



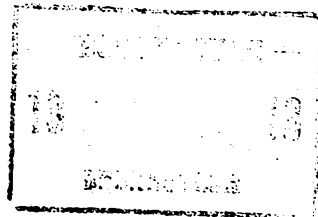
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1148896** **A**

4(51) С 23 С 8/56

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3623406/22-02
(22) 08.04.83
(46) 07.04.85. Бюл. № 13
(72) Р.Н. Уточкин, З.П. Самочернова,
Э.К. Васильева и В.К. Федорова
(53) 621.785.51.52(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 396446, кл. С 23 С 9/04, 1968.
2. Авторское свидетельство СССР
№ 840196, кл. С 23 С 11/16, 1979.

(54)(57) СПОСОБ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ, преимущественно хро-
моникелевых сталей, включающий на-
грев до 940-960°C и выдержку в насы-
щающей среде, о т л и ч а ю щ и й -
с я тем, что, с целью повышения дол-
говечности при циклических нагруз-
ках, в процессе нагрева производят
выдержку при 800-900°C.

(19) **SU** (11) **1148896** **A**

Изобретение относится к упрочнению стальных деталей, преимущественно из хромоникелевых, путем высокотемпературной нитроцементации, и может найти применение в машиностроении и других отраслях промышленности.

Известен способ высокотемпературной нитроцементации из хромоникелевых сталей, включающий выдержку при $860-870^{\circ}\text{C}$ [1].

Данный способ не позволяет получить достаточной глубины диффузионного слоя и высокой прочности, что необходимо для деталей типа шестерен.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ высокотемпературной нитроцементации, включающий выдержку в течение 1-3 ч при $940-960^{\circ}\text{C}$, а затем при $890-910^{\circ}\text{C}$ в течение времени, необходимого для получения заданной глубины слоя [2].

Недостатком известного способа является то, что он не обеспечивает достаточно высокого предела выносливости при циклических нагрузках. Понижение температуры процесса на второй ступени снижает растворимость углерода в аустените и вызывает образование карбонитридов в поверхностном слое, которые являются центрами возникновения усталостных трещин в процессе работы деталей при циклических нагрузках.

Целью изобретения является повышение долговечности при циклических нагрузках.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу высокотемпературной нитроцементации, преимущественно хромоникелевых сталей, включающему нагрев до $940-960^{\circ}\text{C}$ и выдержку в насыщающей среде, в процессе нагрева производят выдержку при $800-900^{\circ}\text{C}$.

Насыщение азотом производят преимущественно на первой ступени, так как при пониженной температуре создаются наиболее благоприятные условия для поглощения его из насыщающей среды.

Время выдержки должно обеспечивать предельное насыщение стали азотом до появления "темной составляющей" в виде точечной сетки, наличие которой приводит к образованию дефектной структуры, снижающей предел вы-

носливости нитроцементованной стали на 30-70%, при этом контактная выносливость уменьшается в 5-6 раз.

Продолжительность выдержки 1-2 ч является оптимальной, так как обеспечивает концентрацию азота в поверхностном слое 0,28-0,35%.

В последствии азот активизирует процесс насыщения металла углеродом. Повышение температуры на второй ступени ускоряет процесс диффузии вглубь металла, предотвращает образование грубых карбонитридов в поверхностном слое и обеспечивает формирование диффузионного слоя с оптимальным содержанием компонентов по глубине слоя.

Пример. Детали из стали 12ХНЗА загружают в шахтную печь Ц-35, нагретую до $870\pm 10^{\circ}\text{C}$, после прогрева подают триэтаноламин (до 65-70 капель в минуту) и выдерживают 1 ч. Затем производят нагрев деталей в углеродоазотистой среде без изменения подачи триэтанолamina до $950\pm 10^{\circ}\text{C}$ по мощности печи и выдержку при этой температуре 5 ч. Охлаждение деталей производят на воздухе.

Последующая термическая обработка деталей заключается в высоком отпуске при $630\pm 10^{\circ}\text{C}$ с охлаждением на воздухе, закалке в масле от $810\pm 10^{\circ}\text{C}$ и низком отпуске при $180\pm 10^{\circ}\text{C}$.

После обработки по такому режиму получается мелкодисперсная структура поверхностного слоя, состоящая из скрытноигольчатого мертенсита и мелкодисперсных карбонитридов, распределенных по всей глубине активного слоя.

