

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой. - М.: Машиностроение, 1987.
2. Орлин А.С., Круглова М.Г. Двигатели внутреннего сгорания. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей. - М.: Машиностроение, 1984.
3. Рекомендации по восстановлению коленчатых валов автомобильных двигателей газоплазменным напылением // Пиманов Г.П., Ульянов В.А. и др.// - М.: ГОСНИТИ, 1985.
4. Власовец В.М., Новиков А.В., Харьяков А.В. Оценка запаса прочности валов при их восстановлении методом плазменной наплавки /Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин. Сб. науч. тр. /ХИТУСХ. - Харьков, 1998.

УДК 621.791.92.55

Науменко А.А., канд.техн наук,
Новиков А.В., аспирант,
Скобло Т.С., доктор техн наук,
Сидашенко А.И., канд.техн наук,
Власовец В.М., студент.

КАЧЕСТВО И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ИЗ СТАЛИ 45, УПРОЧНЕННЫХ ТВЧ И ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКОЙ

Одним из наиболее эффективных способов ремонта стальных коленчатых валов из стали 45 является их восстановление наплавкой плазменным методом. Такая технология позволяет наращивать изношенный слой, не создавая больших напряжений, что не требует после ремонта специальной правки.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния параметров обработки на качество, структуру и свойства восстанавливаемых коленчатых валов из стали 45 на оборудовании, установленном в Шебекинском ОАО "Сельхозтехника".

Исследования проводили на коленчатых валах, поступающих в ремонт двигателей семейства СМД. Детальному анализу подвергали коленчатые валы двигателя СМД-18 [1]. Изучение особенностей износа показало, что на поверхности трения в закаленном слое появляются участки характерные для отпущенных структур (типа сорбита) на глубину до 0,08мм. Это соответствует зоне отпуска и сопровождается незначительным падением твердости на 10-14% (с 60-61 до 50-52HRC). Количество зон отпуска в поле зрения шлифа составляет 7-8%. Переходная зона (от зоны закалки к сердцевине) отличается

только повышенной дисперсностью и травимостью продуктов распада аустенита (рис.1,б) и имеет неоднородную твердость, которая изменяется в пределах 47-53HRC (среднее значение твердости - 50,6HRC).

Сердцевина металла коленчатого вала характеризуется более мелким зерном чем персходная зона и имеет неоднородную твердость равную 14-27HRC (среднее значение - 19HRC). Анализ нетравленных шлифов выявил наличие надрывов протяженностью от 0,1 до 0,15мм, что является результатом обработки давлением при производстве коленчатых валов. При наличии грубых дефектов валы отбраковываются, а при появлении задиrow и неравномерной твердости - шлифуются перед наплавкой.

Основными параметрами восстановления шеек коленчатого вала методом плазменной наплавки являются: ток дуги, скорость наплавки, расход порошка и угол наклона плазмoтpона. Важным фактором является и величина дугового промежутка, однако, учитывая, что обрабатываемые детали имели постоянное сечение, то в зависимости от типа шейки эта величина для каждой из них была постоянной и изменялась в пределах 9-12мм.

Влияние основных технологических параметров на качество и свойство изучали методом планирования эксперимента по плану 2⁴ (1/2 реплика). План эксперимента и значения отклика приведены в таблице 1.

Таблица 1. ПЛАН ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ НА СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Номер эксперимента	Переменные факторы				Отклик		
	X1 сила тока, I	X2 скорость наплавки, V	X3 Скорость подачи порошка, P	X4 Угол наклона плазмoтpона, α	У1 Твердость, HRC	У2 Износостойкость, % И	У3 общая площадь гребни от площади поверхности шейки, % Д
1.	+1	+1	+1	+1	40	0,76	0,85
2.	-1	-1	-1	-1	50	0,86	1
3.	+1	-1	-1	-1	47	0,8	0,9
4.	-1	+1	+1	+1	56	1	0,09
5.	+1	+1	-1	-1	45	0,9	0,1
6.	-1	-1	+1	+1	50	0,86	1
7.	+1	+1	+1	-1	42,5	0,7	0,85
8.	-1	-1	-1	+1	50	0,86	1

Переменные факторы изменяли в следующих пределах:

ток дуги	200-270А
скорость наплавки	2,8-4,5мм/мин
скорость подачи порошка	33,0-55,0г/мин
угол наклона плазмотрона	25,0-40,0град
расход защитного газа	4,5-7,0л/мин

При оценке влияния параметров обработки на качество и свойства восстановленного слоя методом плазменной наплавки учитывали влияние не только каждого фактора, но и их парное взаимодействие согласно математической модели:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_1x_2 + b_6x_2x_3 + b_7x_3x_4 + b_8x_4x_1 + b_9x_1x_3 + b_{10}x_2x_4 + b_{11}x_1x_2x_3 + b_{12}x_2x_3x_4 + b_{13}x_1x_2x_3x_4 \quad (1)$$

При расчетах оценивали адекватность модели и значимость коэффициентов уравнений.

Расчетами получены следующие корреляционные уравнения:

$$y_{1(HRC)} = 47,6 - 7,9x_1 - 3,35x_2 - 0,88x_3 + 2,88x_4 - 5,25x_1x_2 + 1,75x_3x_4 - 3,41x_4x_1 - 3,88x_1x_3 + 1,37x_2x_4 - 5,38x_1x_2x_3 - 2,62x_1x_2x_3x_4 \quad R=0,84 \quad (2)$$

$$y_{2(H)} = 0,842 - 0,105x_1 - 0,125x_1x_2x_3 \quad R=0,76 \quad (3)$$

$$y_{3(DI)} = 0,723 + 0,305x_1x_2 + 0,231x_2x_3 - 0,268x_3x_4 + 0,268x_4x_1 + 0,4025x_1x_3 + 0,3525x_1x_2x_3 - 0,4275x_2x_3x_4 \quad R=0,81 \quad (4)$$

Оценку износостойкости проводили на установке МИ-1 по методике, описанной в работе [2, 3], а наличие дефектов визуально и с помощью дефектоскопа.

