

УДК 608

АЗОТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

МИНГАЖЕВ АСКАР ДЖАМИЛЕВИЧ,

к.т.н., доцент

ЯШИНА АННА СЕРГЕЕВНА,

магистрант

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Аннотация: Данная работа посвящена разработке и исследованию способа азотирования деталей из легированных сталей, подверженных предварительной поверхностной пластической деформации (ППД). В качестве материалов деталей использовались стали 20X13 и 38X2MЮА. В качестве метода ППД использовались дробеструйное упрочнение стальными микрошариками и гидродробеструйное упрочнение стеклянными микрошариками. Проведенные исследования показали, что при обычном традиционном азотировании в азотированном слое возникают дефекты в виде микротрещин. При использовании предварительной обработки ППД дефектный слой в азотированном слое не возникает.

Ключевые слова: Азотирование, микроструктура, предварительное поверхностное пластическое деформирование, дробеструйное упрочнение, гидродробеструйное упрочнение

NITRIDING OF PARTS MADE OF ALLOY STEELS USING THE EFFECT OF SURFACE PLASTIC DEFORMATION

**Mingazhev Askar Dzhamilovich,
Yashina Anna Sergeevna**

Abstract: This work is devoted to the development and study of the method of nitriding of parts made of alloy steels subjected to preliminary surface plastic deformation (PPD). As materials of parts used steel 20X13 and 38H2MYUA. As a method of PPD was used shotpeened steel and glass microspheres hydrotubation hardening of the glass microspheres. Studies have shown that in conventional traditional nitriding in the nitrided layer there are defects in the form of micro-cracks. When using the pre-treatment of PPD, a defective layer in the nitrided layer does not occur

Key words: Nitriding, microstructure, pre-surface plastic deformation, shot blasting hardening, hydroblasting hardening

Одной из важнейших задач современного машиностроения является обеспечение надежности и долговечности деталей работающих в условиях трения и подвергающихся значительному износу. Потеря эксплуатационной надежности возникает в результате изменения форм и размеров деталей, состояния поверхностного слоя, деградации материала.

Арсенал современных методов защитно-упрочняющей обработки деталей весьма велик [1,2]. Он включает в себя как традиционные методы химико-термической обработки, такие как например, азотирование, нитроцементация, цементация [3, с.35], так и высокоэнергетические методы ионно-плазменной и ионно-имплантационной обработки, а также нанесения износостойких покрытий [4, с.2]. Несмотря на высокие эксплуатационные характеристики высокоэнергетических методов упрочнения, традиционные методы обработки, в силу своей экономичности и простоты реализации, а также практической целесообразности для ряда деталей, остаются наиболее востребованными [1,103]. В этой связи повышение эффективности традиционных методов упрочняющей обработки деталей машин являются весьма актуальными.

Данная работа посвящена разработке и исследованию способа азотирования деталей из легированных сталей, подверженных предварительной поверхностной пластической деформации (ППД). В качестве материалов деталей использовались стали 20X13 и 38X2MЮА. В качестве метода ППД использовались дробеструйное упрочнение стальными микрошариками и гидродробеструйное упрочнение стеклянными микрошариками.

Дробеструйная обработка деталей осуществлялась стальными микрошариками $\varnothing 0,1...0,3$ мм, выполненными из инструментальной стали У8 с твердостью 46-48 HRC, а гидродробеструйная обработке стеклошариками $\varnothing 0,42-0,6$ мм (таблица 1).

