

УДК 621.791

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ МАТЕРИАЛА

М.Ю. ЖЕРНОСЕК

(Представлено: д-р техн. наук, проф. В.П. ИВАНОВ)

*Изучены существующие способы восстановления деталей поверхностным пластическим деформированием. Проанализированы их достоинства и недостатки. Получена зависимость относительной глубины пластической деформации от усилия прижатия обкаточного ролика и установлено, что увеличение толщины деформированного слоя происходит до значения усилия 2300 Н, а затем наблюдается отслоение поверхностного слоя материала.*

Восстановление детали – комплекс технологических операций по устранению дефектов детали, обеспечивающих возобновление ее работоспособности и геометрических параметров, установленных нормативно-технической документацией.

Восстановление деталей давлением заключается в восстановлении первоначальных размеров рабочих поверхностей пластическим деформированием за счет перераспределения материала детали. В процессе деформирования материал детали вытесняется с нерабочих участков на изношенные поверхности, в результате чего восстанавливаются форма и размеры этих поверхностей.

Способность металлов к пластической деформации зависит от их пластических свойств, которые, в свою очередь зависят от химического состава, структуры, температура нагрева и скорости деформации. Чистые металлы имеют наибольшую пластичность, которая снижается с введением в их состав легирующих элементов [1].

Различают следующие виды пластической деформации [2] – холодная и горячая.

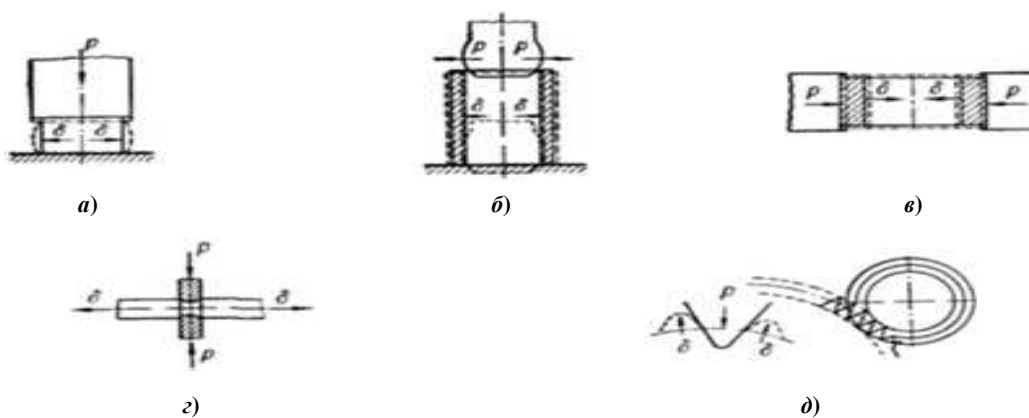
Первая осуществляется за счет приложения значительных внешних сил, сопровождается внутрикристаллическими сдвигами металла и его уплотнением. Этот вид деформации чаще все применяют при ремонте деталей из цветных металлов.

Второй вид деформации достигается предварительным подогревом детали до кованных температур. В этом случае происходят межкристаллические сдвиги металла, требуется меньшая внешняя сила, поверхностного упрочнения металла не происходит.

Основные требования, предъявляемые к упрочняемым или восстанавливаемым деталям:

- наличие запаса материала на нерабочих участках ремонтируемой детали;
- достаточная пластичность материала;
- объемы механической и термической обработки должны быть минимальными;
- при ремонте этим способом закаленных или поверхностно-упрочненных деталей необходимо предварительно произвести отпуск или отжиг детали.

Процессы восстановления давлением изношенных деталей: осадка, раздача, обжатие, вытяжка, накатка представлены схематично на рисунке 1.



а – осадка; б – раздача; в – обжатие; г – вытяжка; д – накатка

Рисунок 1. – Виды обработки деталей давлением

Осадка (см. рис. 1, *а*) применяется для увеличения наружных размеров сплошных и полых деталей и уменьшения внутренних размеров полых. При осадке направление внешней силы  $P$ , действующей по вертикальной оси детали, не совпадает с направлением деформации.