Из полученных корреляционных уравнений видно, что наибольшее влияние на уровень твердости оказывает сила тока. На втором месте по интенсивности влияния сказывается роль скорости наплавки. Чем ниже эти характеристики, тем выше уровень твердости наплавляемого слоя. С увеличением угла наклона плазмотрона твердость восстановленного слоя возрастает. Влияние скорости подачи порошка менее сказывается на изменении уровня твердости.

Наиболее существенное влияние на износостойкость оказывает также значение силы тока и парного взаимодействия - сила тока, скорость наплавки, скорость подачи порошка. Остальные факторы оказались незначимыми.

На уровень повреждаемости дефектами при наплавке влияют только парные и тройные взаимодействия исследуемых параметров.

Полученные данные были использованы для определения оптимальных параметров наплавки.

Исследования микроструктуры и твердости восстановленного слоя показали следующее.

Методом плазменной наплавки можно восстанавливать изношенный слой до 5мм. Как правило, восстанавливали изношенный слой за 1-3 прохода. За каждый проход наращивали до 2,5мм.

Восстановленный слой отличается достаточной плотностью, отсутствовали какие-либо дефекты и грубые неметаллические включения и не отличался по качеству от тела коленчатого вала. Травление 4%-ным раствором азотной кислоты в этиловом спирте наплавленного плазменным методом слое выявило тонкое дендритное строение (длина дендритов до 0,25-0,4мм.). Уровень твердости в наплавленном слое более однородный, чем в закаленном и изменяется в пределах 58-63HRC (среднее значение - 61,0HRC).

В переходном слое (хорошо наблюдается из-за различной травимости фаз в наплавленном слое и исходной структуре) металл отличается слабой травимостью и мелкозернистостью, что является результатом напряженного состояния. Величина переходной зоны в 1,5-2 раза больше наплавленной. Уровень твердости значительно ниже, чем в наплавленном слое, характеризуется значительным разбросом значений и изменяется в пределах 23-36HRC (среднее значение - 26,6HRC).

Выполнены сопоставительные исследования износостойкости образцов, вырезанных из шеек коленчатого вала после закалки ТВЧ и наплавки плазменным методом. Испытанные образцы имели одинаковую исходную твердость равную 58-63HRC.

Испытаниями показано (рис.1), что в период приработки наибольший износ характерен для наплавленных плазменным методом образцов. Их стойкость в этот период в 1,8-2,0 раза ниже, чем образцов закаленных ТВЧ. Это связано с переносом и налипанием металла на вкладыш. Исследованиями установлено, что вес вкладыша в период приработки увеличивается на 0,2-0,4%. В связи с этим рекомендовано проводить обкатку двигателя после его ремонта (плазменная наплавка), а после приработки производить замену вкладыша шеек коленчатого вала.

В период устоявшегося износа стойкость наплавленных коленчатых валов находится на уровне новых, а в ряде случаев на 15-20% превышает эти показатели.

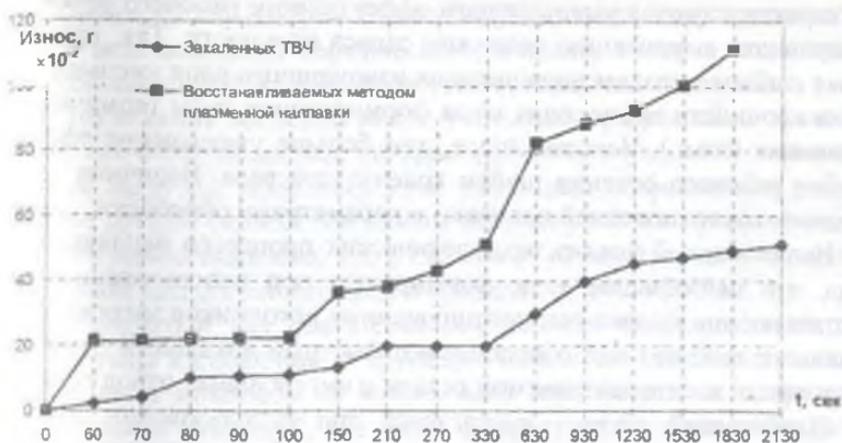


Рис. 1. ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ИЗ СТАЛИ 45 В ПЕРИОД ПРИРАБОТКИ: \blacklozenge - закаленных ТВЧ, \blacksquare - восстановленных методом плазменной наплавки.

В результате проведенных исследований установлены изменения структуры и свойств коленчатых валов, подвергнутых закалке ТВЧ и восстановленных плазменным методом. Оценено влияние основных технологических параметров на качество восстанавливаемых коленчатых валов. Выявлены особенности поведения коленчатых валов, при проведении испытаний на износ. Даны рекомендации по применению метода плазменной наплавки оптимальным параметрам обработки для восстановления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исаков А.Э., Комиссаржевская В.И., Гурвич И.Б. Исследования изменения твердости шеек стальных коленчатых валов в процессе изнашивания. "Автомобильная промышленность", №11, 1989г.
2. Доценко Н.И. Износостойкость коленчатых валов, восстановленных наплавкой "Автомобильный транспорт" №2, 1987г.
3. Методические указания. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. М., Издательство стандартов, 1982г.

УДК 621.791.972.55

Харьяков А. В., инженер.

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАПЛАВКИ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВЫМ МЕТОДОМ.

Существует большое разнообразие методов и технологических процессов ремонта и восстановления коленчатых валов, однако все