

И.Г.ДОВГЯЛЛО, С.Е.БЕЛЬСКИЙ,  
канд.ты техн. наук, В.Б.ВИШНЕВСКИЙ,  
канд. хим. наук, А.И.СУРУС (БТИ)

## ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА ПРОЦЕСС УПРОЧНЕНИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

В настоящее время практически все ответственные детали автомобилей и тракторов подвергаются различным видам термической и химико-термической обработки, в частности низкотемпературной карбонитрации, обеспечивающей высокое сопротивление поверхностей износу, заеданию, коррозии и усталостному разрушению. При проведении данного процесса шероховатость поверхности практически не изменяется, также не отмечается деформации изделий, что позволяет использовать его в качестве финишного. Однако этот способ наряду с положительными качествами имеет и отрицательные, такие, как недостаточная толщина карбонитридного и диффузионного слоев, а также невозможность упрочнения труднодоступных мест деталей. Эффективным средством устранения этих недостатков является введение в расплав знакопеременных колебаний [1].

Цель настоящей работы — изучение влияния энергии циклических колебаний на низкотемпературную карбонитрацию и свойства обработанных поверхностей труднодоступных участков деталей. Упрочнение осуществлялось при температуре 560—570 °С и продолжительности 2,0—2,5 ч в расплаве, полученным сплавлением 55 %  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  и 45 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Исследования проводились на специально созданной установке, состоящей из ультразвукового генератора УЗГ-2-М, магнитострикционного преобразователя ПМС-15А-18 и грибкового концентратора, рассчитанного согласно методике [2]. Установка работает на резонансной частоте 18 кГц с амплитудой смещения торца излучателя 15 мкм и интенсивностью излучения 2,5 Вт/см<sup>2</sup>.

Труднодоступные поверхности деталей моделировались с помощью образцов из термообработанной (улучшение, 28—32 HRC) стали 40Х с глухими и сквозными отверстиями диаметром 2—9 мм и глубиной до 80 мм. Толщина карбонитридного слоя оценивалась металлографическим способом, а глубина диффузионной зоны — методами микротвердости и металлографии (после отжига образцов до 400 °С). Введение циклических колебаний в расплав привело по сравнению с обработкой в обычных условиях к увеличению толщины карбонитридного слоя от 15 до 20 мкм, а диффузионного — от 220 до 300 мкм. Микротвердость по всей глубине упрочненного слоя увеличилась в среднем на 500 МПа за счет повышения содержания азота в диффузионном слое и образования мелкодисперсных нитридов.

При обработке образцов со сквозными и глухими отверстиями диаметром 2—3 мм в обычных условиях (рис. 1) диффузионный слой отсутствует уже на глубине соответственно 40 и 20 мм. Введение же колебаний в расплав позволяет получить на этих глубинах упрочненный слой толщиной до 50 мкм и на глубине 80 мм глухих отверстий до 20 мкм. На образцах с отверстиями диа-

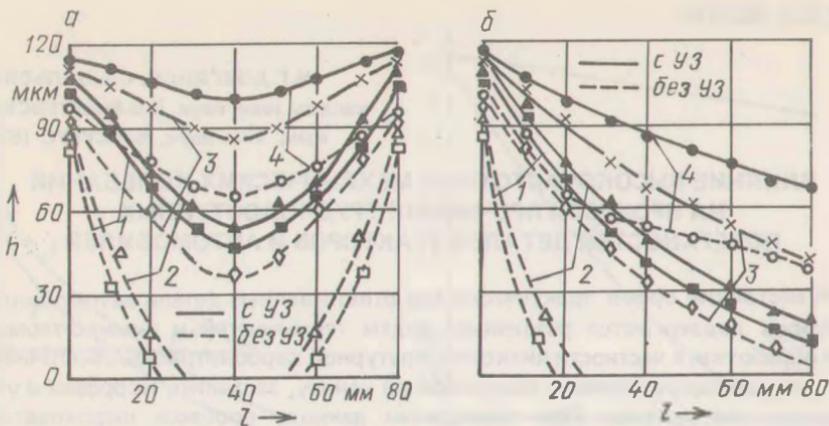


Рис. 1. Распределение толщины  $h$  диффузного слоя по глубине сквозного (а) и глухого (б) отверстий диаметрами 2 мм (1), 3 мм (2), 5 мм (3) и 9 мм (4)

