

## ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЗОТИРУЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ ИЗ ЛЕГИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

*Д.В. Тохтер, инженер, АО "Морион" (Санкт-Петербург)*

В связи с возросшими эксплуатационными требованиями к точности штампов для холодной штамповки особое значение приобретают процессы упрочнения деталей. В современном производстве блоки штампов унифицированы и используются многократно для сменных пуансонов и матриц. Упрочнение деталей унифицированных блоков обеспечивает высокую износостойкость, минимальную деформацию и стабильность размеров при продолжительной эксплуатации.

В результате насыщения поверхностных слоев стали азотом образуются мелкодисперсные твердые нитриды, обеспечивающие высокую износостойкость поверхности. Деформация азотированных деталей значительно меньше, чем после цементации и закалки. Структура азотированного слоя стабильна и не изменяется во времени. Широко применяемая сталь 38ХМЮА для азотируемых деталей имеет повышенную хрупкость азотируемого слоя. Для среднелегированных сталей характерно понижение твердости по глубине слоя, что ограничивает использование метода шлифования азотируемых деталей для придания им точных размеров.

Применение безалюминиевых конструкционных сталей позволяет расширить номенклатуру азотируемых точных деталей. Преимущества таких сталей заключаются в большей вязкости азотированного слоя и плавном снижении твердости по глубине. Практика показала, что безалюминиевые конструкционные стали марок 40Х, 40ХФА, 18ХГТ, 45ХЦ, 30ХМА, 40ХНМА, 30НЗВА после азотирования имеют твердость поверхности 56-62 HRC. По сравнению с алюминийсодержащими сталями марки 38ХМЮА пониженная твердость азотируемого слоя в безалюминиевых сталях связана с меньшей насыщенностью его азотом. Поэтому объемные изменения и коробления деталей из безалюминиевых сталей меньше, чем в случае применения стали 38ХМЮА. Исследования износостойкости при работе колонок штампов со смазкой показали, что азотируемые слои безалюминиевых конструкционных сталей обладают в два раза большей износостойкостью по сравнению с высокоуглеродистыми сталями, закаленными на твердость 58-

60 HRC.

На свойства азотируемого слоя безалюминиевых конструкционных сталей оказывает влияние предварительная термическая обработка. Это связано с перераспределением нитридообразующих элементов между твердым раствором и карбидами.

Повышение температуры отпуска при улучшении и снижении твердости стали перед азотированием приводит к уменьшению твердости и глубины азотированного слоя. Поэтому при выборе режима обработки конкретной детали перед азотированием необходимо назначать улучшение на максимально возможную твердость. При этом температура отпуска не должна быть ниже 560-570 °С. Для уменьшения деформации азотируемых точных деталей после механической обработки до азотирования рекомендуется производить дополнительный стабилизирующий отпуск при температуре 570-580 °С.

Азотирование конструкционных сталей, не содержащих алюминия, ведется при температуре не выше 520 °С и степени диссоциации аммиака 15-25 %. При большей температуре и степени диссоциации твердость азотируемого слоя снижается. Насыщение азотом безалюминиевых сталей ускоряется на 30-50 % по сравнению со сталью 38ХМЮА.

Выбор стали зависит от геометрической конфигурации деталей и условий их работы. При несимметричной геометрической форме и резких переходах в сечении рекомендуется применять сталь марки 40ХФА или 30ХГТ, которая обеспечивает при азотировании меньшую деформацию и высокую износостойкость. В случаях, когда поверхность детали должна иметь твердость выше 60 HRC, целесообразно применять обычные алюминийсодержащие стали марок 38ХМЮА или 38ХВФЮА.

