

Анализ результатов металлографических исследований и механической обработки показал, что индукционная центробежная наплавка основного цилиндра ППП обеспечивает нанесение качественного покрытия по всей рабочей поверхности. Таким образом, метод центробежной индукционной наплавки можно использовать для повышения надежности и долговечности основных цилиндров ППП автомобилей БелАЗ.

УДК 621.793.732

Е.Д. Манойло, А.Г. Сбрижер

### ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ (Fe - C) + (Ni - Cr - B - Si)

В связи с широким применением в машиностроении различных способов напыления и наплавки в целях восстановления или упрочнения деталей машин проблема усталостной прочности биметаллических соединений в настоящее время приобрела важное значение.

Выносливость биметаллических соединений, особенно соединений, полученных напылением самофлюсующимися сплавами с последующим оплавлением, изучена еще недостаточно. Механизм усталостного разрушения биметалла отличается от механизма усталостного разрушения монометалла. Это явление обусловлено различием физико-механических и теплофизических свойств покрытия и основного металла, методов получения биметалла, влиянием термического фактора, характером напряженного состояния и др. Известно, что наилучшим способом подготовки поверхности является струйная обработка дробью или корундом. Э.Кречмар исследовал усталостную прочность образцов стали  $\sigma_{\text{г}} = 90 \text{ кг/мм}^2$ , наплавленных сплавом Ni - Cr - B - Si. Получено значительное снижение предела выносливости по сравнению с аналогичным показателем для стали, используемой в качестве подложки [1].

Прочность биметаллического соединения при циклическом нагружении зависит от следующих факторов: метода подготовки поверхности под металлизацию, макро- и микротвердостей поверхности основного металла и покрытия, физико-механических свойств покрытия, физико-механических свойств основного металла, наличия диффузионных прослоек, характера напряженного состояния, конструкции детали.

Исследования усталостной прочности биметаллического соединения (Fe - C) + (Ni - Cr - B - Si) проводились на машине МУИ-6000 при чистом изгибе вращающегося образца. Технологический процесс изготовления биметаллических образцов включал следующие операции: токарную обработку, предварительное шлифование шейки и галтелей, дробеструйную обработку шейки и галтелей, напыление шейки и галтелей, оплавление образца, предварительное шлифование шейки и галтелей, термическую обработку образца, окончательное шлифование шейки и галтелей. База испытаний составляла  $2 \times 10^6$  циклов нагружений. По математически обработанным результатам испытаний строилась диаграммная кривая в координатах для различных вероятностей неразрушения образцов. Исследования показали, что предел выносливости образцов из стали 45 с покрытием примерно в 2,2 раза ниже предела выносливости образцов из основного металла, а для стали 40X с покрытием примерно в 1,8 раза ниже, чем без покрытия. Такое снижение предела выносливости после напыления самофлюсующимися сплавами с последующим оплавлением объясняется наличием следующих факторов: 1) значительным различием механических свойств сплава Ni - Cr - B - Si и основного металла; 2) искажением структуры зоны сплавления биметаллического соединения (Fe - C) + (Ni - Cr - B - Si), приводящим к сосредоточению в ней различных несовершенств кристаллической решетки типа вакансий и дислокаций; 3) наличием поля остаточных термических напряжений, обусловленных разностью коэффициентов линейного расширения покрытия и основного металла; 4) искажением структуры основного металла, вызванным перегревом при оплавлении.

Анализ указанных факторов показал, что основное влияние на снижение усталостной прочности оказывает искажение структуры основного металла вследствие перегрева при оплавлении. Исправление структуры производится закалкой с высоким отпуском. Однако закалка на воду или масло вызывает на поверхности биметалла трещины из-за того, что коэффициент термического расширения сплавов Ni - Cr - B - Si больше, чем у конструкционных сталей. Поэтому была использована изотермическая закалка основного металла с последующим высокотемпературным отпуском. При этом для стали 40X после закалки получили твердость HRC 35...38, а после отпуска — HRC 28...32. В результате такой термической обработки усталостная прочность образцов повысилась до  $39 \cdot 10^7$  Н/м<sup>2</sup>.

Магнитно-люминесцентный дефектоскоп не обнаружил на поверхности изотермически обработанных образцов наличия трещин. На рис. 1 показаны кривые усталости образцов после оплавления и изотермической обработки. Образцы из стали 45 изотермической закалке не подвергались.

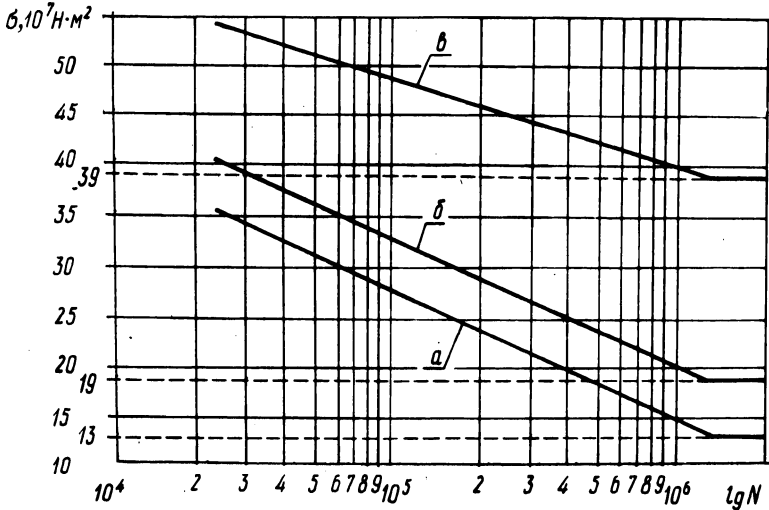


Рис. 1. Кривые усталости при изгибе с вращением образцов из стали 45 с покрытием из сплава Ni - Cr - B - Si после оплавления (а); из стали 40X с покрытием из сплава Ni - Cr - B - Si после оплавления (б); из стали 40X с покрытием из сплава Ni - Cr - B - Si после изотермической закалки (в).

Итак, для повышения усталостной прочности деталей машин после металлизации самофлюсующимися сплавами с последующим оплавлением в качестве основного металла необходимо применять изотермически закаливаемые стали и производить закалку с высоким отпуском.

#### Л и т е р а т у р а

1. Kretschmar E., Müller G. Dauerfestigkeit von gestrahlten Proben mit Haftgrundspritzung bzw. NiCrB Si - Flampulver - Auftragung. - ZJS Mitteilungen, 1969, v. 11, N 2.