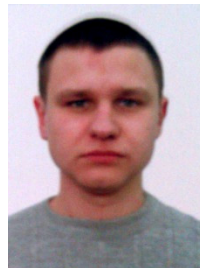


УДК 621.923–5



В.Г. Лебедєв,
д.т.н., професор,
Одеський
національний
політехнічний
університет
e-mail: wlebedev29@rambler.ru



О.В. Овчаренко,
аспірант,
Одеський
національний
політехнічний
університет
e-mail: ovcharenko-a.v@ro.ru

КОНТАКТНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ШЛИФОВАНИЯ МАРТЕНСИТНО СТАРЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

В.Г. Лебедєв, А.В. Овчаренко. Контактні температури шліфування мартенситно старіючих сталей. У статті наведені результати аналітичного дослідження вимірювання сил різання і зміни температури при шліфуванні колами КНБ (ельбор, алмазу і абразиву) шийок цельнокоевание вала газової турбіни, наплавлені мартенситно- старіючої сталлю Н18К9М5Т. Показана порівняльна характеристика шліфувальних кругів при однакових режимах обробки.

V.G. Lebedev, A.V. Ovcharenko. The contact temperature of grinding of martensite-aging steels. The results of the analytical studies of calculating of the cutting forces and surface temperature changes during grinding circles with (KNB), diamond and abrasive wheels of the shaft necks of gas turbine, with martensiti aging steel N18K9M5T. It is shown the comparative characteristics of grinding wheels under the same processing conditions.

Анализ последних исследований и публикаций. Вал – основная и наиболее нагруженная деталь в газотурбинном двигателе (ГТД). На него действуют следующие силы: крутящий момент, соответствующий передаваемой турбиной мощности, изгибающий момент от собственного веса и веса насаженных на него деталей, силы неуравновешенного давления пара вдоль оси.

В ходе эксплуатационного периода значительная часть контактных поверхностей изнашивается, например шейки, которые подлежат восстановлению путем наплавки. После следует механическая обработка, которая завершается шлифованием, на выходе которой необходимо обеспечить точность порядка h_6 и шероховатость в пределах $Ra\ 25 - 16\ \mu m$.

В настоящей работе наплавка осуществлялась сталью из разряда мартенситно–старееющих, а именно Н18К9М5Т. Данная сталь имеет наилучшее сочетание прочности, пластичности и вязкости. Химический состав стали: 17 – 19 % Ni, 7 – 12 % Co, 3 – 5 % Mo, 0,2 – 1,6 % Ti. Варьировочное изменение содержания Ti довольно сильно влияет на прочность стали,

в пределах 1400 – 2100 МПа. Также следует отметить и значительную теплостойкость стали (500 – 550⁰С).

Существенным недостатком стали Н18К9М5Т является ее плохая шлифуемость, вызываемая тем, что при достижении температуры свыше 550 °С происходит коагуляция интерметаллидов, приводящая к потере твердости, прочности и теплостойкости. Исходя из этого, важной задачей является назначения режимов шлифования, которые не приводят к образованию тепловых дефектов в поверхностном слое.

Постановка задачи. В работе поставлена цель – аналитическое исследование контактных температур и сил резания при шлифовании наплавленного слоя из мартенситно-старееющей стали при использовании шлифовальных кругов из алмаза, эльбора и абразива.

Изложение основного материала.

Важным параметром при шлифовании является зернистость круга, так как с ее уменьшением, например от 20 до 5 мкм, силы резания возрастают в 2 – 2,5 раза. Такое поведения обусловлено уменьшением радиуса режущей части зерна и в тоже время увеличением количества режущих зерен, что приводит к более качественной обработке поверхности.

Аналитическое исследование проводилось с помощью созданной математической программы, которая учитывает неравномерную теплоотдачу режущего зерна при движении его по трассе [6].

Траектория движения зерна в металле имеет вид, показанный на рис. 1.

