



Ассоциация технологов-машиностроителей Украины

Академия технологических наук Украины

Институт сверхтвердых материалов

им. В.Н. Бакуля НАН Украины

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

Союз инженеров-механиков НТУ Украины «КПИ»

ООО «НПП РЕММАШ» (Украина)

ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» (Украина)

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта

ОАО «Ильницкий завод МСО» (Украина)

Белорусский национальный технический университет

ГНПО «Центр» НАН Беларуси

Ассоциация инженеров-трибологов России

Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН

Издательство «Машиностроение» (Россия)

ООО «Композит» (Россия)

Каунасский технологический университет (Литва)

Машиностроительный факультет Белградского университета (Сербия)

## ***ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ И РЕНОВАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ***

*Материалы 17-й Международной  
научно-технической конференции*

*(29 мая–02 июня 2017 г., г. Одесса)*

Киев – 2017

**Инженерия поверхности и реновация изделий:** Материалы 17-й Международной научно-технической конференции, 29 мая–02 июня 2017 г., г. Одесса – Киев: АТМ Украины, 2017.– 264 с.

### **Научные направления конференции**

- Научные основы инженерии поверхности:
  - материаловедение
  - физико-химическая механика материалов
  - физикохимия контактного взаимодействия
  - износо- и коррозионная стойкость, прочность поверхностного слоя
  - функциональные покрытия и поверхности
  - технологическое управление качеством деталей машин
  - вопросы трибологии в машиностроении
- Технология ремонта машин, восстановления и упрочнения деталей
- Метрологическое обеспечение ремонтного производства
- Экология ремонтно-восстановительных работ
- Сварка, наплавка и другие реновационные технологии на предприятиях горнометаллургической, машиностроительной промышленности и на транспорте

**Материалы представлены в авторской редакции**

© АТМ Украины,  
2017 г.

## Литература

1. Определение количества теплоты, выделяющегося при резании металла абразивным зерном, и контактной температуры шлифуемой поверхности / В.Г. Лебедев, Н.Н. Клименко, И.В. Урядникова и др. // Восточно – Европейский журнал передовых технологий. – 2016.
2. Чумаченко Т.В. Технологическое обеспечение качества и производительности обработки поверхностей шеек валов роторов газовых турбин, напыленных минералокерамикой: Дис...канд. техн. наук. – Одесса 2011.
3. Контактные температуры поверхности при шлифовании кругами из КБН шеек вала газовой турбины, наплавленных мартенситно – стареющей сталью и их влияние на прочностные характеристики наплавленного слоя / В.Г. Лебедев, Н.Н. Клименко, Е.А. Луговская, А.В. Овчаренко // Наукові нотатки. – Луцьк, 2016. – вып. 53.
4. Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990

*Лебедев В.Г., Луговская Е.А., Овчаренко А.В.* Одесский национальный политехнический университет, Одесса, Украина

## **АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ШЛИФОВАНИИ НАПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ ИЗ МАРТЕНСИТНО–СТАРЕЮЩЕЙ СТАЛИ, ИСПОЛЬЗУЯ ШЛИФОВАЧНЫЕ КРУГИ ИЗ: КБН, АЛМАЗА И АБРАЗИВА**

