

УДК 621.785

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ЦЕМЕНТУЕМЫХ СТАЛЕЙ

Е. Ю. ДЕМИДЕНКО, Л. В. КОЗЕЛКО

Научный руководитель В. Т. ВЫСОЦКИЙ, канд. техн. наук, доц.
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В работе изучено влияние условий получения и состава на свойства сложнолегированных порошковых цементуемых сталей плотностью 85 %. В качестве независимых переменных (факторов), влияющих на механические свойства сталей, выбраны: X_1 – температура цементации, °С; X_2 – содержание в стали никеля, %; X_3 – содержание в стали молибдена, %; X_4 – содержание в стали меди, %; X_5 – продолжительность цементации, час. Параметрами оптимизации являлись: предел прочности (Y_1) и ударная вязкость (Y_2) стали. Прочность при растяжении определяли на плоских образцах с сечением шейки 5x10 мм и расчётной длиной 40 мм. Ударную вязкость исследовали на образцах без надреза с размерами 10x10x70 мм.

По матрице планирования, результатам экспериментов и статистической обработке получена зависимость прочности порошковой легированной стали при растяжении (Y_1) от состава и условий обработки: $Y_1 = 447,2 + 30,7 \cdot X_2 - 20,7 \cdot X_3 + 11,0 \cdot X_4 + 16,0 \cdot X_5$. Определены оптимальные условия. Состав такой стали: 1,75–2,00 % никеля; 0,40–0,45 % молибдена; 0,40–0,42 % меди, остальное – железо. Условия обработки: температура цементации – 960 °С, продолжительность – 7,5 часов. Науглероживание следует проводить в древесноугольном карбюризаторе с соотношением свежего и отработанного 1:3. Спекание целесообразно совмещать с цементацией. Оптимальная температура закалки 800 °С, в качестве закалочной среды применяется масло. После закалки и отпуска при 180 °С в течении 2 часов сталь плотностью 85 % имеет следующий комплекс механических свойств: $\sigma_s = 539–649$ МПа, $a_n = 68,660–78,40$ кДж/м², HRC 38–40 и пригодна для изготовления деталей, испытывающих значительные растягивающие напряжения.

Аналогично получено уравнение для ударной вязкости: $Y_2 = 64557,5 + 13107,5 \cdot X_2 + 6492,5 \cdot X_4 - 6737,5 \cdot X_5$. Определены оптимальные условия. Состав такой стали: никеля – 2,25 %; молибдена – 0,6 %; меди – 0,50 %; остальное – железо; температура цементации 960 °С, продолжительность – 4 часа. Параметры насыщения, закалки и отпуска аналогичны, описанным выше. Полученная по приведенным режимам сталь имеет следующий комплекс механических свойств: $\sigma_s = 470–490$ МПа, $a_n = 98,0–107,8$ кДж/м², HRC 42–45 и может применяться для изготовления деталей, работающих при повышенных ударных нагрузках.