

образцы на основе сталинита – 3,5, эталон – 15,2 мг. Следовательно, при ПВ ТМО наплавленных поверхностей порошковой проволокой и на основе сталинита износ уменьшился в 5 и 4 раза соответственно по сравнению с эталоном. В то же время износ закаленных образцов изменился в 3,1 и 2,5 раза по сравнению с эталоном. Из рис. 1 видно, что при увеличении скорости скольжения эффект ПВ ТМО также возрастает.

К основным факторам, уменьшающим износ наплавленных поверхностей в результате ПВ ТМО можно отнести: повышение плотности дислокаций, диспергирование структуры, дисперсность карбидов и улучшение их количества.

Резюме. В результате ПВ ТМО наплавленных поверхностей достигается уменьшение износа в 4 – 5 раз по сравнению с закаленной сталью 45. С увеличением скорости скольжения эффект ПВ ТМО возрастает.

Л и т е р а т у р а

1. Бабук В.В. Повышение износостойкости стали методом поверхностей высокотемпературной термомеханической обработки. – "Промышленность Белоруссии", 1966, № 7.

УДК 621.7/9.048.6.001.57:669.13.018.256+621.78

Л.Г. Павлов, канд.техн.наук, Н.М. Гайсенок

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗНОСОСТОЙКОГО ЧУГУНА С ОБОСНОВАНИЕМ ПРИНЯТЫХ РЕЖИМОВ

Целью проводимых исследований был поиск оптимальных режимов пластического деформирования в ультразвуковом поле упрочненных чугуном поверхностей толкателей. В качестве объекта исследования взяты толкатели клапанов двигателей внутреннего сгорания, упрочненных износостойким чугуном следующего химического состава: С 3,1...3,4; Si 2,2 ... 2,35; Mn 0,5...0,65; S до 0,1; Cr 0,8...1,0; Ni 0,4...0,75; Mo 0,4...0,6; P до 0,2.

Для обработки толкателей использовалась специально изготовленная установка, смонтированная на токарно-винторезном станке, а также ультразвуковой генератор УЗГ-2-10, обеспечивающий получение электрических колебаний в диапазоне частот 1,7...19,3 кГц. Для получения механических колебаний применялся магнитострикционный преобразователь ПМС-15А-18, име

ющий резонансную частоту 17,5...19,3 кГц и амплитуду колебаний на торце трансформатора А-15 мкм. Для воздействия на упрочненную поверхность использовали индентор из твердого сплава ВК6, плоской формы с главным углом в плане 12° и вспомогательным 0° . Форма концентратора позволяла получить амплитуду колебаний до 35 мкм. Толкатель закреплялся в патроне токарно-винторезного станка в специальной разрезной втулке. Нагрев образцов производился ТВЧ при помощи индуктора.

Температура нагрева образцов контролировалась оптическим пирометром ОППИР-01, 7Э с точностью до 20° . За переменные факторы принимались температура нагрева и подача. За основной уровень подачи принято значение, равное 0,37 мм/об. Температура нагрева образцов составляла 1223°K с интервалом варьирования 50° , что соответствует температуре фазовых превращений в чугуна. Кроме того, нагрев до указанной температуры способствует обеспечению пластичности при деформации в ультразвуковом поле хрупкого в нормальных условиях чугуна.

Эксперименты проводились при $n = 650$ об/мин и глубине деформирования $t = 0,7$ мм. В качестве контрольных критериев были приняты: структура в соответствии со шкалами приемлемых структур, твердость после пластического деформирования и закалки, отсутствие пор и рыхлостей, определяемых визуально и по структурам. В процессе предварительных опытов была произведена оценка режимов обработки толкателей и полученных структур как до закалки, так и после ее проведения при температуре $T = 1223^{\circ}\text{K}$. Обработка образцов при подаче $S = 0,1$ мм/об и температуре нагрева 1173°K обеспечивала получение твердости на нижнем пределе (HRC 60,5). Температура нагрева 1173°K в этом случае оказалась недостаточной ввиду значительной продолжительности процесса обработки (малая подача).

Для контроля был взят образец, который подвергался нагреву до 1173°K без деформации и ультразвуковой обработки. Последующая закалка этого образца не дала даже нижней допустимой твердости (HRC 60) и составила HRC 59. В структуре до закалки наблюдались значительные скопления эвтектического и точечного графита.

Наиболее благоприятными условиями, обеспечивающими получение наивысшей твердости у закаленных толкателей являются: подачи $S = 0,37$ мм/об (HRC 64) и $S = 0,22$ мм/об (HRC 63). Этим же режимам обработки чугуна соответствует

и наиболее благоприятная структура с обильным равномерно распределенным выделением графита. Получение упрочненных поверхностей с лучшими характеристиками, по-видимому, связано с технологической наследственностью, полученной в результате предшествующей операции - пластической деформации в ультразвуковом поле.