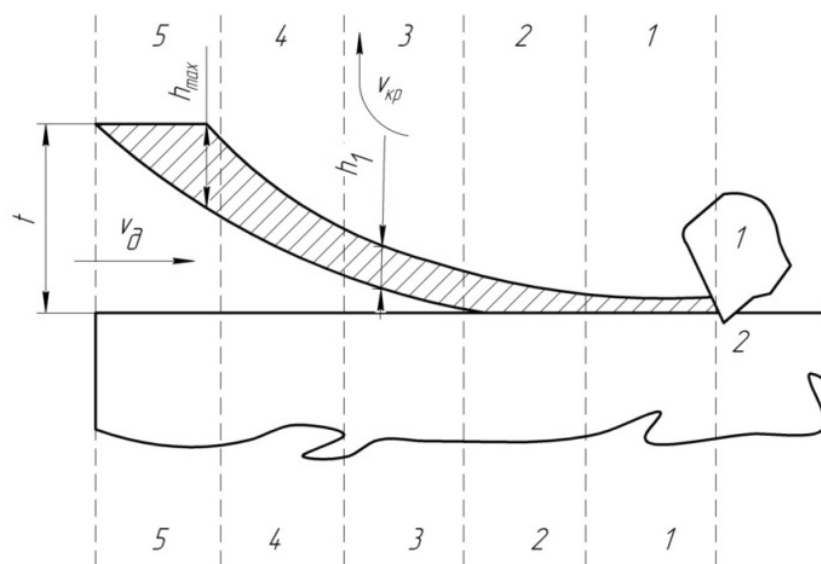
В настоящей работе осуществилось шлифование стали из ряда мартенситно-стареющих, H18K9M5T. Особенностью данного вида сталей в том при достижении температуры свыше 550 °С происходит коагуляция интерметаллидов приводящих к потере твердости, прочности и теплостойкости. Исходя из этого, важной задачей является назначение режимов шлифования, ненаносящих тепловых дефектов поверхностному слою.

Цель исследования является аналитическое определение контактных температур при шлифовании мартенситно – стареющей

стали. При использовании шлифовальных кругов из: алмаза, эльбора и абразива.

Значительным параметром при шлифовании является зернистость круга, так как с уменьшением размера зерна, например из 20 до 5 силы резанья возрастают от 2 до 2,5 раза. Такое поведение обусловлено уменьшением радиуса режущей части зерна и в тоже время увеличения количество режущих зерен. В итоге чего получаем более качественную обработку поверхности.

Аналитическое исследование проводилось с помощью созданной математической программы, которая учитывает неравномерную теплоотдачу режущего зерна при движении его по трассе [6]. Траекторию движения зерна в металле можно увидеть на рис. 1.

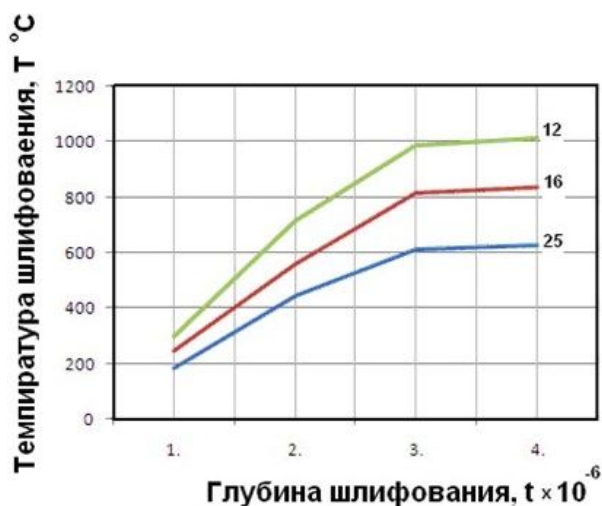


**Рисунок 1 – Схема движения зерна по трассе и изменения глубины внедрения зерна в металл**

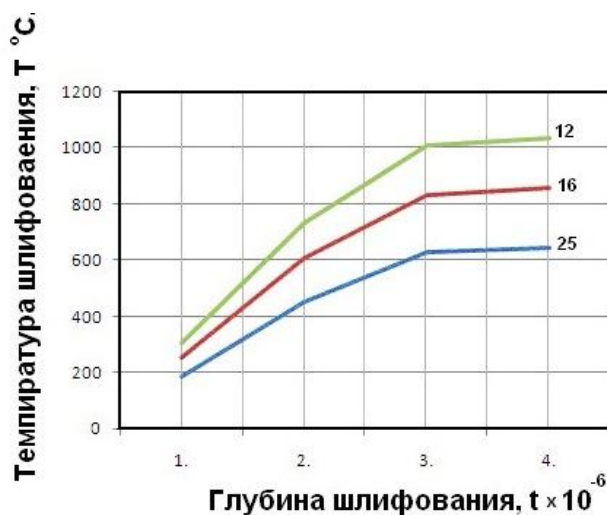
Расстояние, пройденное зерном от точки контакта до разрыва с поверхностью металла разделили на  $i$  количество участков, в нашем случае на 5. Так как на каждом участке можно довольно легко рассчитать все параметры резания с условием того, что температура деформации металла на участке будет равна температуре резания на участке  $i - 1$ .

