

SCIENTIFIC LETTERS
OF ACADEMIC SOCIETY OF MICHAL BALUDANSKY



ISSN 1338-9432

7 $\frac{2}{2019}$

SCIENTIFIC LETTERS
OF ACADEMIC SOCIETY
OF MICHAL BALUDANSKY

ISSN 1338-9432

EDITORIAL OFFICE:

**Academic Society
of Michal Baludansky,**
Humenská 16,
040 11 Košice, Slovakia,
tel.: + 421 (0)903 275 823
e-mail: asmiba@asmiba.sk

EDITOR IN CHIEF:

▲ Ing. **Lenka DUBOVICKÁ**, PhD.,
Vice-president of Academic Society
of Michal Baludansky, Slovakia,
University of Central Europe of Skalica,
Slovakia

DEPUTY EDITORS IN CHIEF:

▲ Ing. **Peter TULEJA**, PhD.,
Technical University of Košice,
Slovakia
▲ Ing. **Michal VARCHOLA Jr.**, PhD.,
Technical University of Košice,
Slovakia

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

▲ Dr.h.c.mult. prof. Ing. **Miroslav
BADIDA**, PhD., Technical University of
Košice, Slovakia
▲ Dr.h.c. prof. Dr. **Yuriy BOSHITSKIY**,
PhD., Kyiv University of Law of the
National Academy Sciences of Ukraine,
Ukraine
▲ prof. Dr. **Mihály DOBRÓKA**,
University of Miskolc, Hungary
▲ D.r.h.c. associate prof. **Badri
GECHBAIA**, DrSc., Batumi Shota
Rustaveli State University, Georgia
▲ D.r.h.c. prof. **Ketevan GOLETIANI**,
DrSc., Batumi Navigation Teaching
University, Georgia
▲ Dr.h.c. Doc. RNDr. **František
JIRÁSEK**, DrSc., International Institute
of Business and Law in Prague, Czech
republic
▲ prof. **Oleksandr NESTEROV**, DrSc.,
Ural Federal University of Ekaterinburg,
Russia
▲ prof. **Olha RUDENKO**, DrSc.,
Chernihiv National University of
Technology, Ukraine
▲ prof. Dr. **Oleg SINEOKIJ**, DrSc.,
Zaporizhzhya National University,
Ukraine
▲ Dr.h.c. Ing. **Heidy SCHWARCOVÁ**,
PhD., University of Central Europe of
Skalica, Slovakia
▲ Academician of RAES **Vasil
SIMCHERA**, DrSc., Russian Academy
Economics Sciences, Russia
▲ Dr.h.c. prof.h.c. Ing. **Michal
VARCHOLA**, PhD., President of
Academic Society of Michal Baludansky,
Slovakia
▲ prof. **Tomasz WOŁOWIEC**, PhD.,
University of Information Technology and
Management in Rzeszow, Poland

TO OUR READERS

Dear Reader,



this journal, the “Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky”, has been conceived by the founders of the Michal Baludansky International Academic Society as a printed platform for exchanging knowledge between university scholars and experts of different countries who take a keen interest in the life and activity of the outstanding scientist, educationalist and statesman Michal Baludansky

Шановний читателю,

предлагаемый журнал «Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky» задуман основателями Академического сообщества Михаила Балудянского как печатаное издание по обмену знаний между учеными и специалистами разных стран, имеющих непосредственное отношение к жизни и деятельности выдающего ученого, педагога и государственного деятеля Михаила Балудянского.

*Lenka Dubovicka,
editor*

ЗМІСТ

- 6 **Абсаямова Яна**
РОЛЬ ПРОФЕСИОНАЛЬНОЇ АДАПТАЦІЇ В ПРОФЕСИОНАЛЬНОЇ САМОРЕАЛІЗАЦІЇ
ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ІНОСТРАННОГО ЯЗЫКА ТЕХНІЧЕСКОГО УНІВЕРСИТЕТА
- 09 **Беспалова Алла, Лебедев Владимир, Фроленкова Ольга, Чумаченко Татьяна**
РАЗРЕЗАНИЕ КАМЕННЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ АЛМАЗНЫМИ
ДИСКАМИ
- 18 **Бідняк Ганна**
АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ДАКТИЛОСКОПЮВАННЯ ЖИВИХ ОСІБ
- 21 **Богуславець Андрій**
ПСИХОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ, ЯКІ ДІЮТЬ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ:
ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД
- 24 **Бороліс Інна, Вишневська Марина**
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ
У НЕМОВНИХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ
- 28 **Данкевич Віталій**
МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ ЗАВЕРШЕННЯ ЗЕМЕЛЬНОЇ
РЕФОРМИ В УКРАЇНІ
- 32 **Данкевич Євген**
ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПІДХОДИ ДО МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ
- 36 **Дацун Олена**
ПЕРВИННЕ ІНТЕРВ'Ю ЯК ВАЖЛИВА УМОВА ПОДАЛЬШОЇ ПСИХОКОРЕКЦІЙНОЇ РОБОТИ
- 39 **Дубчак Леся**
ПРАВОВА ЧИ ПРОФЕСІЙНА ПРАВНИЧА ДОПОМОГА АДВОКАТА: У ПОШУКАХ ВІДПОВІДІ
- 44 **Дубрівна Антоніна**
АБСТРАКЦІЯ ЯК КОНСТАНТА ОБРАЗОТВОРЧОСТІ В КОНТЕКСТІ ХУДОЖНЬОЇ КУЛЬТУРИ
УКРАЇНИ
- 48 **Федоренко Станіслав, Пясківська Марія**
РИНОК ПРАЦІ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ПОЛІТИКА В УКРАЇНІ
- 54 **Голякевич Андрей, Орлов Леонид**
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ ПРОВОЛОКА МАРКИ ТМВ-МК5
ДЛЯ СВАРКИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ
- 61 **Гришко Олена, Гурнік Ольга**
ДЕЯКІ МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ В УКРАЇНСЬКІЙ ВИЩІЙ
ШКОЛІ
- 65 **Чернявський Володимир**
АРХІТЕКТУРНО-ХУДОЖНЄ ФОРМУВАННЯ ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЛІКУВАЛЬНИХ
ЗАКЛАДІВ
- 69 **Хрутьба Вікторія, Зюзюн Вадим, Неведров Дмитро**
ФОРМУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНИМИ ПРОГРАМАМИ БЕЗПЕКИ
ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТУ
- 75 **Клімова Ірина, Сіпаков Ростислав**
ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ВТОРИННЕ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО
ПОВІТРЯ ФОРМАЛЬДЕГІДОМ (НА ПРИКЛАДІ М. КИЄВА)
- 87 **Корнієнко Богдан**
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ МІНЕРАЛЬНИХ
ДОБРІВ
- 91 **Коваленко Олена**
ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ АКТИВІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ
- 97 **Лабунець Юлія**
МОВНА ПОЛІТИКА ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ ЯК ІНСТРУМЕНТ КОМУНІКАЦІЙНОГО
РОЗВИТКУ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ У ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ
У НІМЕЧЧИНИ
- 101 **Лейщюсь Галина**
СПОЛУЧУВАНІСТЬ ПРИСЛІВНИКІВ-ІНТЕНСИФІКАТОРІВ ВИСОКОГО СТУПЕНЯ
З ПРИКМЕТНИКАМИ В СУЧАСНОМУ НІМЕЦЬКОМУ ХУДОЖНЬОМУ ДИСКУРСІ