На основании проведенных экспериментов составлена математическая модель процесса ультразвуковой термомеханической обработки толкателей клапанов, описанная с помощью метода полного факторного эксперимента, и получено уравнение регрессии вида $y = 63,8 - 0,8x_1 + 1,15x_2 + 0,85x_1x_2$. На основании математической модели построены графики, позволяющие выявить зону с оптимальными режимами обработки износостойкого чугуна. Такими режимами для чугуна оказались подача $S = 0,22$ мм/об, температура нагрева $T = 1223^\circ\text{K}$ (рис. 1). Ультразвуковая обработка способствует стабильности предварительно полученной структуры и ее свойств. Термомеханическая обработка в ультразвуковом поле привела к ликвидации пористости и рыхлости. Предварительные эксперименты позволили наметить режимы обработки износостойкого чугуна, обеспечивающие получение качественных структур с мелким, равномерно распределенным графитом в соответствии с лучшими допустимыми структурами чугуна и получение твердости даже выше предусмотренной шкалами структур для этого чугуна без ультразвуковой обработки.

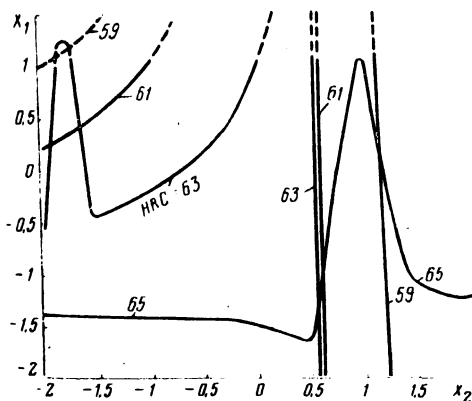


Рис. 1. Зависимость твердости (HRC) от подачи (x_1) и температуры нагрева (x_2) при $n = 650$ об/мин; $t_{\text{зак}} = 950 \pm 20^\circ\text{C}$; $f = 20$ кГц

Диапазон значений твердости после термомеханической обработки с ультразвуком находился в пределах HRC 64,5 ... 65,5 (разница 1,0), а без ультразвуковой обработки разность твердости достигала 3,5 ед. при меньшем значении средней твердости HRC 59.

Резюме. Ультразвуковая обработка в сочетании с ТМО обеспечивает ликвидацию пористости и рыхлости наплавленного чугуна. Наиболее благоприятный режим ультразвуковой обработки износостойкого чугуна при глубине деформированного слоя $t = 0,7$ мм и числе оборотов $n = 650$ об/мин следующий: подача $S = 0,22$ мм/об, температура нагрева $T = 1223^{\circ}\text{K}$.

УДК 621.891

В.Г. Ходосевич, канд.техн.наук,
А.И. Шевцов, канд.техн.наук

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ САМОФЛЮСУЮЩИХСЯ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ В УСЛОВИЯХ КАПЕЛЬНОЙ СМАЗКИ

Одним из факторов, определяющих износостойкость трущихся пар и их антифрикционные свойства, является коэффициент трения. При разработке технологии наплавки тракторных гильз цилиндров с целью выбора наплавочного материала проводились исследования коэффициентов трения в условиях капельной смазки.

Эксперименты выполнялись на модернизированной машине трения МИ-1 по следующей методике. В зону контакта неподвижного и вращающегося образцов поступала капельная смазка (моторное масло М10В), расход которой составлял 2...3 капли в минуту. Неподвижный образец изготавливали из специального чугуна (C-3,6...3,9; Si = 2,2...2,7; Cr = 0,16...0,35; Mn=0,5...0,8; Cu = 0,15...0,35; Ni = 0,08...0,15; Mo = 0,25...0,55; P = 0,4...0,6; S не более 0,11). Материалами вращающегося образца служили сталь 45 (HRC 48...52); сплавы ПГ-ХН80СР2, ПГ-ХН80СР3, ПГ-ХН80СР4, СНГН и экспериментальный сплав НЖ1 (C = 0,7...1,0; Si = 3,8...4,0; Cr = 16...17; В = 3,8...4,2; Fe = 8,0; Ni_{ост}).

В процессе исследования скорость скольжения v и удельное давление p трущейся пары варьировались и принимали значения, соответствующие реальным и наиболее неблагоприятным условиям работы гильзы и поршневого кольца: $v = 0,6; 1,7; 2,8; 3,9; 5,0$ м/с; $p = 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 \cdot 10^7$ Н/м². Каждая пара трения перед началом испытаний проходила приработку на режиме $v = 0,5$ м/с, $p = 0,1 \cdot 10^7$ Н/м².

Момент трения измеряли с помощью тензометрической схемы. На плоскую прямую пружину наклеивали тензодатчик, подключаемый к прибору с мостовой схемой; снимали показания