

## ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТОЛКАТЕЛЕЙ КЛАПАНОВ

Повышение ресурса работы двигателей внутреннего сгорания находится в прямой зависимости от долговечности деталей механизма газораспределения, в частности толкателей клапана. Рабочая поверхность толкателя клапана воспринимает значительные динамические нагрузки, достигающие 212 кгс. На контактирующей поверхности толкателя возникают напряжения, достигающие до  $15 \cdot 10^3$  кгс/см<sup>2</sup>, что при повышенных температурах (363 К) и неблагоприятных условиях смазки приводит к усталостному разрушению и износу.

Обычно для изготовления толкателей используют сталь 40Х с закалкой ТВЧ или малоуглеродистые стали (сталь 20, сталь 20Х) с последующей цементацией и закалкой ТВЧ.

Однако, как показали исследования, работоспособность толкателя клапана 240-1007375, изготовленного из стали 20Х, оказалась низкой.

С целью повышения работоспособности толкателей клапанов на Горьковском и Московском автозаводах, Челябинском автомобильном заводе упрочнение толкателей производят методом наплавки износостойкими чугунами. Однако при наплавке появляются дефекты (пористость, раковины), приводящие к браку.

Для улучшения качества упрочненных поверхностей целесообразно применять ультразвуковую обработку совместно с термомеханической обработкой.

При термообработке износостойкого чугуна использование ультразвуковых колебаний способствует стабилизации твердости, графитизации и ускорению процесса распада цементитной составляющей [1].

Известно [2], что ультразвуковая обработка сплавов приводит к увеличению как количества центров кристаллизации, так и скорости их зарождения.

Использование положений [3] о влиянии несовершенств строения реальных кристаллов на механизм и кинетику фазовых и структурных превращений при термической обработке дает возможность применять пластическую деформацию при температуре фазовых превращений износостойких сплавов и чугунов и, таким образом, оказывать влияние на изменение свойств износостойкого чугуна после закалки. Деформацию и нагрев проводят

либо одновременно, либо последовательно, и в обоих случаях достигают разориентации субзерен. Такая предварительная обработка способствует созданию определенных устойчивых свойств, оказывающих влияние на превращения и структуру при закалке, т.е. здесь идет речь о технологической наследственности и возможности ее изменения.

В настоящей работе проведены исследования ультразвуковой обработки толкателей двигателя Д-240 с учетом влияния трех факторов: подачи  $s$ , температуры нагрева толкателей при ТМО и ультразвуковом воздействии  $T^{\circ}K$ , а также глубины снимаемого упрочненного слоя  $t$ . Обработку толкателей производили на установке, смонтированной на токарном станке с использованием ультразвуковых колебаний, и нагревом ТВЧ. Эксперимент проведен при 1112 об/мин изделия.

Значения принятых факторов и последовательность проведения опытов осуществлялась в соответствии с матрицей планирования и на уровнях, приведенных в табл. 1, 2.

Обработка упрочненного слоя толкателей в ультразвуковом поле дала более высокие значения твердости с меньшим разбросом их значений по поверхности толкателей по сравнению с твердостью, полученной по технологии, принятой на заводе. Так, в заводских образцах твердость наплавленной поверхности имела значения HRC 57..62, в то время как обработка

Т а б л и ц а 1. Матрица полного 3-факторного эксперимента

Номер опыта	$X_1$ (s, мм/об)	$X_2$ ( $^{\circ}K$ )	$X_3$ (t, мм)	Y (HRC)
1	-1	-1	-1	62,5
2	+1	-1	-1	62,0
3	-1	+1	-1	63,0
4	+1	+1	-1	61,9
5	-1	-1	+1	63,4
6	+1	-1	+1	62,5
7	-1	+1	+1	63,9
8	+1	+1	+1	62,5

Т а б л и ц а 2. Основные характеристики плана эксперимента

Характеристика эксперимента	$X_1$ (s, мм/об)	$X_2$ ( $^{\circ}K$ )	$X_3$ (t, мм)
Основной уровень	0,37	1223	0,5
Верхний уровень	0,52	1273	0,7
Нижний уровень	0,22	1173	0,3
Интервал варьирования	0,15	50	0,2

толкателей на ультразвуковой установке обеспечивает получение твердости HRC 60...65,5 при среднем значении ее по отдельным опытам от HRC 61,9 до HRC 63,9.

Наиболее благоприятным режимом ультразвуковой обработки оказался режим при  $T = 1273^{\circ}\text{K}$ ,  $s = 0,22$  мм/об и  $t = 0,7$  мм (HRC 63,9). В этом случае обеспечивалось получение хорошей структуры чугуна, с равномерно распределенным, точечным, обильным графитом. Обработка износостойкого чугуна при температуре  $T = 1273^{\circ}\text{K}$ , подаче  $s = 0,52$  мм/об и глубине  $t = 0,3$  мм дала меньшую твердость (HRC 61,9), но структура слоя получена хорошая: с мелким равномерно распределенным графитом, соответствует допустимым микроструктурам чугуна согласно шкалам структур на эту марку легированного чугуна.

Математическая модель процесса ультразвуковой термомеханической обработки толкателей клапанов описана с помощью метода полного факторного эксперимента [4].

Основное уравнение регрессии процесса обработки толкателей будет иметь вид  $Y = 62,71 - 0,49X_1 + 0,11X_2 + 0,36X_3 - 0,14X_1X_2 + 0,01X_2X_3$ .

Анализ полученного уравнения с учетом ограничений для факторов позволил установить, что оптимальным режимом ультразвуковой обработки чугуна будет: подача  $s = 0,22...0,3$  мм/об; глубина деформирования  $t = 0,7$  мм, температура нагрева  $T^{\circ}\text{K} = 1223...1273$ .

Таким образом, необходимая мелкозернистая структура износостойкого чугуна, а также его максимальная твердость, способствующие повышению работоспособности толкателей, зависят как от подачи  $s$  и температуры  $T$ , так и от глубины деформированного слоя  $t$  при ультразвуковой обработке упрочненного слоя до закалки.

Принятая методика исследований износостойкого чугуна дает возможность определить оптимальные режимы его обработки при ультразвуковом воздействии. Ультразвуковая обработка обеспечивает стабильное улучшение структуры и твердости износостойкого чугуна при закалке, в чем проявляется технологическая наследственность улучшенных обработкой свойств чугуна.

#### Л и т е р а т у р а

1. Ультразвук в машиностроении. Вып. 1. Сб.ст. М., 1966.
2. Физические основы ультразвуковой технологии. М., 1970.
3. Бернштейн М.Л., Термомеханическая обработка сплавов. Т.1, 2. М., 1968.
4. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Л., 1975.