

Легирование порошками сталей в твердом состоянии.

Яздани-Черати Дж. Х, Ушеренко Ю. С.

Процесс легирования сталей, обычно, рассматривается как введение легирующих элементов или ферросплавов в жидкий расплав. Известны методы ионного легирования стали заряженными частицами (ионы). При азотировании этим методом достигаются глубины в десятки – тысячи микрон. Прошивка металлов в твердом агрегатном состоянии на глубины в десятки – сотни миллиметров известна как «сверхглубокое» проникание (СГП). Такая прошивка ступками, состоящими из порошков фракции менее 200 мкм, реализуется при скоростях 300–16000 м/с. В природе СГП реализуется в околосемном или межпланетном пространстве при соударении с космическими аппаратами (КА). На Земле процессы легирования сталей в режиме СГП реализуют при скоростях 300–3000 м/с. Для этого используют взрывные ускорителя. Такой подход требует цехов, оснащенных специальными взрывными камерами. Это существенно удорожает технологию легирования сталей в твердом состоянии. Поэтому рассматривался вариант использования для объемного легирования так называемых пушечных ускорителей. Пушечные ускорители работают на основе широко применяемых пороховых зарядов с массой заряда 3–15 грамм. Совершенствование конструкции ускорителя этого типа может базироваться на опыте развития, т. н. автоматических пушек. Они получили широкое распространение во время после второй мировой войны. Был выполнен цикл экспериментов по апробации пушечных ускорителей для реализации эффектов сверхглубокого проникания порошковых материалов в сталь. В основу методики контроля легирования углеродистой стали в твердом агрегатном состоянии было положено использование маркерных материалов, которые заведомо отсутствуют в матричной стали. Целесообразно использовать в качестве маркерных материалов порошки свинца. На рис. 1 и 2 показано легирование стали 20 ступками свинцовых частиц и результаты последующего азотирования.



Рис. 1. Структура стали после легирования частицами свинца в режиме сверхглубокого проникания и последующего газового азотирования, $\times 10$



Рис. 2. Анализ стального образца свинцом и азотом по глубине

Выводы. Легирование стали в твердом агрегатном состоянии позволяет использовать для маркировки этого процесса порошковыми частицами Pb. Последующее азотирование не тормозится твердофазным легированием.