Последовательность операций технологического процесса изготовления азотируемых втулок, гильз, колец следующая: 1) обдирка с припуском 1-1,5 мм на сторону; 2) улучшение: сталь 40ХФА - закалка 880-900 °С в масле, отпуск при 620-640 °С, выдержка 2 ч, твердость НВ 268-300; сталь

ЗОХГТ - закалка 840-850 °С в масле, отпуск при 570-590 °С, твердость НВ 217-230; 3) токарная обработка; 4) стабилизирующий отпуск при 580-600 °С, выдержка 8 ч, охлаждение с печью; 5) шлифование; 6) азотирование: температура 500-520 °С, выдержка 36 ч, степень диссоциации аммиака 15-25 %, охлаждение при непрерывной подаче аммиака до 200 °С; стали 40ХФА и ЗОХГТ - глубина слоя 0,35-0,45 мм, твердость HRC 56-58; 7) шлифование или доводка.

Последовательность операций технологического процесса изготовления скалок, колонок и осей: 1) обдирка с припуском 2-2,5 мм на диаметр; 2) улучшение: сталь 38ХМЮА или 38ХВФЮА - закалка 930-950 °С, отпуск при 650-670 °С, выдержка 2 ч, твердость НВ 270-300; 3) токарная обработка; 4) стабилизирующий отпуск при 580-

600 °С, выдержка 8 ч, охлаждение с печью; 5) шлифование; 6) азотирование: температура 500-520 °С, выдержка 36 ч, степень диссоциации аммиака 15-25 %, глубина слоя 0,3-0,35 мм, твердость HRC 64-67; 7) шлифование или доводка.

Таким образом, прогрессивные методы термической обработки ответственных стальных деталей штампов обеспечивают минимальное коробление и износостойкость деталей в эксплуатации.

#### *Литература*

Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т./Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985.

*Ж. "Металлообработка" № 5, 2001*

## АЭРОТЕРМОАКУСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

*В.К. Ерофеев, к.т.н., Г.А. Воробьева, к.т.н., П.Г. Генкин, аспирант,  
Балтийский государственный технический университет  
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург*

Современный уровень отечественной технологической науки в большинстве отраслей промышленности, в частности, в металлургии и машиностроении не отвечает требованиям сегодняшней рыночной экономики (большие энергозатраты, низкое качество, высокая стоимость и т.д.). Разработкой прогрессивных технологий упрочнения металлов и сплавов занимаются ученые и практики во многих странах. При этом используются новейшие достижения, полученные в различных областях науки (теплообмена, газодинамики, акустики, физики твердого тела, термодинамики и т.д.). Особое внимание при создании новых наукоемких технологий уделяется комбинированным средствам воздействия (температурные и силовые поля, криогенная, лазерная, многоциклическая обработка и т.д.) [1,2,3].

В настоящей работе представлены результаты исследований аэротермоакустического воздействия на металлы и сплавы, приведены описания созданных на этой основе технологических процессов. Основными операциями в предложенных технологиях являются нагрев деталей (заготовок) до определенных температур и последующее охлаждение, включая криогенное воздействие, в мощном акустическом поле звукового диапазона дискретных частот с уровнями звукового давле-

ния 150-170 дБ и потоке газа (метод запатентован в 1999г.). Использованные газоакустические системы являются разработкой авторов.

В результате проведенных исследований были разработаны и апробированы в лабораторных условиях следующие варианты технологических процессов, использующие операции стандартной термообработки (СТО) и аэротермоакустическую обработку (АТАО): нагрев для закалки с последующим охлаждением в акустическом поле и стандартным отпуском; стандартная закалка, нагрев для отпуска с последующим охлаждением в акустическом поле; полная СТО, нагрев для отпуска (низкого) с последующим охлаждением в акустическом поле.

Охлаждение нагретых деталей с наложением звукового поля и газового потока может быть реализовано по двум вариантам в зависимости от габаритов деталей и целей обработки:

- 1) охлаждение в резонаторе газоструйного генератора звука (максимальные уровни звукового давления и минимальные скорости потока газа);
- 2) охлаждение в газоструйной системе с наложением звуковых колебаний (средние уровни звукового давления и большие скорости потока, удобен для крупногабаритных деталей).

Управление параметрами аэротермоакустиче-