

assisted “in-bulk” steel degradation of long term service gas trunkline / *H. Nykyforchyn, E. Lunarska, O. Tsyurulnyk, et al.* // *Engineering Failure Analysis*. – 2010. – V. 17. – P. 624-632. 6. *Крижанівський Є. І., Ницифорчин Г. М.* Особливості корозійно-водневої деградації сталей нафтогазопроводів і резервуарів зберігання нафти // *Фіз.-хім. механіка матеріалів*. – 2011. – № 2. – С.11-20

*Надійшла до редколегії 22.01.2014*

УДК 517.958.536.72

**Дослідження сталі JIS G3458 STPA22 після тривалої експлуатації/ Архипов О. Г., Ревенко С. А., Іванченко В. В., Карпюк Л. В., Штонда Ю. М.** // *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.34-37. – Бібліогр.:6 назв. ISSN 2079-5459

Значительная часть оборудования химической промышленности приближается к исчерпыванию запланированного ресурса. Дальнейшая его эксплуатация возможна при условии соответствия механических характеристик значениям, которые заложены в нормативные документы. На примере исследования характеристик прочности низколегированной стали JIS G3458 STPA22, которая эксплуатировалась в системе парообразования в цехе синтетического аммиака, показана возможность прогнозирования изменений механических характеристик на протяжении продолжительной эксплуатации.

**Ключевые слова:** условная граница текучести, временное сопротивление, карбиды, коагуляция.

**Investigation of JIS G3458 STPA22 steel after is long operation/ A. G. Arhipov, S. A. Revenko, V. V. Ivanchenko, L. V. Karpjuk, Ju. N. Shtonda**//*Bulletin of NTU “KhPI”*. Series: New desicions of modern technologies.. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.34-37. Bibliogr.: 6. ISSN 2079-5459

Considerable part of chemical industry has been in operation for a long time and is close to its service life exhausting. Its further operation is possible if mechanical and other properties correspond to the values determined by the normative documents. By investigating the strength characteristics of JIS G3458 STPA22 grade low-alloyed steel in vaporization in the synthetic ammonia workshop the opportunity of mechanical characteristics changes forecasting during the continuous operation has been shown.

**Keywords:** conditional border fluidity, temporary resistance, carbides, coagulation

УДК 621.791

**В. Г. ЛЕБЕДЕВ**, д-р техн. наук, проф., ОНТУ, Одесса;

**Н. Н. КЛИМЕНКО**, канд. техн. наук, доц., ОНТУ, Одесса;

**Т. В. ЧУМАЧЕНКО**, канд. техн. наук, доц., ОНТУ, Одесса

## **РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ШЛИФОВАНИИ НЕКОТОРЫХ НАПЛАВЛЕННЫХ И НАПЫЛЕННЫХ НА РАБОЧИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (Часть 1)**

Насмотрены закономерности изменения фазово-структурного состояния наплавленного или напыленного слоя на рабочих поверхностях деталей машин в зависимости от температуры шлифования.

**Ключевые слова:** наплавленный слой, напыленный слой, температура шлифования, рациональные температуры шлифования.

**Введение.** Для восстановления изношенных деталей широко используется наплавки и напыления. Наплавка — это процесс нанесения на поверхность детали слоя металла путем их обоюдного расплавления. Напыление — нанесение слоя из мелких частиц вещества на поверхность материалов и изделий в защитных или декоративных целях. Для наплавки и напыления применяются различные конструкционные материалы – углеродистые и легированные стали, а также сплавы различных цветных металлов. Кроме того, широко используется металло- и минерало-керамика. Главным недостатком, как процесса наплавки, так и процесса напыления является то, что после этих процессов необходима дополнительная высокоточная механическая обработка, в частности, в большинстве

© В. Г. ЛЕБЕДЕВ, Н. Н. КЛИМЕНКО, Т. В. ЧУМАЧЕНКО, 2014

случаев процесс шлифования. Шлифовка [4, 5] обеспечивает высокую точность деталей и чистоту их поверхностей. Однако при шлифовании создаются определенные риски потери качества поверхностного слоя из-за фазовых и структурных превращений, вызываемых высокой контактной температурой шлифования. Эта температура может вызвать так называемые шлифовочные прижоги поверхностного слоя, в результате чего износостойкость его снижается в 2 – 3 раза, во столько же раз снижается контактная прочность, создаются условия для образования и развития трещин, что в последующем приводит к быстрому износу наплавленного слоя и быстрой поломке детали.

