



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 198 954** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **С 23 С 8/02, 8/52, 26/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2001108024/02, 26.03.2001
(24) Дата начала действия патента: 26.03.2001
(46) Дата публикации: 20.02.2003
(56) Ссылки: SU 1497269 A1, 30.07.1989. SU 597737, 15.03.1978. SU 722999, 25.03.1980. EP 0451327 A2, 16.10.1991.
(98) Адрес для переписки:
443640, г.Самара, ул.Галактионовская, 141,
СамГТУ, патентный отдел, Ю.Н.Климочкину

(71) Заявитель:
Самарский государственный технический университет
(72) Изобретатель: Громаковский Д.Г.,
Ковшов А.Г., Малышев В.П., Ибатуллин
И.Д., Дынников А.В., Шигин С.В., Анучин
Ю.Е., Маруженков К.И.
(73) Патентообладатель:
Самарский государственный технический университет

(54) СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

(57)
Изобретение относится к области упрочняющей обработки деталей и может быть использовано для повышения износостойкости поверхностей трения. Задачей изобретения является образование прочного, износостойкого, коррозионно-устойчивого слоя на поверхности детали. Предложен способ, включающий холодную пластическую деформацию поверхности, ее последующую химико-термическую обработку, причем упрочняемую поверхность подвергают пластической деформации при непрерывной подаче радикалообразующего вещества в зону деформации до достижения заданной

величины наклепа материала поверхностного слоя, затем производят нагрев детали до температуры химической модификации радикалообразующего вещества, при которой начинается деструкция его молекул, и выдерживают деталь при данной температуре при непрерывной подаче радикалообразующего вещества в течение времени, необходимого для предельного насыщения радикалами упрочняемого поверхностного слоя. Техническим результатом изобретения является образование на поверхности детали прочного, износостойкого, коррозионно-устойчивого слоя. 1 табл.

RU 2 198 954 C2

RU 2 198 954 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 198 954** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **C 23 C 8/02, 8/52, 26/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001108024/02, 26.03.2001
(24) Effective date for property rights: 26.03.2001
(46) Date of publication: 20.02.2003
(98) Mail address:
443640, g.Samara, ul.Galaktionovskaja, 141,
SamGTU, patentnyj otdel, Ju.N.Klimochkinu

(71) Applicant:
Samarskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet
(72) Inventor: Gromakovskij D.G.,
Kovshov A.G., Malyshev V.P., Ibatullin
I.D., Dynnikov A.V., Shigin S.V., Anuchin
Ju.E., Maruzhenkov K.I.
(73) Proprietor:
Samarskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet

(54) **METHOD OF HARDENING PARTS SURFACES**

(57) Abstract:

FIELD: hardening of parts; applicable for increasing wear resistance of friction surfaces. SUBSTANCE: method includes cold plastic deformation of surface, its subsequent thermochemical treatment. In so doing, surface to be hardened is subjected to plastic deformation with continuous supply of radical-forming substance to zone of deformation up to attainment of preset value of cold-work hardening of surface

layer material. Then part is heated up to temperature of chemical modification of radical-forming substance at which destruction of its molecules takes place, and part is held at said temperature with continuous supply of radical-forming substance for period of time required for limited saturation of hardened surface layer with radicals. EFFECT: formation of strong, wear- and corrosion-resistant layer on surface of part. 1 tbl

RU 2 1 9 8 9 5 4 C 2

RU 2 1 9 8 9 5 4 C 2

Изобретение относится к упрочняющей обработке деталей и может быть использовано для повышения износостойкости поверхностей трения.

Известны способы механического упрочнения поверхностных слоев металлов и сплавов, основанные на поверхностной пластической деформации (ППД) [1], в которых повышение механических характеристик достигается за счет наклепа, измельчения зерна, образования благоприятной текстуры и остаточных напряжений в поверхностном слое. Одним из важных недостатков механического упрочнения является снижение коррозионной стойкости трущихся поверхностей.