Таблица 1

Твердость деталей из легированных сталей, обработанных ППД микрошариками и гидродробеструйной обработкой

№ п/п	Материал детали и вид обработки	Твердость, HRC (15кгс)
1.0	сталь 38X2MЮА, ИСМПС	68,5
1.1	38X2MЮА (ГДСУСШ, $\varnothing 0,42-0,6$ мм, P=3,5атм; t=1мин)	71,6
1.2	38X2MЮА (ГДСУСШ, $\varnothing 0,42-0,6$ мм, P=4,8атм; t=90сек)	75,3
1.3	38X2MЮА (ГДСУСШ, $\varnothing 0,42-0,6$ мм, P=1,2атм; t=45сек)	71,3
1.4	38X2MЮА (ГДСУСШ, $\varnothing 0,42-0,6$ мм, P=3,5атм; t=1мин)+азотирование	91
1.5	38X2MЮА (ГДСУСШ, $\varnothing 0,42-0,6$ мм, P=4,8атм; t=90сек)+азотирование	90
1.6	38X2MЮА (ГДСУСШ, $\varnothing 0,42-0,6$ мм, P=1,2атм; t=45сек)+А	91,2
2.0	Сталь 20X13, ИСМПС	65,3
2.1	20X13 УСМШ, $\varnothing 0,2$ мм P=5атм, t=4мин)	70
2.2	20X13 (УСМШ, $\varnothing 0,2$ мм P=5атм, t=3мин)	73,2
2.3	20X13 (УСМШ, $\varnothing 0,2$ мм P=4атм, t=4,5мин)+А	93,3
2.4	20X13 (УСМШ, $\varnothing 0,2$ мм P=5атм, t=4мин)+А	93
2.5	20X13 (УСМШ, $\varnothing 0,2$ мм P=5атм, t=3мин)+А	88,2

Примечание: ИСМПС - исходное состояние материала поверхностного слоя; ГДСУСШ - гидродробеструйное упрочнение стеклошариками; УСМШ - упрочнение стальными микрошариками; А – азотирование.

Микроструктура образцов исследовалась с помощью растрового электронного микроскопа модели JSM-6490LV на приготовленных микрошлифах, вырезанных из образцов с различными вариантами обработки. Травление образцов из стали 20X13 проводили в растворе азотной кислоты HNO_3 (4 см³) и этилового спирта (96 см³) для образцов из стали 38X2MЮА применяли раствор медного купороса

CuSO_4 (4 гр), воды (20 см^3) и соляной кислоты HCl (20 см^3). Фотографии микроструктур исследуемых образцов представлены на рис. 1.

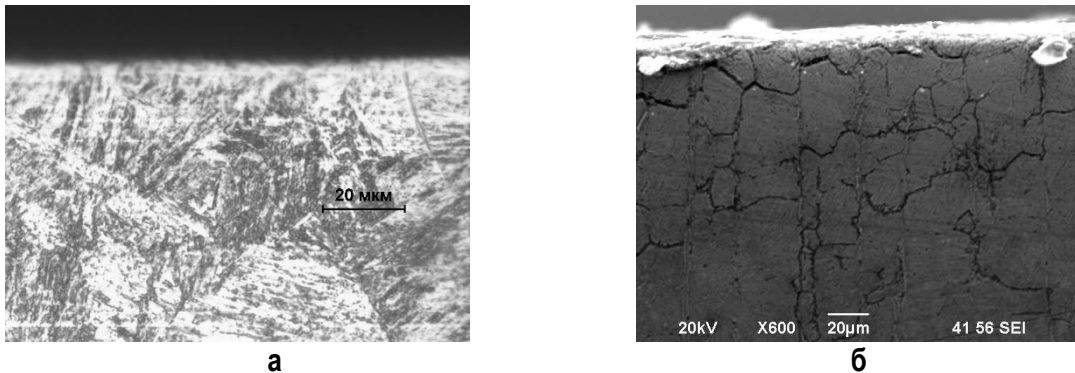


Рис. 1. Микроструктура образца из сплава 20X13 в исходном состоянии (а) и после азотирования (б)

Структурные составляющие сплава 20X13 - перлит и феррит. Перлит на микрофотографии представлен темными областями глобулярной формы, феррит — светлыми (рис. 1а). По границам зерен аустенита виден феррит, остальное - перлит. После азотирования детали в поверхностном слое материала наблюдается сетка трещин (рис. 1 б).