**Цель работы.** Определение рациональной температуры шлифования как температуры, которая не вызывает изменения фазово-структурного состава поверхностного слоя шлифуемой заготовки или же наоборот, вызывает желательные фазово-структурные изменения для придания поверхностному слою детали необходимых эксплуатационных характеристик.

**Основная часть.** В настоящей работе рассматривались рациональные температуры шлифования для нескольких групп конструкционных материалов, которые охватывают значительную часть материалов, подвергающихся шлифованию.

*Первая* - самая многочисленная группа - цементируемые, улучшаемые и высокоуглеродистые стали, нелегированные, а также низко- и среднелегированные, подвергающиеся закалке и имеющие после закалки структуру мартенсита.

*Вторая группа* - азотируемые стали.

*Третья группа* - малоуглеродистые, средне- и высоколегированные стали со структурой "мягкого" / 1 / мартенсита, упрочняемые старением.

*Четвертая группа* - ферритные стали.

*Пятая группа* - аустенитные стали.

*Шестая группа* - некоторые сплавы цветных металлов, которые подвергаются шлифованию.

*Седьмая группа* – металлокерамические и минералокерамические химические соединения, наносимые напылением.

В настоящей работе рассматриваются рациональные температуры для первых трех групп материалов. Рассмотрение рациональных температур шлифования для остальных групп материалов будет продолжено в последующих статьях.

В первую группу входят цементируемые и улучшаемые стали типа I2X2H4A, сталь 45, углеродистые инструментальные стали типа У8, У10, легированные полутеплостойкие инструментальные стали, быстрорежущие стали, штамповые стали, подшипниковые стали. Все эти стали весьма чувствительны к шлифовочным прижогам и трещинам и, как правило, наибольшее число тепловых дефектов шлифования связано именно с этой группой сталей. При шлифовании закаленных сталей (цементированных и закаленных) обычно возникает задача сохранения фазово-структурного состава после шлифования. Поскольку структура таких сталей соответствует структуре отпущенного мартенсита, то рациональной температурой следует считать температуру ниже третьего превращения отпуска. Фактически температура не должна превышать температуру низкого отпуска для данной стали. Целый ряд источников показывает что эта температура [1, 2, 3] примерно на 100 °С ниже температуры третьего превращения отпуска, следовательно, в зависимости от конкретного химического состава стали и от режимов шлифования, она может быть рассчитана по выражению (1).

$$\Theta_p = \Theta_{отп3} - 100 \text{ } ^\circ\text{C} , \quad (1)$$

где  $\Theta_p$  - рациональная температура шлифования;

$\Theta_{отп3}$  – температура 3-го превращения отпуска.

При обработке шлифованием сырых сталей этой группы довольно часто

наблюдаются случаи закалки поверхности. Особенно часто это явление возникает при разрезании заготовок отрезными шлифовальными кругами. В этом случае торцы отрезанных заготовок могут закаливаться на глубину порядка 1 - 2 мм / 3 /, что при последующей обработке вызывает преждевременный износ и поломки режущего инструмента. В целях предупреждения закалки при шлифовании таких сталей необходимо, чтобы температура шлифования была ниже температуры аустенитизации.

При шлифовании закаленных и сырых заготовок, особенно мелкозернистыми кругами, возможно проводить дополнительное упрочнение поверхностного слоя / 3 /, используя температуру шлифования для закалки поверхностного слоя на заданную глубину. Структура при этом содержит большое количество пластически деформированного аустенита / 3 /, мартенсит и карбиды. Твердость этого слоя (в литературе по холодной обработке металлов его обычно называют "белым слоем") выше, чем твердость мартенсита. Для получения такого слоя необходимо на поверхности заготовки поддерживать температуру, равную точке  $A_{c3}$  или  $A_{cm}$ , а на нижней границе упрочненного слоя температуру, соответствующую точке  $A_{c1}$

Таким образом, при шлифовании сталей рассматриваемой группы в зависимости от технологических задач, рациональная температура будет

- 1 - ниже или равной температуре низкого отпуска;
- 2 - ниже точки  $A_{c1}$ ;
- 3 - равной точке  $A_{c3}$  или  $A_{cm}$ .