Известны способы повышения прочности поверхностных слоев путем химико-термической обработки (ХТО): азотирование, цементация и др. [2]. При этом на поверхности протекают диффузионные процессы, в ходе которых кристаллическая решетка металлических зерен в поверхностном слое насыщается атомами внедрения, создающими энергетический барьер для образования и скольжения дислокаций. Обработанные таким способом поверхностные слои характеризуются высокой прочностью и коррозионной устойчивостью. Существенным недостатком ХТО является энергоемкость и длительность обработки

Прототипом изобретения является способ комбинированного механического и химико-термического воздействия [3] на упрочняемые поверхности, в котором для повышения износостойкости деталей узлов трения на рабочую поверхность путем деформационного формоизменения наносят сетку каналов гексагональной формы, после чего образцы азотируют. При этом происходит интенсификация процесса химико-термической обработки и увеличивается глубина диффузионной зоны.

Указанный способ имеет недостатки, отмеченные выше.

Сущность предлагаемого изобретения состоит в том, что производимый при ХТО процесс насыщения атомами внедрения предлагается заменить процессом диффузионного насыщения поверхностного слоя радикалами в процессе механо-термической обработки.

В предлагаемом способе используются радикалы, образующиеся при деструкции смазочных материалов, которые, как известно, представляют собой цепочку химически связанных атомов, содержащую на конце незавершенную атомную связь, что обуславливает их высокую прочность и химическую активность. Размеры радикалов превышают атомарные, поэтому их проникновение в кристаллическую решетку путем обычной диффузии затруднительно, однако радикалы могут проникать вглубь поверхностного слоя через более крупные дефекты материала, расположенные по границам зерен или по ямкам выходящих на поверхность дислокаций. Миграция радикалов вглубь поверхностного слоя осуществляется за счет собственной избыточной свободной энергии радикалов, ядер дислокации, границ зерен и протекает согласно принципу минимума свободной энергии. Кроме того, этот процесс

интенсифицируется за счет механической активации материала при его поверхностном деформировании.

Наблюдаемый эффект повышения прочности поверхностного слоя обусловлен "армированием" материала поверхностного слоя цепочками атомов радикалов, прочность связей в которых превышает металлическую, а также барьерным действием внедренных радикалов на процесс образования и скольжения новых дислокаций, что препятствует накоплению дефектов и замедляет развитие усталости и разрушение материала.

Образование радикалов на металлической поверхности в предложенном способе производится путем инициирования деструкции длинных молекул органических соединений при механическом и термическом воздействии за счет механического перетирания молекул и их термического разложения. В обоих случаях наблюдается диссоциация слабейших ковалентных связей в цепочке главных валентностей, а металлическая поверхность оказывает каталитическое действие на процесс деструкции адсорбированных молекул.

Заявленный способ упрочнения металлических поверхностей осуществляется по следующим этапам.

1. Производят холодное поверхностное пластическое деформирование обрабатываемой детали любым традиционным способом (накатка шариком, роликом, вибронатка и т. д.) в среде радикалообразующего вещества. На этом этапе формируется благоприятная текстура, микрорельеф, происходит активация и механический наклеп поверхностного слоя, а также частичное насыщение поверхности радикалами, образованными при механической деструкции молекул радикалообразующего вещества в зоне контакта индентора (шарика, ролика) с поверхностью. Кроме того, при пластической деформации поверхностного слоя образуется большое количество дислокаций, способствующих внедрению радикалов на следующем этапе обработки.

2. Не удаляя с поверхности слой радикалообразующего вещества, производят нагрев обрабатываемой детали до температуры, близкой к температуре химической модификации этого вещества, при которой начинается деструкция молекул, и появляются активные центры - радикалы, представляющие собой отдельные фрагменты исходной молекулы с незавершенными атомными связями. Кроме того, нагрев способствует интенсивному взаимодействию радикалов с обрабатываемой поверхностью. При этом основная часть радикалов проникает в поверхностный слой, упрочняя его, а некоторая часть радикалов окисляется, образуя на поверхности лаковую пленку, или испаряется в атмосферу. Скорость и способ нагрева детали должны обеспечивать равномерный и быстрый прогрев поверхности, так, чтобы не вызвать отпуска металла. После завершения упрочнения производят механическую или химическую очистку обработанной поверхности от следов нагара.