В зависимости от интенсивности обработки ППД деталей из сплава 20X13 и сплава 38X2МЮА формируется измененный поверхностный слой материала различной толщины (рис. 2. И рис. 3).

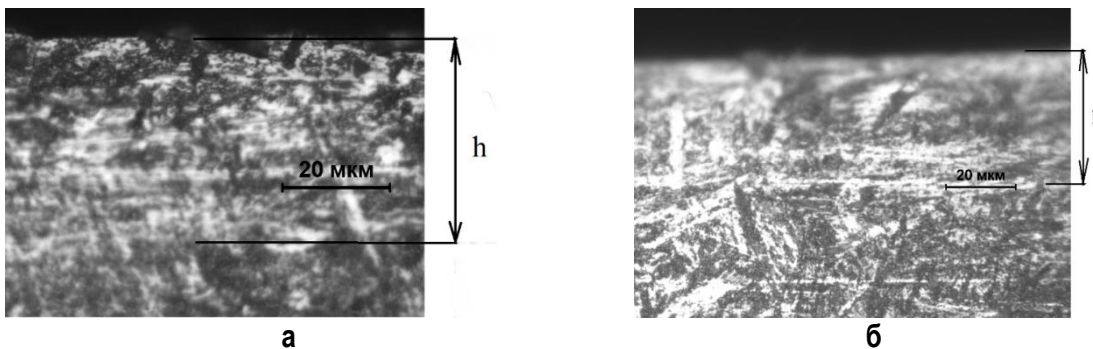


Рис. 2. Микроструктура образца из сплава 20X13 после упрочнения микрошариками $\varnothing 0,2 \text{ мм}$ с различными режимами упрочнения; где h -упрочненный слой
а) $P=2 \text{ атм}$, $t=1 \text{ мин}$; б) $P=5 \text{ атм}$, $t=4 \text{ мин}$

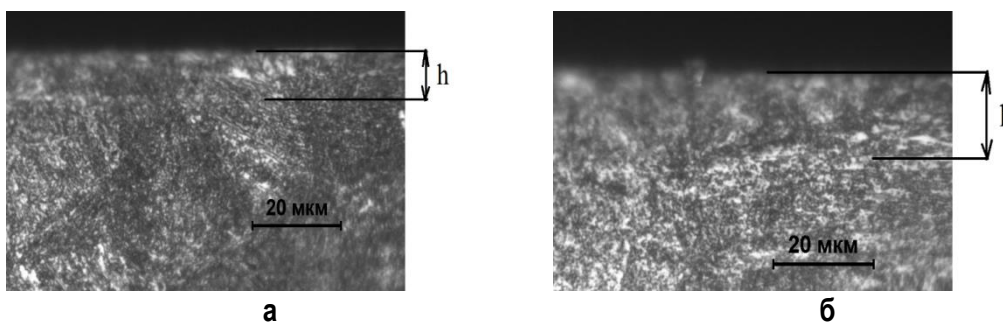


Рис. 3. Микроструктура образца из сплава 38X2МЮА после упрочнения стеклошариками $\varnothing 0,4-0,62 \text{ мм}$ с различными режимами упрочнения; где h -упрочненный слой
а) $P=2 \text{ атм}$, $t=1 \text{ мин}$; б) $P=5 \text{ атм}$, $t=4 \text{ мин}$

При обработке стальными микрошариками формируется азотированный слой неравномерной толщиной азотированного слоя (рис. 4 а). Поскольку исходная структура перед азотированием оказывает влияние на формирование структуры азотированного слоя [5,с.8], то неоднородность ППД стальными микрошариками возникает в результате концентрирования отдельных ударов стальных микрошаров об обрабатываемую поверхность материала детали. В процессе гидродробеструйной обработки стеклянными микрошариками, при азотировании формируется равнотолщинный равномерный бездефектный азотированный слой (рис. 4 б). Это объясняется более равномерной обработкой ППД, в результате рассеяния энергии удара каждого шарика о поверхность детали.

