

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УПРОЧНЕННЫХ СЛОЕВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОРШНЕВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО–ЛУЧЕВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ

К.С. Кровяков, Е.А. Иванайский,  
А.Р. Гараев, А.С. Данков

Для изготовления поршней двигателей внутреннего сгорания, особенно дизельных, широко используют сложнелегированные жаропрочные сплавы на основе системы алюминий-кремний. Традиционная технология изготовления поршней из этих сплавов в основном осуществляется методом литья в кокиль. Механические свойства отлитых поршней контролируют путем замера твердости, которая находится в пределах 900-1000 МПа по Бринеллю. Во многих случаях этих показателей твердости оказывается недостаточно для обеспечения удовлетворительной работы трущихся пар. Проблема изнашивания слабых мест поршней усугубляется также тем, что в настоящее время наблюдается устойчивая тенденция повышения мощности выпускаемых двигателей, что сокращает срок их службы до капитального ремонта, при котором необходимо проводить замену изношенных поршней.

Одним из направлений решения проблемы изнашивания поршней является метод электронно-лучевого легирования. Сущность метода заключается в создании локального упрочненного слоя на поверхности поршневого сплава. Процесс имеет много общего с наплавкой, но отличие состоит в том, что общий объем присадочного материала при локальном легировании незначителен (до 4%). Методом электронно-лучевого легирования возможно получать упрочненные слои различной геометрии, что определяется параметрами удельной мощности электронного луча и его амплитудно-частотных характеристик. Технологический процесс ведется в вакуумной камере, что позволяет добиться дегазации расплавленного металла, и тем самым повысить его механические свойства.

При использовании электронно-лучевого легирования возможно значительно повысить комплекс механических свойств упрочненного металла по сравнению с металлом поршневого сплава в исходном состоянии. В качестве присадочного материала необходимо использовать никромовую (марка Х20Н80) или медную (марка М1) проволоки. На рисунке показаны зависимости твердости по Бринеллю от процентного содержания легирующих элементов при комнатной температуре и при температуре 250 °С. Варьируя содержание легирующих элементов в упрочненном металле, возможно получить легированные слои с твердостью от 1540 МПа до 2400 МПа. При этом твердость основного металла поршня (сплав АК21М2,5Н2,5) составляет всего 850 МПа, как показано на рисунке 1.

лю от процентного содержания легирующих элементов при комнатной температуре и при температуре 250 °С. Варьируя содержание легирующих элементов в упрочненном металле, возможно получить легированные слои с твердостью от 1540 МПа до 2400 МПа. При этом твердость основного металла поршня (сплав АК21М2,5Н2,5) составляет всего 850 МПа, как показано на рисунке 1.

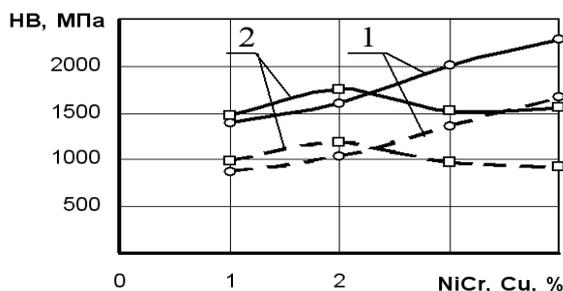


Рисунок 1 – Зависимость твердости от содержания никрома (1) и меди (2) в наплавленном металле (сплошные кривые – твердость при 20 °С, пунктирные кривые – при 250 °С)

Максимальный эффект упрочнения (отношение твердости упрочненного металла к твердости основного металла поршня), который достигается при легировании никромом в количестве 4%, – составляет 2,7 раза при комнатной температуре и 3,4 раза при температуре 250 °С. Столь высокие величины твердости, особенно при повышенных температурах, недостижимы при использовании любых других способов локального упрочнения кольцевых канавок, например – дуговой наплавки в аргоне, плазменной наплавки или лазерного упрочнения. Для сравнения, при плазменной наплавке, как следует из анализа существующих литературных данных, удастся достичь максимальной твердости наплавленного металла только 1800 МПа. Таким образом, используя технологию электронно-лучевого легирования, возможно повысить срок службы и эксплуатационную надежность поршней двигателей внутреннего сгорания.