Беспалова Алла, Лебедев Владимир, Фроленкова Ольга, Чумаченко Татьяна

РАЗРЕЗАНИЕ КАМЕННЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ АЛМАЗНЫМИ ДИСКАМИ

Аннотация

В процессе ремонта и реставрации зданий часто разрезают керамические плитки и блоки из Al_2O_3 и ZrO_2 . В настоящее время для этих целей широко используют алмазные абразивные диски. Алмазные абразивные диски это, в сущности, алмазные отрезные круги на металлической связке. Алмазный слой наносится на металлический диск из легированной стали. Алмазные отрезные круги на керамической связке не изготавливают, поскольку температура спекания таких кругов при изготовлении выше, чем температура графитизации алмаза.

Основное преимущество алмазных инструментов это, прежде всего, возможность получения высокой производительности при обработке и размерной стойкости, превышающих аналогичные показатели традиционных инструментов на основе карборунда.

Если производительность разрезания твердых пород камня карборундовыми кругами составляла в среднем $100\text{--}150\text{ см}^3/\text{мин}$, то алмазными — $400\text{--}600\text{ см}^3/\text{мин}$. Разрезание твердых строительных материалов осуществляется дисковыми алмазными кругами скорость вращения, которых, а, следовательно, и скорость резания составляет $35\text{--}50\text{ м/с}$. Ввиду высокой интенсивности процесса резания и интенсивного микростружкообразования, процесс разрезания сопровождается значительным тепловыделением.

Разрезание сопровождается значительным нагревом алмазного диска. При температуре порядка 600° прочность диска на разрыв уменьшается в 2 раза и происходит графитизация алмазных зерен. Поэтому, при разрезании алмазным кругом каменных и строительных материалов, температура нагрева круга не должна превышать 600°C . В работе выполнено математическое моделирование процесса нагрева алмазного отрезного круга на металлической основе при разрезании керамических материалов для определения времени непрерывной работы до критической температуры 600°C . Результаты моделирования, представленные на графиках, показали зависимость температуры нагрева круга от его диаметра, частоты вращения, минутной подачи, от зернистости и толщины круга. Показано, что путем подбора соответствующих характеристик процесса время непрерывной работы может быть порядка 10 – 12 мин без применения принудительного охлаждения.

Ключевые слова: алмазный отрезной диск, температура диска, керамика ZrO_2 , конвективный теплообмен диска с воздухом, время работы диска.

Bespalova Alla, Lebedev Vladimir, Frolenkova Olga, Chumachenko Tatyana

CUTTING STONE AND CERAMIC BUILDING MATERIALS WITH DIAMOND DISCS

Abstract

In the process of repairing and restoring buildings, ceramic tiles and blocks of Al_2O_3 and ZrO_2 are often cut. Currently, for these purposes diamond abrasive discs are widely used. Diamond abrasive discs are, in effect, diamond cutting discs on a metal bundle. The diamond layer is sprayed onto a metal alloy steel disc. Ceramic bonded diamond cutting discs are not made, since the sintering temperature of such wheels during production is higher than the diamond graphitization temperature.

The main advantage of diamond tools is, first of all, the possibility of obtaining high productivity in processing and dimensional stability, exceeding those of traditional tools on the basis of carborundum.

If the productivity of the edging of hard rock with carborundum circles averaged $100\text{--}150\text{ cm}^3/\text{min}$, then with diamond circles it was $400\text{--}600\text{ cm}^3/\text{min}$. The cutting of solid building materials is carried out with diamond discs, the rotation speed of which, and, consequently, the cutting speed is $35\text{--}50\text{ m/s}$. Due to the high intensity of the cutting process and intensive micro-formation, the cutting process is accompanied by significant heat generation.