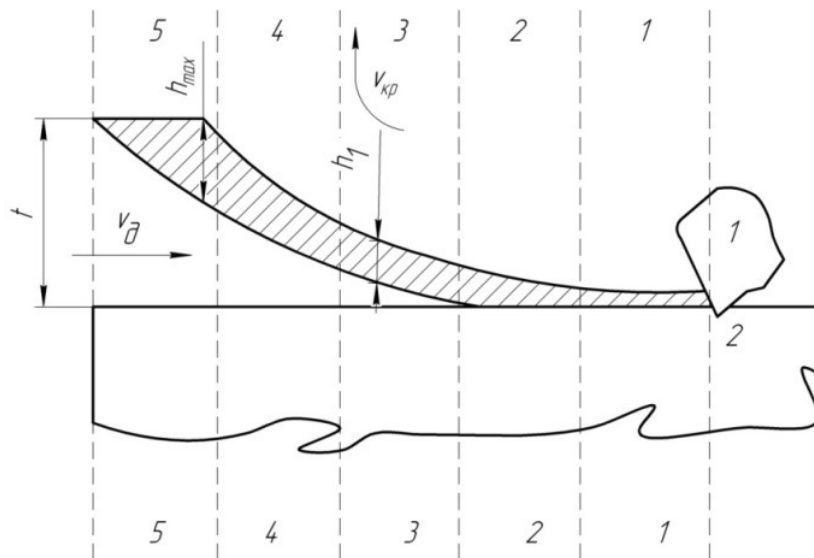


Рис. 1. Схема движения зерна по трассе и изменения глубины внедрения зерна в металл

Траекторию движения зерна разделили на i участков, в нашем случае на 5. Так как на каждом участке можно довольно легко рассчитать все параметры резания при условии, что температура деформации металла на участке будет равна температуре резания на участке i .

Блок-схема программы расчета, разработанная в соответствии с [6], показана на рис. 2.

