

відповідному середовищі від 500 до 650 °С. У результаті азотування сталь здобуває: високу твердість на поверхні, що не змінюється при нагріванні до 400–450 °С; низьку схильність до задири і високий опір зносу; високу границю витривалості і кавітаційну стійкість; високий опір корозії в атмосфері, прісній воді і парі.

В наш час, проводяться подальші дослідження даного процесу ХТО, який дозволяє отримувати високу якість поверхні та широке застосування у масовому виробництві.

При дослідженні легованої сталі після газового азотування експериментально встановлено, що з поверхні формується дифузійний шар із послідовно розташованими фазами:  $\epsilon \rightarrow (\epsilon+\gamma') \rightarrow \gamma' \rightarrow (\alpha+\gamma'_{\text{надл}}) \rightarrow \alpha$ .

Виявлено, що шляхом насичення поверхні сталевих виробів атомарним азотом можливо отримати дифузійний шар товщиною 0,55 мм з поверхневою твердістю 648 МПа.

Оптимальним режимом зміцнення поверхневого шару легованої сталі при азотуванні в шахтній печі СШАМ при ступені дисоціації аміаку 25–35 % вважаємо режим при температурі в два ступеня 510–530 °С з загальною тривалістю 48 годин.

Результати досліджень можуть бути використані на виробництві та у науково-дослідних роботах.

УДК 621.785.53

**К.О. Костик, В.О. Костик**

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

## **АЗОТУВАННЯ ЛЕГОВАНОЇ СТАЛІ У ПЛАЗМІ ТЛІЮЧОГО РОЗРЯДУ**

Азотування як метод зміцнення деталей машин і інструмента пройшло тривалий шлях розвитку й удосконалювання. В даний час з точки зору забезпечення функціональних властивостей численних деталей і інструмента воно є одним з ефективних і розповсюджених методів зміцнення в різних галузях машинобудування (автомобілебудування, авіабудування, двигунобудування, верстатобудування).

При азотуванні підвищуються твердість, міцність, зносостійкість, задиристійкість, опірність схоплюванню, корозійна стійкість, опір утомлюванню і теплостійкість. Це досягається низькотемпературним насиченням поверхні деталей азотом.

Промисловий технологічний процес азотування цілком сформувався: як насичену атмосферу застосовується аміак, деталі виготовляються зі складно регульованих спеціальних

сталей, визначені основні параметри процесу (температура насичення, тривалість обробки, ступінь дисоціації аміаку).

Недоліки цього методу: велика тривалість процесу насичення (до 100 г); необхідність застосування спеціальних дорогих сталей, що до того ж нетехнологічні на різних етапах виготовлення деталей; низька в порівнянні з деталями контактна міцність; крихкість поверхневого шару і знижена в'язкість азотованих деталей; нестабільність результатів азотування при його реалізації в промисловості.

Серед переваг процесу азотування необхідно відзначити: високу твердість (до 1100–1300 HV), що досягається без гартування; незначну в порівнянні з іншими методами зміцнення деформацію деталі; теплостійкість поверхневого шару до 500–600 °С; високу зносостійкість; корозійну стійкість (особливо в повітряній атмосфері); високий опір стомлюванню.

Іонно-плазмове азотування (ІПА) – це різновид ХТО деталей машин, інструменту, штампової та ливарної оснастки, яка забезпечує дифузійне насичення поверхневого шару сталі азотом в азотно-водородній плазмі при температурах 400–600 °С. Використання ІПА замість газового азотування дозволить зекономити основне обладнання, знизити верстатні й транспортні витрати, зменшити витрати електроенергії та активних газових середовищ.

Встановлено, що іонно-плазмове азотування легованої сталі при температурі 525 °С за 5 годин дає можливість отримати зміцнення поверхневого шару до 11,0 ГПа на глибину 0,35 мм з балом мікрокрихкості від 0 до 1,5 балів.

УДК 669.715 + 541.124

**М.В. Кошелєв, А. Г. Пригунова**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

### **ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ДОЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТОДОМ СВС**

В работе исследованы фазовые и структурные превращения доэвтектического силумина при термической обработке по специально разработанным режимам, предусматривающих экстремальный характер изменения температуры – режим самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), сформированного по принципу «химической печки» [1,2]. В таком режиме тепловая энергия от высококалорийной смеси внешнего (вспомогательного) слоя (рис.1) используется для реализации высоких скоростей нагревания ( $\sim 10^6$  К/с) внутреннего химически инертного