Обработка при выходе за граничные значения температурных интервалов 1-й ступени не обеспечивает получение микроструктуры стали, соответствующей требованиям ОСТ 3-4704-80 как "годная". При нижней граничной температуре $780-790^{\circ}\text{C}$ и продолжительности выдержки 2 ч в микроструктуре после окончательной термической обработки видны следы разорванной сетки, карбонитриды балла 8. При продолжительности выдержки 1 ч при этой температуре в поверхностном слое получают карбонитриды балла 7, но также видны следы разорванной карбидной сетки на глубине до 0,1 мм, что является неже-

лательным явлением, так как снижаются прочностные свойства стали.

При верхнем граничном значении температурного интервала 1-й ступени ($930 \pm 10^\circ\text{C}$) при выдержке 1 ч и последующей продолжительности выдержки во 2-й ступени 5 ч в структуре получают остаточный аустенит балла 4, а при выдержке 2 ч в 1-й ступени остаточный аустенит балла 6, что приводит к браку, для исправления которого требуется дополнительно повторная термическая обработка, включающая нагрев и закалку.

Повторная термическая обработка увеличивает технологический цикл обработки деталей и экономически является нецелесообразной.

На чертеже представлено распределение твердости по глубине нитроцементированного слоя зубьев шестерен, обработанных по известному и предлагаемому способам.

Режимы обработки шестерен из стали 12ХНЗА по известному и предлагаемому режимам, а также результаты исследований качества нитроцементации приведены в таблице.

Из приведенных результатов исследований видно, что по сравнению с известным способом предлагаемый обеспечивает получение больших значений эффективной глубины слоя при одина-

ковых общих глубинах слоев. Нитроцементация при граничных условиях первой ступени в случае несколько меньшей общей глубины слоя также обеспечивает большую глубину эффективного слоя по сравнению с известным способом.

Испытания зубьев шестерен при циклическом изгибном напряжении пульсирующей нагрузкой по асимметричному знакопостоянному циклу с коэффициентом асимметрии 0,5 показали, что на базе $1 \cdot 10^6$ циклов шестерни, обработанной по известному способу, нагрузка составляет 9 тнс, а обработанной по предлагаемому способу 12 тнс.

Таким образом, предлагаемый способ нитроцементации за счет увеличения эффективной глубины диффузионного слоя повышает долговечность при циклических нагрузках на 30% по сравнению с известным способом. По сравнению с базовым объектом, включающим цементацию при $940 \pm 10^\circ\text{C}$ в течение 8-9 ч, предлагаемый способ повышает производительность, улучшает качество изделий и повышает долговечность деталей.

Предварительный расчет показал, что экономический эффект от использования изобретения на предприятиях подотрасли составит 36,0 тыс.руб. в расчете на 100 изделий.

Способ	Температура процесса, °C	Среда	Время выдержки, ч	Глубина слоя, мм		Твердость HRC		Микроструктура поверхностного слоя
				Общая	Эффективная до HV ₅ 650	поверхности	сердцевины	

Известный

1 ступень 930±10	Углеродный потенциал 1,3-1,5% C + 4±0,5% NH ₃	2	1,1	0,7	60-61	34-35	Мелкоигольчатый мартенсит, карбонитриды 1 балл, остаточный аустенит 1 балл
---------------------	--	---	-----	-----	-------	-------	--