Раздача (см. рис. 1, *б*) применяется для увеличения наружных размеров детали при сохранении или незначительном изменении ее высоты. В этом случае направление действующей силы  $P$  совпадает с направлением требуемой деформации, и металл перемещается от центра к периферии.

Обжатие (см. рис. 1, *в*) используется для уменьшения размера внутренней поверхности полых детали за счет уменьшения размера ее наружной поверхности. При обжатии направление действующей силы совпадает; направлением требуемой деформации, происходит перемещение металла к периферии к центру.

Вытяжка (см. рис. 1, *г*) применяется для увеличения длины детали за счёт местного сужения ее поперечного сечения на небольшом участке. При вытяжке направление действующей силы  $P$  не совпадает с направлением требуемой деформации.

Накатка (см. рис. 1, *д*) применяется для увеличения наружных или уменьшения внутренних размеров детали за счет выдавливания металла на отдельных участках поверхностей. При накатке направление действующей силы  $P$  противоположно направлению требуемой деформации.

Преимуществами восстановления деталей пластическим деформированием является экономичность процесса, высокое качество, использование стандартного оборудования.

Недостатки – необходимость повторной термической обработки для некоторых случаев, потребность в специальной оснастке для каждого типоразмера.

В работе были проведены исследования зависимости толщины деформированного слоя от усилия прижатия ролика и установлено, что она носит нелинейный характер (рис. 2).

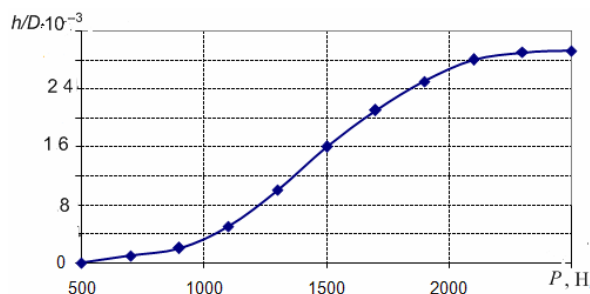


Рисунок 2. – Зависимость относительной глубины пластической деформации  $h/D$  от усилия прижатия обкаточного ролика  $P$

Условно график можно разделить на три участка. На первом участке ( $P = 500–1000$ ) Н, толщина деформированного слоя с увеличением усилия прижатия ролика изменяется незначительно, что объясняется преимущественно смятием микронеровностей. На втором участке  $P = 1000–2000$  Н, зависимость носит примерно линейный характер. На третьем участке ( $P > 2000$  Н), с увеличением усилия прижатия ролика толщина деформированного слоя практически не изменяется, так как верхний слой материала имеет ограниченную способность к аккумулярованию энергии деформирования и по мере последовательной деформации наступает состояние энергетического насыщения. Дальнейшее увеличение усилия или количества ходов при поверхностной пластической обработке может привести к отслаиванию поверхности.

#### Заключение

В результате поверхностного пластического деформирования в поверхностном слое получена повышенная концентрация дефектов кристаллической решетки, которые тормозят плоскости скольжения, затрудняя их дальнейшее распространение, что позволяет повысить усталостную прочность валов.

Установлено, что толщина деформированного слоя увеличивается до определенного значения  $P$  ( $\approx 2300$  Н), дальнейшее увеличение усилия прижатия обкаточного ролика не имеет смысла и зачастую приводит к отслаиванию материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шадричев, В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей : учебник для вузов / В.А. Шадричев. – Л. : Машиностроение, 1976. – 500 с.
2. Рохматулин, М.Д. Технология ремонта тепловозов : учебник для вузов / М.Д. Рохматулин. – М. : Транспорт, 1983. – 319 с.
3. Эксплуатация и ремонт машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://expl-remont.narod.ru/index/0-29>. – Дата доступа: 16.10.2017.