

## УПРОЧНЕНИЕ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

**Т. В. Вигерина**

*Полоцкий государственный университет, Новополоцк*

*Приведены результаты исследований по упрочнению шеек коленчатых валов автотракторных двигателей поверхностным пластическим деформированием. Обоснованы оптимальные режимы процесса после наплавки шеек валов наплавкой в среде защитных газов.*

В практике ремонтного производства существует проблема, возникающая при восстановлении стальных коленчатых валов автотракторных двигателей наплавкой, обусловленная возникновением остаточных напряжений в наносимом покрытии и, как следствие, снижением усталостной прочности восстановленных шеек валов на 25 – 30 % [1].

Наплавка в большинстве случаев позволяет получить покрытия, характеризующиеся высокой износостойкостью. Для того чтобы достичь значений предела выносливости, не уступающего пределу выносливости новых валов, в технологический процесс восстановления вводят термическую операцию, которая способствует снятию внутренних напряжений, улучшает механические свойства наплавленного материала и зоны термической усталости. Основным недостатком этой операции является высокая энергоемкость. Отрицательное влияние наплавки на структуру получаемых износостойких покрытий так же можно значительно снизить, применяя после наплавки их поверхностное пластическое деформирование (ППД) [2].

Обкаточный ролик упрочняющего устройства под влиянием усилия прижима, действующего в обрабатывающей системе, вызывает в зоне контакта с обрабатываемой заготовкой местную как упругую, так и пластическую деформации. Из-за большой твердости обрабатываемого инструмента деформации имеют место в поверхностном слое покрытия. В результате деформации происходит изменение исходной формы и ориентации зерен. Они подвергаются сплющиванию и вытягиванию в направлении максимальной деформации с анизотропией механических свойств, происходит также изменение ориентации структурных составляющих вдоль обрабатываемой поверхности под влиянием контактного давления. Размеры зерен уменьшаются в направлении, нормальном к обрабатываемой поверхности и увеличиваются в направлении, совпадающем с направлением поверхностной пластической обработки [3]. Пластическая деформация распространяется от поверхности детали на глубину, зависящую от пластических свойств материала и усилия деформирования. Зависимость толщины де-

формированного слоя от усилия прижатия ролика носит нелинейный характер (рис. 1).

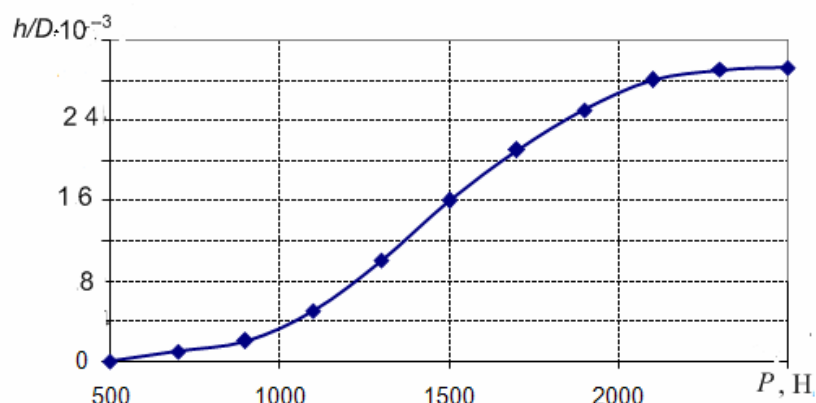


Рис. 1. Зависимость относительной глубины пластической деформации  $h/D$  от усилия прижатия обкаточного ролика  $P$

При усилии деформирования 500 – 1000 Н относительная глубина пластической деформации ( $h/D$ , где  $h$  – глубина пластической деформации;  $D$  – диаметр обкаточного ролика) с увеличением усилия прижатия ролика изменяется незначительно от  $1 \cdot 10^{-3}$  до  $3 \cdot 10^{-3}$ , что объясняется преимущественно смятием микронеровностей. При усилии 1000 – 2000 Н зависимость носит примерно линейный характер (относительная глубина пластической деформации от  $3 \cdot 10^{-3}$  до  $26 \cdot 10^{-3}$ ), т. е. с увеличением усилия прижатия ролика пропорционально ему увеличивается и толщина деформированного слоя. Если усилие превышает 2000 Н, то с его увеличением относительная глубина деформации практически не изменяется  $\sim 28 \cdot 10^{-3}$ , так как верхний слой материала имеет ограниченную способность к аккумуляции энергии деформирования и по мере последовательной деформации наступает состояние энергетического насыщения. Дальнейшее увеличение усилия или количества проходов при поверхностной пластической обработке может привести к отслоению поверхности.

Упрочнение материала при деформировании объясняет дислокационная теория, из которой следует, что дислокации концентрируются возле линий скольжения. Около дислокаций образуются поля напряжений, поэтому для дальнейшего их распространения необходимо приложение большего усилия по сравнению с неупрочненным материалом. Перемещающиеся дислокации задерживаются, если встречают на своем пути препятствия в виде других дислокаций, границ зерен или стенок кристаллов, что обуславливает повышение усталостной прочности после ППД.

Способность материала к деформационному упрочнению зависит в большой степени от его состава и структуры. С увеличением содержания углерода в сталях пропорционально снижается и прирост твердости, не-

смотря на повышение усилия прижатия инструмента к заготовке. Микроструктура покрытия, полученная наплавкой проволоки Св-08Х13, представляет собой ферритно-мартенситную структуру с мелкодисперсными включениями карбидов металлов. Сплавы с подобной структурой и низким содержанием углерода имеют способность к значительным увеличениям твердости, прочности и износостойкости в результате наклепа (при пластическом деформировании со значительной степенью деформации). В результате ППД в поверхностном слое наплавленного покрытия образуется текстура с повышенной концентрацией дефектов кристаллической решетки  $0,71 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$ . Также после ППД в покрытии возникают внутренние остаточные напряжения сжатия, которые блокируют раскрытие усталостных трещин, превращая их в нераспространяющиеся. Изменение ориентации структурных составляющих вдоль обрабатываемой поверхности под влиянием контактного давления, препятствующее росту усталостных трещин, в основном радиально ориентированных, объясняет повышение усталостной прочности ППД.

Введение в технологию восстановления валов наплавкой проволокой Св-08Х13 операции поверхностного пластического деформирования обкаточным роликом с силой его прижатия ролика 2900 Н повышает предел выносливости восстановленных валов на 25 – 30 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров, А. И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А. И. Сидоров. – М.: Машиностроение, 1987. – 345 с.
2. Кравчук, В. С. Сопротивление деформированию и разрушению поверхностно-упрочненных деталей машин и элементов конструкций / В. С. Кравчук, Абу Айаш Юсеф, А. В. Кравчук. – Одесса: Астропринт, 2000. – 160 с.
3. Пшибыльский, В. В. Технология поверхностной пластической обработки / В. В. Пшибыльский. – М.: Металлургия, 1991. – 479 с.

**УДК 621-752(031):62.19**

### **МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСМИССИОННЫХ СИСТЕМ МОБИЛЬНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Н. Н. Ишин, А. М. Гоман, В. И. Адашкевич,  
А. С. Скороходов, М. К. Натурьева**

***Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск***

*Предложена методология оценки технического состояния редукторных систем мобильных машин, базирующаяся на мониторинге их вибрационных характеристик в процессе эксплуатации.*