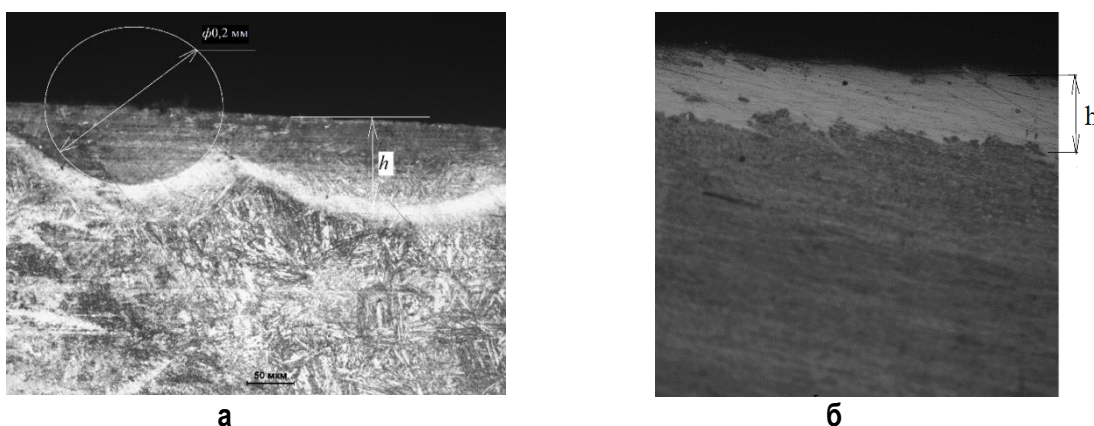


Рис.4. Микроструктура азотированных образцов с предварительным ППД (h – толщина азотированного слоя):

а - сплав 20Х13 после упрочнения стальными микрошариками $\varnothing 0,2$ мм, давление струи $P=5$ атм, время обработки $t = 3$ мин;

б-сплав 38Х2МЮА после гидроструйного упрочнения стеклошариками $\varnothing 0,4-0,62$ мм, давлении струи $P=4,8$ атм, время обработки $t = 90$ сек.

Проведенные исследования показали, что при обычном традиционном азотировании в азотированном слое возникают дефекты в виде микротрещин. При использовании предварительной обработки ППД дефектный слой в азотированном слое не возникает. При обработке стальными микрошариками наблюдается неравномерность толщины азотированного слоя, вызванная эффектом концентрирования ударов стальных микрошаров об обрабатываемую поверхность материала детали. При гидродробеструйной обработке стеклянными микрошариками, в результате рассеяния энергии удара каждого шарика о поверхность детали, формируется более однородный поверхностный слой, который обеспечивает однородное формирование бездефектного азотированного слоя.

Список литературы

1. Химико-термическая обработка металлов. Учебное пособие для вузов/ Ю.М. Лахтин, Б.Н. Арзамасов. — М.: Металлургия, 1985. — 256 с.
2. Модифицирование и легирование поверхности лазерными, ионными и электронными пучками. Под ред.Поута Дж. - М.: «Машиностроение» 1987, 424с
3. Азотирование стали. Ю.М.Лахтин, Я.Д.Коган. М., «Машиностроение», 1976 – 256 с. с ил.
4. Каблов А.Н. Перспективы применения в авиадвигателестроении ионной технологии/ Е.Н.Каблов, С.А. Мубояджан, А.М.Сулима, Ю.Д.Ягодкин, К.М.пастухов, А.Н.Напольнов, А.А.Носков// Авиационная промышленность.- 1992. - №9.- С.9-12.
5. Дефекты в твердых телах и их влияние на свойства функциональных материалов. Электронное учебно-методическое пособие. Асабина Е.А. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 65 с.