При определении рациональной температуры шлифования деталей, изготавливаемых из азотируемых сталей, необходимо учитывать следующее. Азотирование обычно проводят ниже температуры 591 °С. Ниже этой температуры образуется твердый раствор азота в  $\alpha$ -железе – азотистый феррит, выше этой температуры – твердый раствор азота в  $\gamma$ -железе – азотистый аустенит. Структура азотированного слоя состоит обычно из  $\alpha$  фазы и  $\gamma'$  фазы, представляющей собой твердый раствор на основе нитрида железа  $Fe_4N$  и  $\epsilon$  фазы, представляющей собой твердый раствор на основе нитрида  $Fe_3N$ . Если азотированная сталь нагрета выше температуры 591 °С, то при быстром охлаждении азотистый аустенит претерпевает сдвиговое мартенситное превращение с образованием  $\alpha'$  фазы. В азотированном слое обычно присутствуют многочисленные нитриды легирующих элементов. Высокой твердостью обладают  $\alpha'$  фазы и  $\gamma'$  фазы. Наибольшую твердость всему азотированному слою придают нитриды легирующих элементов, находящиеся в дисперсном состоянии. Если при шлифовании температура превысит диапазон 500-550 °С, то произойдет укрупнение - коагуляция и сфероидизация нитридов легирующих элементов. Это приводит к снижению твердости азотированного слоя. Рациональной температурой шлифования азотируемых сталей будет температура ниже 500-550 °С.

В третью группу включены малоуглеродистые стали со структурой "мягкого мартенсита", упрочняемые старением. Это стали мартенситно-старяющиеся - конструкционные типа 03Н18К9М5Т, 03Н16К10М10, инструментальные стали типа Н8М14К14Т0. При закалке данные стали имеют "мягкую" мартенситную структуру. Старение приводит к выделению упрочняющих фаз - интерметаллидов различных типов очень высокой степени дисперсности. Процесс старения характеризуется тем, что при повышении

температуры нагрева наблюдается некоторый температурный экстремум, который соответствует максимальным прочностным свойствам [2]. При повышении температуры вы-

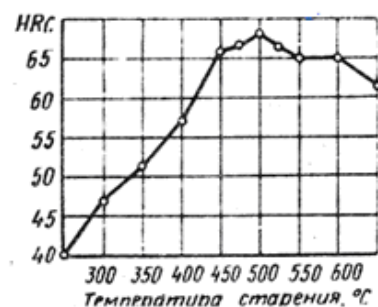


Рис. 1 – Зависимость твердости мартенситно-старяющейся стали от температуры старения [2, 4, 7]

ше этой точки происходит снижение прочностных свойств из-за коагуляции выделившихся частиц или если температура шлифования достигнет величины температуры закалки (рис. 1). Рациональные температуры шлифования указанных сталей будут температуры соответствующие температуре старения или несколько ниже

Рекомендации по рациональным температурам шлифования, материалов рассмотренных выше, даны в табл. 1.

Таблица 1- Рациональные температуры шлифования

№	Вид материала	Характерные марки	Рациональные температуры
1.	Цементируемые, улучшаемые, высокоуглеродистые стали. Нелегированные, низко и среднелегированные со структурой мартенсита после закалки а) закаленная сталь б) сырая сталь в) упрочнение поверхности	Сталь 45,У8,У10, ХВГ, Р6М5	Меньше или равная температуре низкого отпуска Ниже точки Ас <sub>1</sub> Равная точке Ас <sub>3</sub>
2.	Азотированная сталь	38ХМЮА	Ниже 500 - 550 °С
3.	Малоуглеродистые средне и высоколегированные стали со структурой “мягкого мартенсита”	08Х15Н5Д2Т, В11М7К23, 03Н18К9М5Т;03Н16К10М10 Н8М14К14Т10; 5СсФ	Ниже температуры коагуляции упрочняющих фаз

### Выводы

1. Величины температур, при которых происходят нежелательные фазово-структурные превращения, зависят от химического состава шлифуемого сплава, предшествующей термической обработки и от скорости тепловых процессов в зоне контакта круга с деталью.