Cutting is accompanied by significant heating of the diamond disc. At a temperature of about 600° , the tensile strength of the disk decreases by a factor of 2 and graphitization of diamond grains occurs. When cutting stone and building materials with a diamond circle, the heating temperature of the wheel should not exceed 600°C . A mathematical modeling of the process of heating a diamond cutting wheel on a metal base was performed in the process of cutting ceramic materials to determine the time of continuous operation to a critical temperature of 600°C . The simulation results presented in the graphs showed the dependence of the heating temperature of the circle on its diameter, rotational speed, minute feed, grain size and thickness of the circle. It is shown that by selecting the appropriate characteristics of the process, the continuous operation time can be about 10 - 12 minutes without the use of forced cooling.

Keywords: diamond cutting disk, disk temperature, ceramics ZrO_2 , convective disk heat exchange with air, disk operation time.

1. Постановка проблемы

В процессе ремонта и реставрации зданий приходится прорезать проемы и гнезда, куда заводятся усиливающие элементы.

Такие работы часто выполняются в известняке-ракушечнике, бетоне, граните, базальте, в керамических материалах в частности при разрезании керамической плитки из Al_2O_3 и ZrO_2 .

В настоящее время для этих целей широко используются алмазные абразивные диски. Алмазные абразивные диски это, в сущности, алмазные отрезные круги на металлической связке. Алмазный слой напыляется на металлический диск из легированной стали. Алмазные отрезные круги на керамической связке не изготавливаются, поскольку температура спекания таких кругов при изготовлении выше, чем температура графитизации алмаза.

Основное преимущество алмазных инструментов это, прежде всего, возможность получения высокой производительности при обработке и размерной стойкости, превышающих аналогичные показатели традиционных инструментов на основе карборунда.

Например, если производительность окантовки твердых пород камня карборундовыми кругами составляла в среднем 100—150 см³/мин, то алмазными — 400—600 см³/мин.

Значительно повышается при этом точность выполнения операций и качество обработанной поверхности. При алмазной обработке весьма существенным, с точки зрения современных требований, является возможность осуществления механизации трудоемких процессов и автоматизации основных операционных циклов.

Разрезание твердых строительных материалов осуществляется дисковыми алмазными кругами скорость вращения, которых, а, следовательно, и скорость резания составляет 35–50 м/с. Ввиду высокой интенсивности процесса резания и интенсивного микростружкообразования, процесс разрезания сопровождается значительным тепловыделением.

Следует отметить, что диск алмазного круга, на который наносится алмазное абразивное покрытие изготавливается из обычной малолегированной стали типа Сталь 9ХФМ, (0,9% углерода и до 1% хрома, ванадия и молибдена). Эти стали обладают достаточно высокой прочностью на разрыв, чтобы противостоять большим центробежным силам, но невысокой теплостойкостью. Прочностные характеристики этих сталей при нагреве до температур 500 – 600 °С уменьшаются практически в 2 раза, что может вызвать заклинивание или даже поломку и разрыв инструмента при работе.

Кроме того, графитизация алмазных режущих зерен, т.е. превращение тетрагонального углерода в гексагональный также происходит при температуре порядка 600 °С. Следовательно работа при такой температуре круга может привести к потере алмазоносного слоя.

Таким образом, при разрезании алмазным кругом каменных и строительных материалов, температура нагрева круга не должна превышать 600 °С. Следовательно время работоспособности алмазного отрезного круга — это время за которое он нагревается при непрерывной работе до температуры 600 °С. Чем больше это время — тем выше работоспособность алмазного круга.

В настоящее время нет базы данных по назначению режимов разрезания кругами из СА, которые бы определяли закономерности нагрева и охлаждения алмазного отрезного круга во время работы.

Нет методики определения времени работы до критической температуры и не рассмотрены вопросы увеличения ресурса времени работы до критической температуры.

Алмазные круги выпускаются различных размеров и разной зернистости, поэтому экспериментальное исследование этого вопроса очень трудоемкое и длительное. Кроме того, нет надежной методики, которая позволяла бы осуществить эти измерения. В настоящей работе проведено математическое моделирование, которое дает возможность определить время безопасной работы до критической температуры. Кроме того, промоделированы некоторые способы повышения ресурса времени. Таким образом, можно создать базу предпочтительных режимов работы и экспериментально точно уточнить математическую модель.

Цель работы — математическое моделирование процесса нагрева алмазного отрезного круга на металлической основе при разрезании каменных и керамических материалов для определения времени непрерывной работы до критической температуры.

Объект исследования — процесс разрезания каменных и керамических строительных материалов отрезными кругами из синтетических сверхтвердых материалов.

Предмет исследования — разрезание керамических строительных материалов из ZrO_2 .

Для достижения цели работы необходимо решить следующие задачи:

1. Определить силы резания единичным зерном во время процесса разрезания.
2. Определить тепловую мощность, развиваемую единичным зерном при резании керамического материала.
3. Определить форму пятна контакта круга с изделием, определить количество зерен действующих в пятне контакта и величину суммарного теплового потока при разрезании.
4. Разработать блок-схему и программу расчетов (в среде MathCad), которая дает возможность определить суммарные силы резания, контактную температуру разрезания, схему нагрева круга этой температурой.
5. На основании полученных данных определить температуру нагрева участка круга, находящегося в контакте с изделием, температуру по радиусу круга, охлаждение нагретого круга воздушным потоком и приrost температуры круга на каждый оборот.

2. Изложение основного материала исследований

Не смотря на большое количество литературы по разрезанию каменных и керамических материалов алмазными кругами практически нет сведений о параметрах процесса разрезания, которые позволяют управлять температурой круга во время работы. Это не дает возможности разрабатывать оптимальную технологию разрезания, определять время работы круга до критической температуры нагрева, а также не дает возможности разработать эффективную методику охлаждения круга.

Большое количество работ посвящено энергетике процесса разрезания, износу отрезных кругов и способам поддержания энергетических характеристик процесса в определенных параметрах.