Исходя из алгоритма расчетов [1]. Для получения численных результатов установим следующие параметры процесса шлифования (для металла): плоское шлифование, 60–62 HRC,  $\sigma_b = 2100$  МПа,  $\varepsilon = 13,1 \cdot 10^3$  Дж/м<sup>2</sup> °С с<sup>0,5</sup>;  $\alpha = 3,8 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. В зависимости контактной температуры шлифования от глубины резанья при использовании абразивного, алмазного и эльборового круга показано

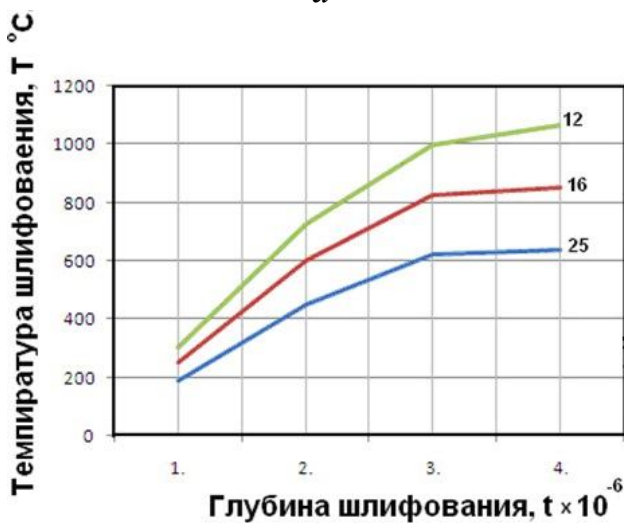
на рис. 2, где  $a$  – Э9А25СМ1К8,  $D = 450$  мм;  $\varepsilon = 1,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C c}^{0,5}$ ;  $\alpha = 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $v_{\text{кр}} = 35 \text{ м/с}$ ;  $v_{\text{д}} = 0,25 \text{ м/с}$ ;  $t = 0,03 \text{ мм}$ ;  $S = 2 \text{ мм}$ ;  $b$  – ЛО12С1К – 100%;  $D = 450$  мм;  $\varepsilon = 3,84 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C c}^{0,5}$ ;  $\alpha = 2,37 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $v_{\text{кр}} = 35 \text{ м/с}$ ;  $v_{\text{д}} = 0,25 \text{ м/с}$ ;  $t = 0,03 \text{ мм}$ ;  $S = 2 \text{ мм}$ ;  $b$  – АСР  $D = 450$  мм;  $\varepsilon = 15,8 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C c}^{0,5}$ ;  $\alpha = 84 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $v_{\text{кр}} = 35 \text{ м/с}$ ;  $v_{\text{д}} = 0,25 \text{ м/с}$ ;  $t = 0,03 \text{ мм}$ ;  $S = 2 \text{ мм}$ .



*a*



*б*



*в*

**Рисунок 2 – Влияние роста температуры в зависимости от глубины резания**

**Вывод.** На базе используемого алгоритма была построена программа расчетов, отображающая зависимость контактных температур от глубины шлифования для каждого круга. Наиболее лучший результат показал круг из КБН.

### Литература.

1. Определение количества теплоты, выделяющегося при резании металла абразивным зерном, и контактной температуры шлифуемой поверхности / В.Г. Лебедев, Н.Н. Клименко, И.В. Урядни-

кова и др. // Восточно – Европейский журнал передовых технологий. – 2016.

2. Чумаченко Т.В. Технологическое обеспечение качества и производительности обработки поверхностей шеек валов роторов газовых турбин, напыленных минералокерамикой: Дис...канд. техн. наук. – Одесса 2011.

3. Контактные температуры поверхности при шлифования кругами из КБН шеек вала газовой турбины, наплавленных мартенситно – стареющей сталью и их влияние на прочностные характеристики наплавленного слоя / В.Г. Лебедев, Н.Н. Клименко, Е.А. Луговская, А.В. Овчаренко // Наукові нотатки. – Луцьк, 2016. – вып. 53.