2. При шлифовании практически всех конструкционных сплавов и напыляемых составов в виде температуростойких химических соединений имеется диапазон оптимальных температур, воздействие которых на шлифуемую поверхность не приводит к нежелательным ФСП или наоборот обеспечивает большую степень желательных ФСП, которые не произошли полностью во время предшествующей термообработки.

Поддержание температуры шлифования в оптимальных пределах обеспечивает получение заданных фазово-структурных характеристик поверхностного слоя, что в свою очередь обеспечивает сохранение или улучшение эксплуатационных характеристик.

3. Поддержание заданного температурного режима при шлифовании, следовательно, и направленное формирование качественных характеристик поверхностного слоя детали при обработке может быть осуществлено только за счет применения автоматических средств, работающих таким образом, что в случае наметившегося непредусмотренного повышения температуры, вызванного увеличением припуска или твердости, меняется какой-либо параметр режимов обработки, в результате чего температура шлифования остается в заданных пределах.

**Список литературы:** 1. *Лахтин Ю. М.* Материаловедение и термическая обработка металлов / *Ю. М.Лахтин*// М.; Металлургия. - 1984.- 360 с. 2. *Кидин И. Н.* Фазовые превращения при ускоренном нагреве стали / *И. Н. Кидин* // М.: Металлургия. - 1975. - 312 с. 3. *Редько С. Г.* Процессы теплообразования при шлифовании металлов / *С. Г. Редько*// Саратов: Саратовский университет, - 1962. —231 с. 4. *Чирков Т. В.* Математическое моделирование режимов резания при обработке материалов абразивными инструментами / *Т. В. Чирков* // Технология машиностроения. — 2004. — № 6. — С. 58—62. 5. *Корчак С. Н.* Теория обрабатываемости сталей и сплавов при абразивной обработке / *С. Н. Корчак*// Вестник Южно-Уральского государственного университета: Машиностроение.- 2003. — № 4. 6. *В. Г. Лебедев., Н. Н. Клименко; С. А. Аль-Аджелат.* Механизм образования прижогов при шлифо-

вании деталей из закаленных сталей./ В. Г. Лебедев., Н. Н. Клименко; С. А. Аль-Аджелат // - Наукові нотатки. Науковий збірник ЛНТУ, Випуск 40, Луцьк . - 2013. с.141 – 144.7. В. Г. Лебедев, Т. В. Чумаченко. Исследование остаточных напряжений керамического слоя напыленного на валы турбин при шлифовании кругами из КНБ./ В. Г. Лебедев, Т. В. Чумаченко // Наукові нотатки. Науковий збірник ЛНТУ, Випуск 40, Луцьк - 2013.с.144 – 150

*Поступила в редколлегию 30.01.2014*

УДК 621.791

**Рациональные температуры при шлифовании некоторых наплавленных и напыленных на рабочие поверхности деталей сталей, сплавов и химических соединений/ В. Г. Лебедев, Н. Н. Клименко, Т. В. Чумаченко// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.37-41. – Бібліогр.: 7 назв. ISSN 2079-5459**

У статті розглянуто закономірності зміни фазово-структурного стану наплавленого або напыленого шару на робочих поверхнях деталей машин в залежності від температури шліфування.

**Ключові слова:** наплавлений шар, напылений шар, температура шліфування, раціональні температури шліфування.

**Rational temperature when grinding some overlaid and deposited on the working surfaces of parts of machins of steels, alloys and chemical compounds/ V. G. Lebedev, N. N. Klimenko, T. Chumatchenko//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.37-41. Bibliogr.:7. ISSN 2079-5459**

The article considers the changes in patterns of phase-structural state of the deposited or sprayed layer on the working surfaces of machine parts, depending on the temperature grinding.

**Keywords:** deposited layer, sprayed layer, temperature of grinding, rational temperature of grinding.