного производства, пока являются новыми. Однако уже есть некоторые научные разработки в области внедрения нанотехнологии в сварочное производство.

При электрошлаковом литье и электрошлаковой сварке возможно управление микро- и макроструктурой жаропрочных никельхромовых сплавов и их физико-механическими свойствами за счет введения в расплав наночастиц карбонитрида титана в виде нанокристаллов, которые в свою очередь служат центрами кристаллизации.

Нанопорошки применяют при лазерной сварке. В настоящее время это один из способов сварки, где нанопорошки находят все большее применение. Разработана технология лазерной сварки с применением нанопорошка, позволяющая получать сварной шов с существенно улучшенными прочностными свойствами. Особенность новой технологии — введение в сварной шов порошка тугоплавкого соединения (например карбида или нитрида титана) с наноразмерными частицами. Это позволяет управлять процессом кристаллизации металла при сварке. Введение нанопорошка в сварной шов изменяет процесс зародышеобразования, которое происходит на наноразмерных частицах на границе контакта трех фаз (наночастица-зародыш-расплав) и резко изменяет строение и размер (морфологию и дисперсность) растущего зерна. Структура шва вместо игольчато-дендритной становится квазиравноосной и мелкодисперсной. Уменьшается размер неметаллических включений, соответственно повышаются механические свойства (прочность и пластичность) металла шва, возрастает в несколько раз относительное удлинение, увеличиваются предел прочности и предел текучести.

Нанопорошки используют при наплавке, например индукционной. Применение нанодисперсных порошков карбида титана, а также наплавка на сталь покрытий из шихты с добавлением феррохрома позволили получить твердость покрытий 61-62 и 65-66 HRC соответственно.

При поверхностной обработке износостойкого чугуна с помощью CO_2 -лазера с модифицированной добавкой ($\text{TiN} + \text{Cr}$) и скорости перемещения луча 2 м/мин происходило проплавление поверхности образца на 3,2 мм с образованием упрочненного поверхностного слоя микротвердостью 9,5 ГПа. Это более чем в 1,8 раз выше микротвердости необработанного участка того же образца.

Нанопорошковые технологии также применяют с целью снижения концентраторов напряжений. Используют нанопокртия, состоящие из эпоксидной смолы и углеродных наночастиц, нанесение которых в зону концентрации напряжений уменьшает распространение микротрещин.

В связи с тем, что дуговая сварка плавящимся электродом занимает одно из ведущих мест во всех отраслях промышленности, необходимо создание наноструктурированных материалов для дуговых способов сварки. При этом следует изучить влияние материалов, содержащих наноструктурированные компоненты, на стабильность процесса сварки плавящимся электродом, а также наноструктурированных материалов – на механические свойства и химический состав сварных соединений и определить технико-экономические показатели процесса с применением материалов, содержащих наноструктурированные компоненты.