В работе [1] автор подробно рассматривает процесс разрезания природных камней алмазным дисковым инструментом. Автор весьма квалифицированно определяет характеристики алмазных зерен, количество реально режущих зерен в пятне контакта круга с изделием. На этой базе автор определяет единичные и суммарные силы резания. Однако нет тепловых расчетов ни по отношению к обрабатываемой детали, ни по отношению нагрева алмазного круга на металлической основе. Следует также отметить, что все материалы относятся к 1979 году и естественно нуждаются в обновлении и пересмотре.

В работе [6] рассматриваются общие вопросы прогресса в абразивной обработке, однако нет данных о температуре нагрева алмазных кругов на металлической связке, как нет и данных по поводу алмазных отрезных дисков.

В работе [7] рассмотрены вопросы износа алмазного отрезного круга, в зависимости от содержания в алмазоносном слое карбидов бора. Вопросы нагрева круга при обработке не рассмотрены.

В работе [8] дается методика определения и повышения жесткости в узлах механизмов с алмазными пилами. Эти материалы также не могут быть использованы в настоящей работе.

В работе [9] исследуются вопросы – энергетического характера – зависимость сил резания и мощности резания от конкретных условий и режимов обработки. Однако вопрос энергетических затрат на нагрев круга не рассмотрен.

В работе [10] рассматривается износ алмазных секторов. Математическими методами авторы предсказывают износ круга в зависимости от количества удаляемой стружки. Тепловые эффекты в работе не рассмотрены.

В работе [11] рассмотрены энергетические характеристики процесса. Силы резания и мощность связываются с количеством удаляемой стружки, что может дать возможность обоснованно назначать режимы разрезания.

В работе [12] рассматривается влияние скорости периферии круга на износ. Эти исследования также дают возможность более обоснованно назначать режим разрезания. Тепловые вопросы не рассмотрены.

В работе [13] рассматривается вопрос автоматического управления скоростью пилы и подачи на зуб, что дает возможность повысить эффективность процесса разрезания. Тепловые вопросы также не рассматриваются и, кроме того, результаты исследования процесса разрезания дисковой пилой не могут быть полностью перенесены на процесс разрезания диском.

В работе [14] зависимости удельной энергии разрезания и удельной энергии бурения. Тепловые вопросы не затрагиваются.

В работе [15] рассматриваются вопросы износа алмазной фрезы по измерениям силы резания. Несмотря на тщательность эксперимента, проведенного на современном оборудовании результаты, не могут быть приложены к теме настоящей работы.

Можно сделать вывод, что в настоящее время в литературе нет данных о нагреве алмазного круга на металлической основе во время работы

Материалы и методы исследования. Исследования проведены с применением математического моделирования и прямых экспериментов. В качестве материала используется плитка и брикеты из оксида циркония, в качестве режущего инструмента шлифовальные круги из синтетических алмазов на металлической основе.

Экспериментальные и аналитические исследования.

В работе для определения единичных сил резания применялась несколько измененная методика, изложенная в работе [3]. Использовалась величина глубины вдавливания алмазной пирамидки, что дало возможность связать составляющую P_z с величиной углубления зерна в металл.

$$P_z = 7,15 \times H_v \times h^2, \quad (1)$$

где H_v твердость разрезаемого материала по шкале Виккерса;

h – средняя величина углубления зерна в материал.

Произведение $P_z \cdot V_{кр}$ (скорость круга) дает значение тепловой мощности резания отдельным зерном. Для определения последней величины использовалась методика описанная в работе [2]. Использование этой методики дает возможность по тепловому импульсу от микротермопары определить количество реально режущих зерен в дуге контакта круга с изделием, расстояние между режущими зернами, удельное количество режущих зерен и измеряя реальный сьем материала на каждом проходе и деля величину этого съема на количество зерен, можно определить среднюю величину углубления зерна в шлифуемый или разрезаемый материал.

Полученные зависимости имеют вид:

$$h = \frac{20 \times t \times v_o \times \ell_\phi}{v_{кр} \times \sqrt{D \times t}}, \quad (2)$$

где \square_d – минутная подача;

$\square_{кр}$ – скорость вращения круга;

t – подача на оборот круга;

ℓ_ϕ – фактическое расстояние между режущими зернами в круге;

D – диаметр круга.

Число режущих зерен в единице поверхности шлифовального круга, равное по результатам наших измерений:

$$Z = \frac{0.7}{L_\phi^2 \times R_z^{0.25}}, \quad (3)$$

$$L_\phi = 3 \times 10^{-4} \times N_z^{0.65} \times N_{str}^{0.083}, \quad (4)$$

$$R_z = 10^{-6} \times N_z^{0.85} \times k_z, \quad (5)$$

где, N_z – номер зернистости круга, приведенный к зернистости абразивных кругов;

N_{str} – номер структуры круга;

S – ширина разрезающего круга;

L_ϕ – фактическое расстояние между режущими зернами;

R_z – условный радиус закругления вершинки режущего зерна;

k_z – коэффициент материала зерна равный 1 для электрокорунда, 0,8 для кубического нитрида бора (КНБ) и 0,7 для синтетического алмаза.

Если остановится на примере разрезания брикета из ZrO_2 вертикальной подачей как показано на рис.2, то можно ввести следующие обозначения.