4. Резников А.Н. Теплофизика резания.– М.: Машиностроение, 1969.

*Лебедев В.Г., Чумаченко Т.В.* Одесский национальный политехнический университет, Одесса, Украина

## **КИНЕТИКА ФАЗОВО-СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ЗАКАЛЕННОЙ СТАЛИ**

Фазово-структурные изменения в поверхностном слое закаленной стали при шлифовании называют шлифовочными прижогами. Наиболее часто тепловые шлифовочные дефекты образуются у цементруемых, улучшаемых высокоуглеродистых сталях низко- и средне легированных, со структурой мартенсита или отпущенного мартенсита [1–3]. Прижеги снижают прочность, надежность и долговечность прошлифованной поверхности, а, следовательно, и всей детали [3].

Для аналитического исследования фазово-структурных превращений в поверхностном слое при шлифовании проведены следующие исследования.

1. Определены скорости нагрева в диапазоне 3-го превращения отпуска и в диапазоне выше точки  $A_{c1}$ , причем скорости нагрева в районе температур 3-го превращения отпуска определялись для двух случаев: 1-й температура не повышается выше  $A_{c1}$  и 2-й случай, когда температура повышается выше  $A_{c1}$ .

2. Определена вероятность скоростного отпуска мартенсита и образование аустенита по схеме мартенсит – перлит – аустенит, на основе

<i>Лавров А.С.</i> НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	84
<i>Лавров С.Н., Лавров А.С., Чепиль В.В.</i> ПОРОШКОВЫЕ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ РЕМОНТА ВАЛКОВ ЦЕНТРИФУГ ПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ	87
<i>Латинова М.И., Домуладжанова Ш.И., Домуладжанов И.Х.</i> БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ – КАК НАУКА	89
<i>Лебедев В.Г., Клименко Н.Н.</i> ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОНТАКТНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ШЛИФОВАНИЯ	94
<i>Лебедев В.Г., Луговская Е.А., Овчаренко А.В.</i> АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ НАПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ ИЗ МАРТЕНСИТНО– СТАРЕЮЩЕЙ СТАЛИ, ИСПОЛЬЗУЯ ШЛИФОВАЧНЫЕ КРУГИ ИЗ: ЭЛЬБОРА, АЛМАЗА И АБРАЗИВА	97
<i>Лебедев В.Г., Луговская Е.А., Овчаренко А.В.</i> АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ШЛИФОВАНИИ НАПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ ИЗ МАРТЕНСИТНО– СТАРЕЮЩЕЙ СТАЛИ, ИСПОЛЬЗУЯ ШЛИФОВАЧНЫЕ КРУГИ ИЗ: КБН, АЛМАЗА И АБРАЗИВА	99
<i>Лебедев В.Г., Чумаченко Т.В.</i> КИНЕТИКА ФАЗОВО-СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ЗАКАЛЕННОЙ СТАЛИ	102
<i>Лебедев В.Г., Чумаченко Т.В., Фроленкова О.В.</i> АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПО ГЛУБИНЕ НАПЫЛЕННОГО ТЕРМОБАРЬЕРНОГО СЛОЯ $ZrO_2$ ПРИ ШЛИФОВАНИИ АБРАЗИВНЫМИ ЭЛЬБОРОВЫМИ И АЛМАЗНЫМИ КРУГАМИ	105
<i>Лопата Л.А., Волков Ю.В., Соловых А.Е., Катеринич С.Е.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВАЛОВ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ ПРИПЕКАНИЕМ ДИСКРЕТНЫХ ПОКРЫТИЙ	108

# **ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ И РЕНОВАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ**

Материалы 17-й Международной научно-технической  
конференции, 29 мая–02 июня 2017, г. Одесса

Компьютерная верстка: Копейкина М.Ю.

Подписано в печать 12. 05. 2017

Формат 60×84×1/16. Бумага типографская

Печать офсетная. Уч. изд. л. 22,0.

Тираж 150 экз.

Ассоциация технологов-машиностроителей Украины  
04074, г. Киев, ул. Автозаводская, 2