В результате описанного способа на

поверхности образуется прочный, износостойкий коррозионно-устойчивый слой материала детали.

В качестве радикалообразующих веществ используются промышленные смазочные материалы. При ППД обрабатываемой детали они одновременно выполняют функцию смазочно-охлаждающей жидкости, а при термической деструкции является радикалообразующим материалом.

Для повышения температурной стойкости в смазочный материал добавляют антиокислительную присадку, что предотвращает нежелательную реакцию радикалов и ювенильных участков поверхности с кислородом, растворенным в смазочном материале.

Повышение температурной стойкости радикалообразующей жидкости производят потому, что окисленные радикалы превращаются в лаки, а образующаяся на поверхности оксидная пленка препятствует диффузии радикалов, что превращает предложенный процесс в известный способ воронения поверхностей.

В патенте [4] предлагаемый способ используется для контрольной процедуры - оценки энергии активации термомеханической деструкции смазочных материалов, поскольку деструкция смазочных материалов на металлической поверхности вызывает повышение энергии активации пластической деформации материала поверхностного слоя на величину, характеризующую прочность связей молекул испытываемого смазочного материала. В заявленном способе этот эффект используется с целью упрочнения поверхностей деталей.

Пример реализации.

Образцы из стали 12X18H10T в количестве 10 шт. (материал в состоянии поставки) обрабатывали шлифованием на плоскошлифовальном станке, а затем для получения высококачественной плоскости контакта притирали на чугунной плите.

После притирки оценивали микротвердость по Виккерсу и энергию активации пластической деформации поверхностного слоя методом склерометрии. Энергию активации пластической деформации рассчитывали как удельную работу, затрачиваемую на пластическое оттеснение 1 моля вещества поверхностного слоя.

Затем образцы подвергали пластической

деформации (ППД) накатыванием шариком $\varnothing 10$ мм, нагрузка на шарик 100Н в среде радикалообразующей жидкости (масло промышленное И-40А). После ППД производили нагрев образцов в том же масле при $T = 200^\circ\text{C}$ при выдержке 10 мин. Затем по той же методике оценивали энергию активации пластической деформации поверхностного слоя после упрочнения предложенным способом, способом СВС и упрочнения взрывом. Результаты оценки эффективности предлагаемого способа приведены в таблице.

ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием /Справочник. -М.: Машиностроение, 1987. -328 с.
2. Химико-термическая обработка металлов и сплавов /Справочник. -М.: Metallurgia, 1981. -424 с.
3. А.с. 1497269, "Способ упрочнения поверхности деталей" //Громаковский Д. Г. , Кириленко Л.Н., Отражий В.И., Курицын В.Н., кл. С 23 С 8/24, 8/26, 1987 г.
4. Патент РФ 2119165. "Способ оценки энергии активации термомеханической деструкции смазочных материалов" //Громаковский Д.Г., Беленьких Е.В., Ибатуллин И. Д. , Карпов А.С., Ковшов А.Г., Сорокин А.Н., Торренс А.А.; опубл. 20.09.98, Бюл. //Открытия. Изобретения.-1998 г.

Формула изобретения:

Способ упрочнения поверхностей деталей, заключающийся в том, что обрабатываемую поверхность подвергают холодной пластической деформации, а затем химико-термической обработке, отличающийся тем, что упрочняемую поверхность подвергают пластической деформации при непрерывной подаче радикалообразующего вещества в зону деформации до достижения заданной величины наклепа материала поверхностного слоя, а затем производят нагрев детали до температуры химической модификации радикалообразующего вещества, при которой начинается деструкция его молекул, и выдерживают деталь при данной температуре при непрерывной подаче радикалообразующего вещества в течение времени, необходимого для предельного насыщения радикалами упрочняемого поверхностного слоя.

Сопоставление эффективности различных способов
упрочнения поверхностей деталей.

Вид обработки	Микротвердость H_{μ} , кг/мм ²	Энергия активации пластической деформации, кДж/моль
Без обработки	366	47
Накатка	430	56
Технология СВЧ	825	87
Упрочнение взрывом	465	60
Новый способ	795	93

RU 2198954 C2

RU 2198954 C2