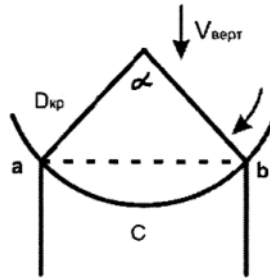


Рис.1 Схема разрезания образца из керамики ZrO_2 алмазным разрезным кругом на металлической основе: S – ширина круга, D – диаметр круга, $V_{кр}$ – скорость круга, $V_{верт}$ – скорость вертикальной подачи, n – частота вращения. Хорда сектора части круга, находящейся в данный момент в пределах образца, $ab=C$. α – угол сектора, L – длина дуги контакта равная:

$$L_{конт} = 2 \arcsin \frac{C}{D} R, \quad (6)$$

Для ориентировочного расчета определим площадь контакта режущей кромки круга с изделием. Она, очевидно, будет равна $F_{конт} = L_{конт} \times S$ и при проекции на плоскость будет представлять из себя вытянутый прямоугольник. Если взять промежуток времени от точки a до точки b , то время теплового воздействия от точки a до точки b может рассматриваться как некоторый короткий промежуток времени равный $\tau = \frac{L_{конт}}{V_k}$.

Атмосфера, в которой работает отрезной круг состоит из пограничного слоя воздуха, который существует около круга независимо от его структуры и пористости [16]. Это в свою очередь означает, что воздух при разрезании интенсивно обдувает круг и можно ожидать существенного снижения температуры, тем более, что сброс тепла в пределах одного оборота круга осуществляется с большей части его поверхности. Схема взаимодействия разрезающего круга и воздуха имеет вид:

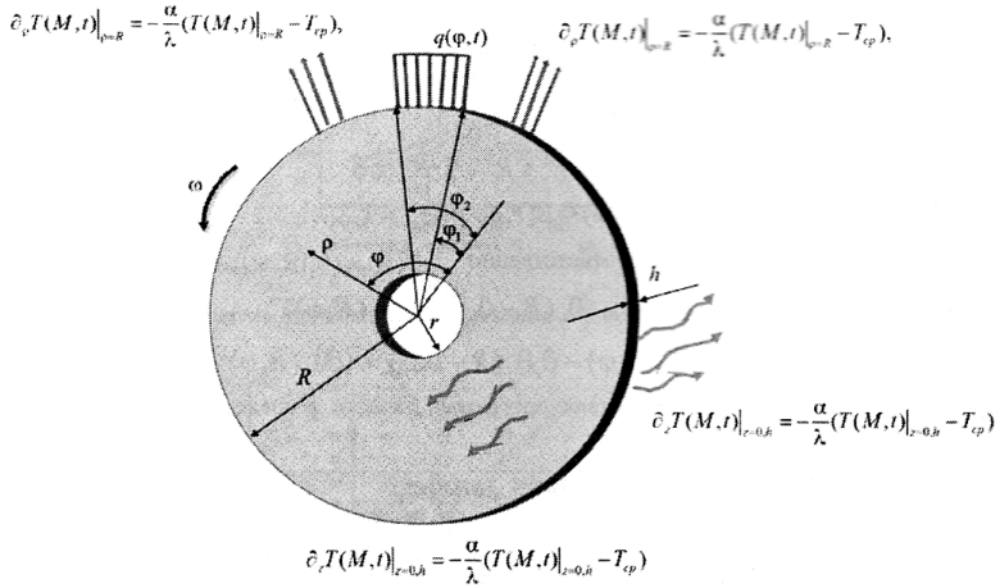


Рис.2. Схема разрезания и схема конвективного теплообмена с воздухом

Диск толщиной h вращается в плоскости XOY с угловой скоростью ω и осуществляется радиальная подачи U_ρ . На торце круга, в пределах дуги контакта, задан тепловой источник интенсивности $q(\varphi, t)$, зависящий от режимов резания. На боковых поверхностях диска и вне дуги контакта, на торце происходит теплообмен по закону Ньютона-Рихмана.

Краевая задача теплопроводности для тонкого диска при наличии теплообмена через боковые поверхности с учетом угловой скорости ω и радиальной подачи U_ρ в полярной системе координат (ρ, φ) имеет вид:

$$\partial_t T = a(\partial_r^2 + \rho^{-1}\partial_r + \rho^{-2}\partial_\varphi^2)T + U_\rho \partial_\rho T + \omega \partial_\varphi T - \frac{2\alpha}{\rho cb}(T - T_{cp}), \quad \partial_r = \frac{\partial}{\partial r}, \partial_\varphi = \frac{\partial}{\partial \varphi}, \partial_t = \frac{\partial}{\partial t} \quad (7)$$

$$T \equiv T(r, \varphi, t)$$

$$\text{Начальное условие: } T(\rho, \varphi, z, t)|_{t=0} = T_0 \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \lambda \partial_\rho T(M, t)|_{\rho=R} + \alpha(T(M, t)|_{\rho=R} - T_{cp}) &= 0, \varphi \notin [\varphi_1, \varphi_2] \\ \text{Граничные условия:} \quad \partial_\rho T(M, t)|_{\rho=R} &= -\frac{q(\varphi, t)}{\lambda}, \varphi \in [\varphi_1, \varphi_2] \end{aligned} \quad (9)$$

где c — удельная теплоемкость, (Дж/кг·град);

ρ — плотность вещества (кг/м³);

$\rho c b$ — (Дж/м³·град);

α — коэффициент теплоотдачи;

λ — коэффициент теплопроводности;

b — толщина диска;

T_{cp} — температура окружающей среды.