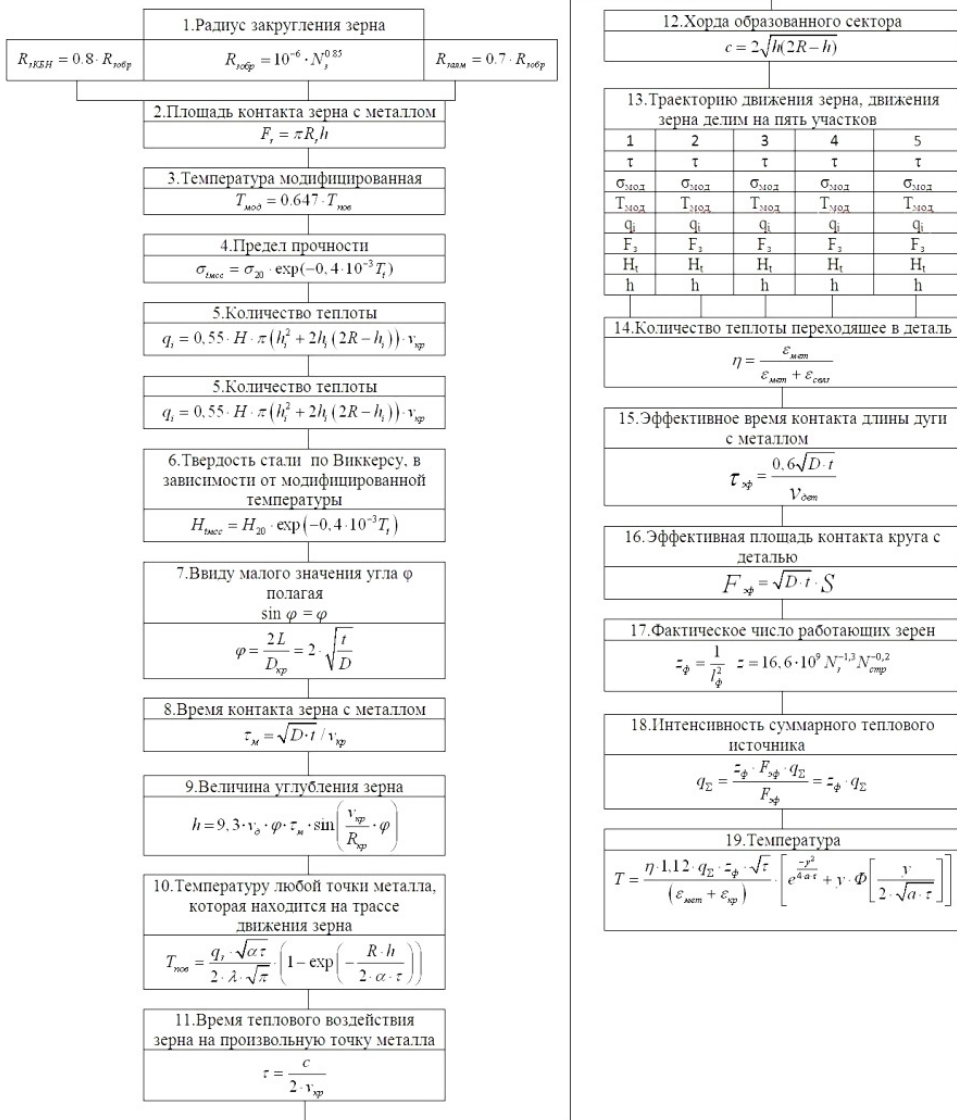


Рис.2. Блок-схема проведения расчета

Зависимости контактной температуры шлифования от глубины резания при абразивном, алмазном и эльборовым шлифовании показаны на рис. 3 – 5. Для получения численных результатов устанавливались следующие параметры процесса шлифования: материал детали – сталь Н18К9М5Т, твердость HRC = 60 – 62.

Предел прочности σ_b 2100 МПа. $\varepsilon = 13,1 \cdot 10^3$ Дж/м²⁰С с^{0,5}; $\alpha = 3,8 \cdot 10^{-6}$ м²/с;

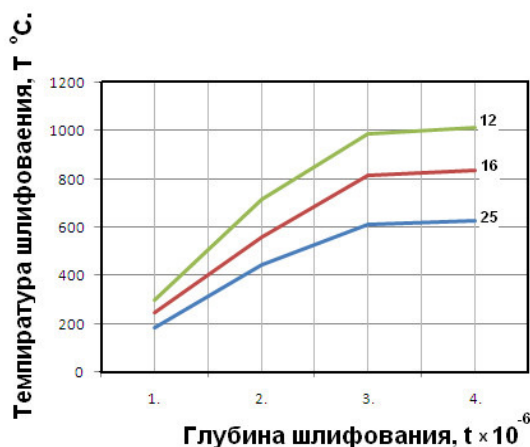


Рис. 4. Влияние глубины резания на температуру шлифования при: ЛО12С1К – 100%; D=450 мм; $\varepsilon = 3,84 \cdot 10^3$ Дж/м²⁰С с^{0,5}; $\alpha = 2,37 \cdot 10^{-6}$ м²/с; Режимы шлифования: $v_{кр} = 35$ м/с; $v_d = 0,25$ м/с; t = 0.03мм; S = 2 мм.

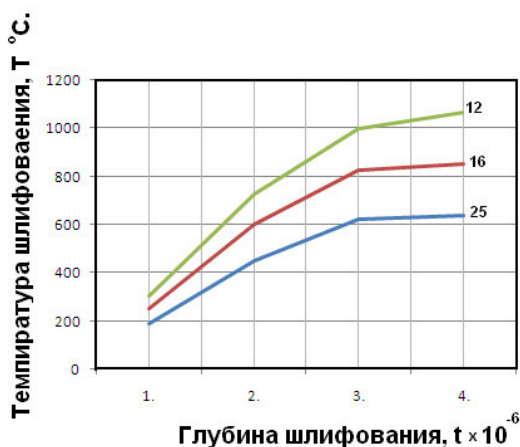


Рис. 5. Влияние глубины резания на температуру шлифования при: АСР D = 450 мм; $\varepsilon = 15,8 \cdot 10^3$ Дж/м²⁰С с^{0,5}; $\alpha = 84 \cdot 10^{-6}$ м²/с; Режимы шлифования: $v_{кр} = 35$ м/с; $v_d = 0,25$ м/с; t = 0.03мм; S = 2 мм.

Проведенные расчеты показывают, что контактная температура шлифования при эльборовом и алмазном шлифовании существенно ниже, чем при абразивном. Это обстоятельство является важным при шлифовании «всухую», например при заточке инструмента из мартенситно-старееющих сталей. Настоящие аналитические расчеты дают возможность устанавливать режимы абразивного, эльборового и алмазного шлифования, которые не ухудшают свойств поверхностного слоя, т.е. позволяют получать контактную температуру шлифования не выше 550 °С.

Сравнение значения контактных температур шлифования с результатами экспериментальных исследований, изложенных в работе [7] показывают хорошую сходимость, что позволяет утверждать, что аналитическая модель адекватно отражает реальный процесс.

Результаты аналитического исследования сил резания при абразивном, алмазном и эльборовом шлифовании показаны на рис. 6 – 8. В диапазоне исследуемых режимов при абразивном шлифовании силы резания P_z и P_y имеют максимальные значения. При эльборовом и алмазном шлифовании эти силы резания немного меньше.