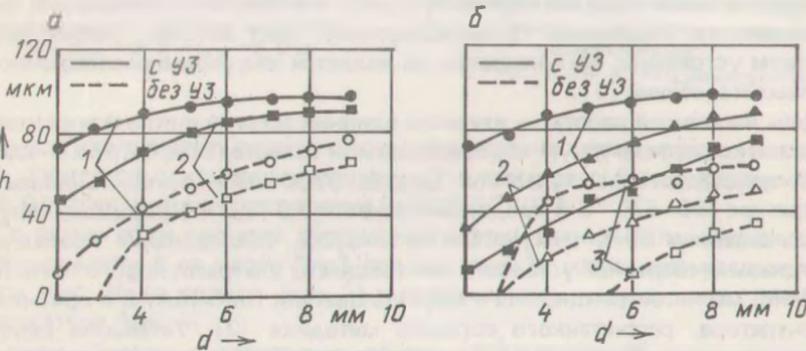


Рис. 2. Влияние диаметра сквозного (а) и глухого (б) отверстий на толщину  $h$  диффузного слоя на глубине 20 мм (1), 40 мм (2) и 80 мм (3)

метром менее 4 мм наибольшая толщина слоя получалась по краям с постепенным понижением к середине, а с большими отверстиями изменялась незначительно по длине отверстий. Интенсификация процесса в наибольшей мере сказывается при обработке отверстий малых диаметров (рис. 2).

Влияние циклических напряжений на процесс диффузионного насыщения можно объяснить увеличением концентрации активных атомов азота за счет дополнительного разложения и окисления цианата натрия под воздействием кавитации [3]. Кавитационная бомбардировка активирует поверхности металла и обеспечивает лучшую сорбцию азота, а давления, возникающие при захлопывании микропузырьков, способствуют проникновению азота в металл. Под влиянием ультразвуковых колебаний в поверхностном слое металла повышается концентрация точечных дефектов, что также способствует ускорению диффузии азота.

Кроме того, на поверхностное насыщение труднодоступных мест значи-

тельно влияет акустический кавитационный эффект [4–6], отмечаемый при интенсивности ультразвука выше порога кавитации ( $\sim 1 \text{ Вт}/\text{см}^2$ ). Известно, что при асимметричном захлопывании кавитационных пузырьков у входа в отверстие образующиеся кумулятивные струи вызывают результирующий поток, направленный в отверстие. Скорость его может достигать порядка  $10^3 \text{ м}/\text{с}$  [7]. Эти потоки обеспечивают интенсивное заполнение расплавом глухих или продувание сквозных отверстий.

Таким образом, введение высокочастотных колебаний в расплав способствует не только интенсификации процесса диффузионного насыщения, но и делает возможным упрочнение труднодоступных поверхностей деталей. Данный процесс может быть рекомендован для обработки деталей автомобилей и тракторов (клапаны, шаровые опоры, цилиндры тормозных систем и подвески, шестерни, крестовины, карданные валы и дифференциалы) и технологической оснастки (элементы пресс-форм, фильтры и т.п.).

#### Литература

1. Абрамов О.В., Хорбенко И.Г., Швегла Ш. Ультразвуковая обработка материалов. М., 1984.
2. Северденко В.П., Степаненко А.В., Хан Даик Ким, Довгялло И.Г. О расчете волновода с преобразованием направления колебаний // Прикладная механика. 1980. Т. 16. № 5. С. 137–140.
3. Нехаев И.П., Довгялло И.Г., Кузьминова Ф.М. Влияние ультразвуковых колебаний на кинетику химических реакций ванны жидкостного азотирования на основе мочевины // Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Минск, 1977. С. 127–128.
4. Прохоренко П.П., Дежкунов Н.В., Коновалов Г.Е. Ультразвуковой капиллярный эффект. Минск, 1981.
5. Прохоренко П.П., Пугачев С.И., Семенова Н.Г. Ультразвуковая металлизация материала. Минск, 1987.
6. Прохоренко П.П., Мигун Н.Г. Введение в теорию капиллярного контроля. Минск, 1988.
7. Воинов В.В., Воинов О.В. О движении и заполнении полостей в безграничной жидкости и около плоскости // Прикл. механика и техн. физика. 1975. № 1. С. 89–95.

УДК 630\*323

В.В.ИГНАТЧИК (БТИ)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАХВАТНОГО МЕХАНИЗМА УСТРОЙСТВА ПОШТУЧНОЙ ВЫДАЧИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

У определенных буферно-загрузочных устройств конвейерно-манипуляторного типа, применяемых в лесозаготовительной промышленности, целевым органом является нецентральный кривошипно-кулисный механизм, выполняющий комплекс функций по разобщению и поштучной выдаче сортиментов, труб и других заготовок [1].

На рис. 1 изображена принципиальная схема механизма. В силу технологических потребностей кривошип 4 совершает неполный оборот, кулиса 2 также движется колебательно. Кривошип выступом *b* перемещается в криволинейный направляющий *a* кулисы. Такой механизм эквивалентен кулачковому механизму с геометрическим замыканием звеньев. Поэтому по профилированию прорези кулисы можно определить профиль паза эквивалентного кулачка.