Решение этого уравнения получено с помощью, так называемых, разрывных решений и имеет вид в двумерном случае:

$$\theta_j(r, \varphi) = \frac{R}{2\pi} \left\{ \partial_R \int_{-\pi}^{\pi} \chi_1^{j-}(\psi) K_0(ah^{-1}r_*) d\psi - \int_{-\pi}^{\pi} \chi_2^{j-}(\psi) K_0(ah^{-1}r_*) d\psi \right\} + a^2 h^{-1} \theta_{j-1}(r, \varphi) K_0(ah^{-1}r_*), \quad (10)$$

Если рассматривается не вся окружность $r = R$, а дуга $\varphi_1 < \varphi < \varphi_2$, разрывное решение в этом случае будет иметь следующий вид:

$$\theta_j(r, \varphi) = \frac{R}{2\pi} \left\{ \partial_R \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \chi_1^{j-}(\psi) K_0(ah^{-1}r_*) d\psi - \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \chi_2^{j-}(\psi) K_0(ah^{-1}r_*) d\psi \right\} + a^2 h^{-1} \theta_{j-1}(r, \varphi) K_0(ah^{-1}r_*), \quad (11)$$

Где: T – участок времени, разбитый на M ;
 M – количество интервалов;
 h – длина интервалов, $h = TM^{-1}$;
 K_0 – функция Макдональда $K_0(ah^{-1}r)$

$$r_*^2 = r^2 + R^2 - 2rR \cos \phi$$

$$\theta_j(r, \phi) = \theta(r, \phi, jh), j = 1, 2, \dots$$

скачки температуры и теплового потока соответственно – $\chi_1^j(\psi) = \langle \theta_j(R, \psi) \rangle$, $\chi_2^j(\psi) = \langle \partial \theta_j(R, \psi) \rangle$

$$\theta_j(R+0, \phi) - \theta_j(R-0, \phi) = \langle \theta_j(R, \phi) \rangle$$

$$\partial_r \theta_j(R+0, \phi) - \partial_r \theta_j(R-0, \phi) = \langle \partial \theta_j(R, \phi) \rangle$$

Для получения решений была разработана программа расчета в среде MACAD, блок схема которой имеет вид:

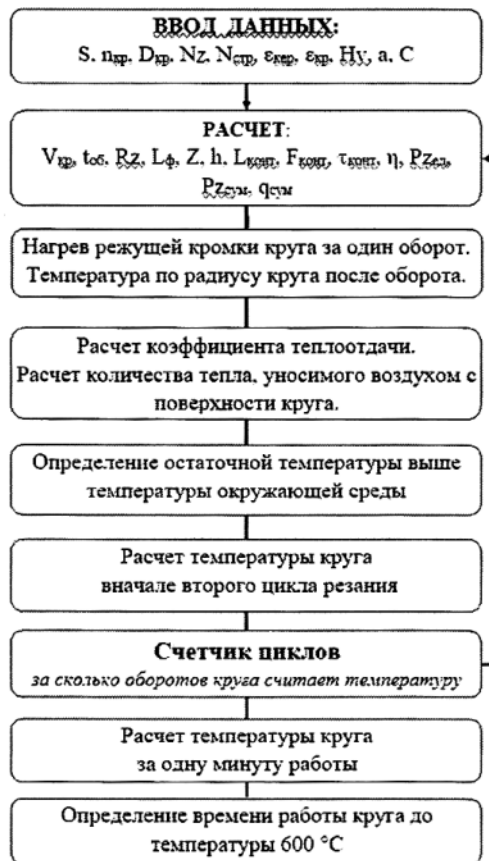


Рис.3 Программа расчетов параметров процесса резания

Ниже представлены зависимости изменения параметров резания от зернистости, диаметра и вертикальной подачи круга:

