

**Исследование процесса многокомпонентного насыщения углеродом и металлами  
стали 45**

Магистрант Белько О.С., студенты гр. 104218 Галах М.С., Жагунец Д.А.  
Научные руководители – Борисов С.В., Стефанович В.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Целью настоящей работы является получение диффузионных слоёв высокой твёрдости в системе легирующий элемент – углерод, структура которых представляет вкрапления твердых включений карбидов, интерметаллидов в мартенситной матрице (принцип Шарпи) При этом предполагается получение диффузионных слоев значительной толщины, что позволит проводить шлифование изделий в окончательный размер после их термической обработки. Исследование проводили в порошковых смесях с определенным соотношением хромирующего и цементирующего карбюризатора. Разработанные смеси для комплексной химико-термической обработки можно будет использовать для упрочнения пуансонов с толщиной рабочей части 1...5 мм. При этом поверхностный слой будет обладать высокой твердостью и износостойкостью, а сердцевина значительной вязкостью позволяющей воспринимать динамические нагрузки. В качестве материала предполагается использовать углеродистые стали 40, 45, 50, а также низколегированные 40Х, 38ХМА, 40ХН, 40ХНФ и др.

В настоящей работе выполнены исследования по получению плотных (беспористых) диффузионных слоев, структура которых соответствовала бы принципу Шарпи, в системе углерод - хром с дополнительным введением в реакционную смесь легкоплавких добавок, а также других карбидообразующих элементов.

В предварительных исследованиях был выбран состав смеси, и параметры насыщения для стали 45 и У8. В качестве хромирующей составляющей был выбран состав на основе феррохрома: (50 % X75 + 50%  $Al_2O_3$ ) + 1,5 %  $NH_4Cl$ ; в качестве цементирующей – 85 % С (уголь) + 15 %  $NaHCO_3$ . В качестве добавок применяли порошки химических элементов (медь, цинк, сурьма и др.), а также химические соединения тугоплавких карбидообразующих металлов имеющих температуру плавления ниже температуры насыщения. Химико-термическую обработку проводили при следующих температурно-временных параметрах:  $t = 1100$  °С в течение  $\tau = 5$  ч. Насыщение осуществлялось в металлических тиглях с плавким затвором.

Предварительные эксперименты диффузионного насыщения стали 45 из порошковой смеси содержащей 20 % цементирующей смеси и 50 – 60 % хромирующей смеси, остальное активатор и легкоплавкие элементы в определенном соотношении, позволили получить диффузионный слой толщиной 1 мм. Диффузионный слой состоит мелкозернистого перлита с наличием карбидной сетки и многочисленных зернистых включений, балл зерна равнялся 7 – 8.

После термической обработки (закалка 840 °С + вода и низкий отпуск 180 – 200 °С) поверхностная твердость достигала 67 – 68 HRC. Выполненный микрорентгеноспектральный анализ показал наличие хрома в диффузионном слое. При химико-термической обработке хром проникает на глубину 50 мкм и его концентрации составляет 1 – 1,5%, при этом на самой поверхности (толщиной 3 – 5 мкм) концентрация хрома составляет несколько десятков процентов.