2 ступень
870±10Углеродный потенциал
1,1-1,2% C +
4±0,5% NH₃

4

Предлагаемый

1 ступень
810 ± 10

Углеродный потенциал

2

1,0

0,8

61-62

34-35

Мелкоигольчатый мартенсит, карбонитриды 2 балл, остаточный аустенит 1 балл

2 ступень
870 ± 10Углеродный потенциал
1,1-1,2% C +
4±0,5% NH₃

4

1 ступень
870 ± 10

Углеродный потенциал

1

1,1

0,9

60-60,5

34-35

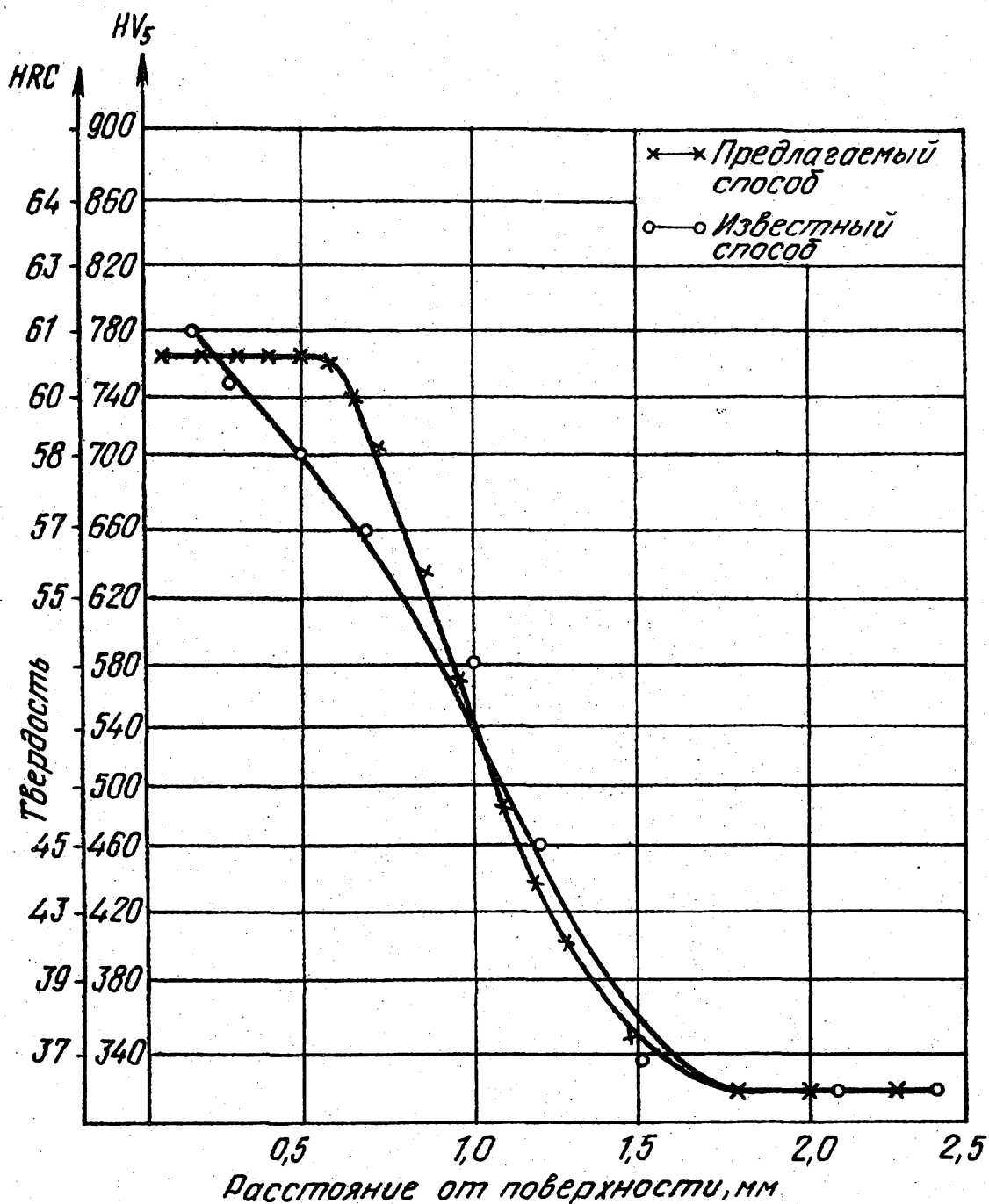
Продолжение таблицы

Способ	Температура процесса, °C	Среда	Время выдержки, ч	Глубина слоя, мм		Твердость HRC		Микроструктура поверхностного слоя
				Общая	Эффективная до HV ₅ 650	поверхности	сердцевины	
2 ступень 930±10		1, 1-1,2% C + +4±0,5% NH ₃	5					Мелкоиглолчатый мартенсит, карбонитриды 1 балл, остаточный аустенит 1 балл
1 ступень 890±10		Углеродный потенциал	1	1,0	0,8	61-62	34-35	Мелкоиглолчатый мартенсит, карбонитриды 1 балл, остаточный аустенит 1 балл
2 ступень 930±10		1, 1-1,2% C + +4±0,5% NH ₃	4					

1148896

7

8



Составитель Р. Клыкова

Редактор А. Шишкина

Техред Ж. Кастелевич

Корректор В. Гирняк

Заказ 1828/17

Тираж 900

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4