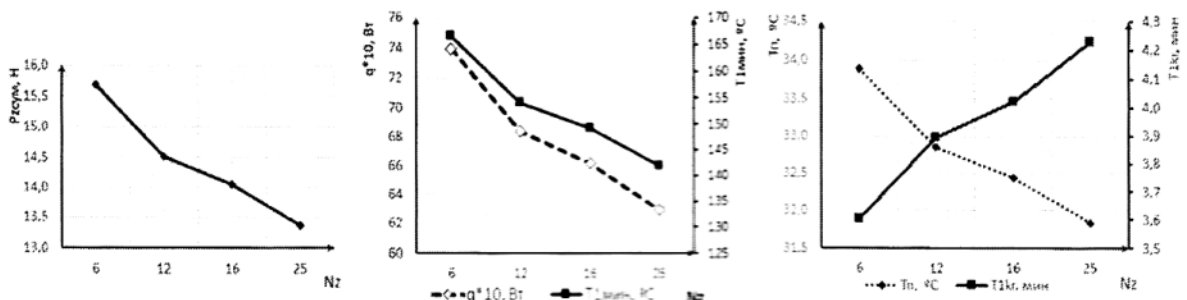


Рис.4 Зависимость параметров резания от изменения зернистости круга

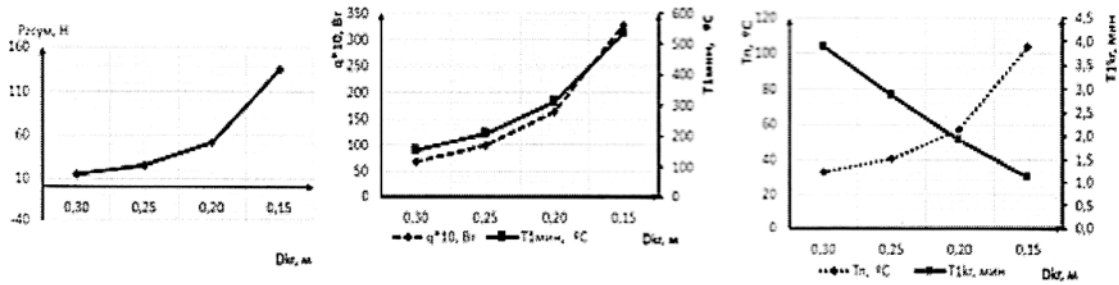


Рис.5 Зависимость параметров резания от изменения диаметра круга

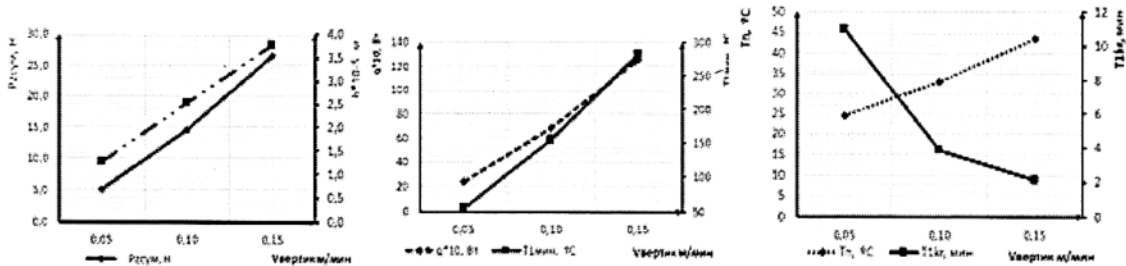


Рис.6 Зависимость параметров резания от изменения величины вертикальной подачи отрезного круга

Математическое моделирование показало, что металлический диск – основа алмазного круга, во время работы существенно нагревается.

Практически все элементы режимов резания влияют на температуру круга, хотя и в разной мере. Наибольшее влияние оказывает величина вертикальной подачи.

Частота вращения круга и изменение его диаметра влияют практически одинаково, поскольку скорость резания зависит как от частоты вращения, так и от диаметра круга.

Изменение зернистости отрезного круга значительно влияет на его нагрев. Зависимость здесь достаточно сложная, поскольку увеличение размера зерна увеличивает единичную силу резания и тепловую мощность от каждого отдельного зерна. Однако при этом уменьшается количество зерен одновременно участвующих в работе. В нашем случае в теплообразовании принимает участие меньшее количество более мощных тепловых источников. Однако увеличение мощности каждого единичного источника не может компенсировать уменьшение их количества. Это явление необходимо проверить на других кругах, например, на керамической связке.

По результатам моделирования можно сказать, что для обеспечения максимальной тепловой стойкости круга следует выбирать круги зернистости не менее 25 и работать при скорости вертикальной подачи не более 0,05 м/мин.

Выводы

В результате проведенного математического моделирования решены следующие вопросы:

1. Определена сила резания единичным зерном во время процесса резания
2. Определена тепловая мощность, развиваемая единичным зерном при резании керамического материала.
3. Определена форма пятна контакта круга с изделием, определено количество зерен действующих в пятне контакта и величина суммарного теплового потока при резании.
4. Разработана блок-схема и программа расчетов (в среде MathCad), которая дает возможность определить суммарные силы резания, контактную температуру резания, схему нагрева круга этой температурой.
5. На основании полученных данных определена температура нагрева участка круга, находящегося в контакте с изделием, температура по радиусу круга, охлаждение нагретого круга воздушным потоком и приrost температуры круга на каждый оборот.

Литература

- [1] В. А. Александров. Обработка природного камня алмазным дисковым инструментом. Киев, Наукова Думка, 1979.
- [2] Н. Н. Клименко, В. Г. Лебедев, и др. Методика измерения температур шлифования терпарами при обработке наплавленных и напыленных поверхностей машиностроительных деталей. Физические и компьютерные технологии (Труды 20-й Международной научно-практической конференции, 23-24 декабря 2014) - Д: ЛИРА. – Харків, 2015. – С. 34-38.
- [3] Редько С. Г. Процессы теплообразования при шлифовании металлов / С. Г.Редько. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1986. – 231 с.
- [4] Маслов Е. Н. Теория шлифования материалов / Е. Н. Маслов. – М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.
- [5] Горелов В. А., Алексеев С. В. Особенности механической обработки деталей из керамических материалов М.: «Известия МГТУ МАМИ» № 2(14), 2012, т. 2. С. 64–67.

- [6] Dongming Guo. Advances in abrasive technology IX. Trans Tech Publication. Ueticon-Zuerich, 2006.
- [7] Islak S. Kastamonu, Turkey Çelik H. Firat . Effect of sintering temperature and boron carbide content on the wear behavior of hot pressed diamond cutting segments. Science of Sintering. 2015;47(2) : 131-143.
- [8] Linh Vo Tung, Yong Zang. Calculation of the circular saw blade. In: MATEC Web of Conferences. 51(2016).
- [9] Turchetta, S.: Cutting force in stone machining by diamond disk. Advances in Materials Science and Engineering (2010).
- [10] Sun, Q., Zhang, J., Hu, J.: FAHP and TOPSIS Preg. Mathematical Problems in Engineering (2017).
- [11] Turchetta, S., Polini, W., Buyuksagis I. S.: Investigation on stone machining performance using force and specific energy. Advances in Mechanical Engineering 1 (2009).
- [12] Siniša Dunda Zagreb, Croatia. Influence of the circular saw disc peripheral velocity on diamond tool consumption during dimension stone cutting.
- [13] Ugur Simsir Torque-Controlled Adaptive Speed Control on a CNC Marble Saw Machine. Advances in Mechanical Engineering 7(2) (2015).
- [14] Davor Antoljak, Trpimir Kujundžić, Tomislav Korman, Dalibor Kuhinek Dependency of specific energy of rock cutting on specific drilling energy. Rudarsko-geološko-naftni Zbornik. 2018;33(3):23-32.
- [15] W. Polini . S. Turchetta. Monitoring of Diamond Mill Wear in Time Domain during Stone Cutting Using Cutting Force Measurements. Advances in Mechanical Engineering. 2009;1.
- [16] Т. В. Чумаченко, В. Г. Лебедев. С. В. Марчук. Охлаждение воздушной и воздушнокапельной струей при шлифовании керамических покрытий. // Наукові нотатки. Науковий збірник ЛНТУ, Випуск 41, Луцьк 2013.