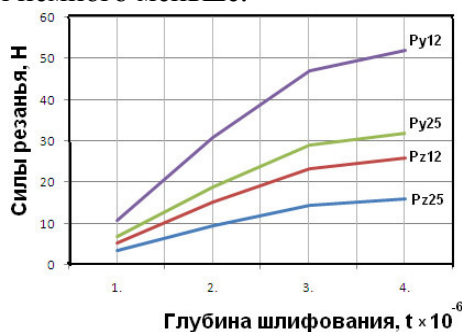


Рис.6. Силы резания P_y и P_z в зависимости от глубины резания (алмазный круг).

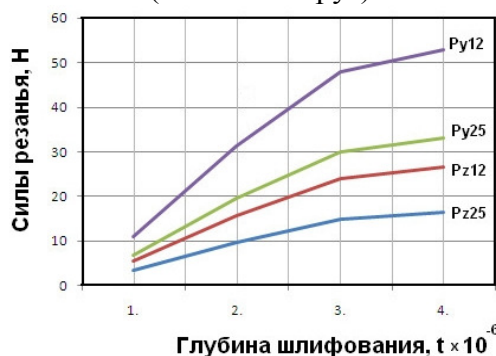


Рис.7. Силы резания P_y и P_z в зависимости от глубины резания (эльборовый круг).

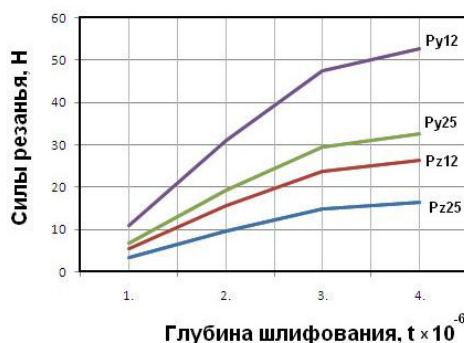


Рис.8. Сили різання P_y та P_z в залежності від глибини різання (абразивний круг).

Висновки: Математическі вираження, на базі котрих складена програма рахунків отражаючих залежності величин контактних температур та сил різання P_z та P_y від режимів шліфування, адекватні реальному процесу різання.

Рахунки по розробанній математическій програмі можуть применятися на практиці для забезпечення умовий отримання бездефектного поверхностного шару.

Література:

1. Лебедев В.Г., Клименко Н.Н., Луговская Е.А., Овчаренко А.В. Силы резания при шлифования шеек цельнокотаного вала газовой турбины наплавленных мартенситно– стареющей сталью // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". – Луцьк, 2016 випуск 53.
2. Чумаченко Т.В. Технологическое обеспечение качества и производительности обработки поверхностей шеек валов роторов газовых турбин, напыленных минералокерамикой. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Одесса 2011.
3. Аль Аджейлат С.А. Шероховатость поверхности деталей при эльборовом шлифовании направляющих прессов / С.А. Аль Аджейлат, В.Г. Лебедев // Новые и нетрадиционные технологии в ресурсе и энергосбережении : мат. междунар. науч. – техн. конф., тезисы докл. – Одесса – Киев, АТМ Украины, 2009. – С. 130 – 133.
4. Аль Аджейлат С.А., Лебедев В.Г. Качество поверхности при эльборовом шлифовании валов к гидравлическим насадочным прессам и к прессам для обжима буртов бандажей колес / С.А. Аль Аджейлат, В.Г. Лебедев // : мат. междунар. науч.–техн. конф., тезисы докл. – Одесса – Киев, АТМ Украины, 2006. – С. 51 – 54.
4. Резников А.Н. Теплофизика резания. М., "Машиностроение", 1969.
5. Ю.М.Лахтин, В.П.Леонтьева. Материаловедение, Москва, Машиностроение, 1990.
6. В. Г. Лебедев, М. М. Клименко, І. В. Уряднікова, Т. В. Чумаченко, А. В. Овчаренко. Определение количества теплоты, выделяющегося при резании металла абразивным зерном, и контактной температуры шлифуемой поверхности // Восточно – Европейский журнал передовых технологий, Харьков 2016.
7. Лебедев В.Г., Клименко Н.Н., Луговская Е.А., Овчаренко А.В. Контактные температуры поверхности при шлифования кругами из КБН шеек вала газовой турбины, наплавленных мартенситно – стареющей сталью и их влияние на прочностные характеристики наплавленного слоя// Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". – Луцьк, 2016 випуск 53.