References

- [1] V. A. Aleksandrov. Obrabotka prirodnogo kamnya almaznyim diskovym instrumentom. Kiev, Naukova Dumka, 1979.
- [2] N. N. Klimenko, V. G. Lebedev, i dr. Metodika izmereniya temperatur shlifovaniya termoparami pri obrabotke naplavlennyih i napyilennyih poverhnostey mashinostroitelnyih detaley. Fizicheskie i kompyuternye tehnologii (Trudy 20-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 23-24 dekabrya 2014) D: LIRA. – Kharkiv. 2015. – S. 34-38.
- [3] Redko S. G. Protessy teploobrazovaniya pri shlifovanii metallov / S. G. Redko. – Saratov: Izd-vo Sarat. un-ta. 1986. – 231 s.
- [4] Maslov E. N. Teoriya shlifovaniya materialov / E. N. Maslov. – M.: Mashinostroyeniye. 1984. – 320 s.
- [5] Gorelov V. A.. Alekseyev S. V. Osobennosti mekhanicheskoy obrabotki detaley iz keramicheskikh materialov M.: «Izvestiya MGTU MAMI» № 2(14). 2012. t. 2. S. 64–67.
- [6] Dongming Guo. Advances in abrasive technology IX. Trans Tech Publication. Ueticon-Zuerich, 2006.
- [7] Islak S. Kastamonu, Turkey Çelik H. Firat . Effect of sintering temperature and boron carbide content on the wear behavior of hot pressed diamond cutting segments. Science of Sintering. 2015;47(2) : 131-143.
- [8] Linh Vo Tung, Yong Zang. Calculation of the circular saw blade. In: MATEC Web of Conferences. 51(2016).
- [9] Turchetta, S.: Cutting force in stone machining by diamond disk. Advances in Materials Science and Engineering (2010).
- [10] Sun, Q., Zhang, J., Hu, J.: FAHP and TOPSIS Preg. Mathematical Problems in Engineering (2017).
- [11] Turchetta, S., Polini, W., Buyuksagis I. S.: Investigation on stone machining performance using force and specific energy. Advances in Mechanical Engineering 1 (2009).
- [12] Siniša Dunda Zagreb, Croatia. Influence of the circular saw disc peripheral velocity on diamond tool consumption during dimension stone cutting.
- [13] Ugur Simsir Torque-Controlled Adaptive Speed Control on a CNC Marble Saw Machine. Advances in Mechanical Engineering 7(2) (2015).
- [14] Davor Antoljak, Trpimir Kujundžić, Tomislav Korman, Dalibor Kuhinek Dependency of specific energy of rock cutting on specific drilling energy. Rudarsko-geološko-naftni Zbornik. 2018;33(3):23-32.
- [15] W. Polini . S. Turchetta. Monitoring of Diamond Mill Wear in Time Domain during Stone Cutting Using Cutting Force Measurements. Advances in Mechanical Engineering. 2009;1.
- [16] T. V. Chumachenko. V. G. Lebedev. S. V. Marchuk. Okhlazhdeniye vozduшной i vozdushnokapelnoy struyey pri shlifovanii keramicheskikh pokrytiy. // Naukovi notatki. Naukoviy zbirnik LNTU. Vipusk 41. Lutsk 2013.



Bespalova Alla – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of construction and labor protection, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, 4 Didriksona St., Odessa, Ukraine, 65029, *e-mail*: bespalova-a-v@mail.ru. *Where and when she graduated*: Odessa Institute of Marine Engineers 1976. Odessa Institute of Engineers of the Marine Fleet, 1976. *Professional orientation or specialization*: hydrotechnical construction of waterways and ports gidrotehniichne budivnitvo water gates and ports. *The most relevant publication outputs*: 1. Ala Bezpalo. Investigation of the formation process of hazardous and harmful production factors when cutting a stone for construction works / Ala Bezpalo, Vladimir Lebedev // (2017) EUREKA: Physics and Engineering, 5, P. 30–38. 2. Ala Bezpalo. Analitic investigation of the regularities of changing dust concentration during the abrasive decrease / Ala Bezpalo, Vladimir Lebedev, Yuri Morozov // (2018), EUREKA: Physics and Engineering, 2, P. 28–40. 3. Ala Bezpalo. Investigation and analysis of the possibility of diffusionless phase transformations in the surface layer of a part under the action of grinding temperatures / Ala Bezpalo, Vladimir Lebedev, Natalia

Klimenko, Tatiana Chumachenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774, 2018. - 4 12 (94) 2018. - P. 36-42.

Lebedev Vladimir – Doctor of Technical Sciences, Professor, Departments of Materials Science and Technology of Materials, Odessa National Polytechnic University, 1, Shevchenko Ave., Odessa, Ukraine, 65044, *e-mail*: wlebedev29@rambler.ru. *Where and when he graduated*: Odesskij politechnicheskij institut, 1961. *Professional orientation or specialization*: engineering technology, machine tools and tools engineering technology, machine tools and tools. *The most relevant publication outputs*: 1. N. N. Klimenko. Metodika izmereniya temperatur shlifovaniya termoparami pri obrabotke naplavlennykh i napylnennykh poverkhnostey mashinostroitelnykh detaley / N. N. Klimenko. Lebedev Vladimir. G. Lugovskaya E. A. V. // Perspektivni tekhnologii ta priladi. - 2015. - Vip. 7. - S. 54-58, 2. Lebedev Vladimir. Provision Of The Quality Of Manufacturing Gear Wheels In Energy Engineering Vladimir Lebedev, Vladimir Tonkonogiy, Alexey Yakimov, Liubov Bovnegra, Nataliya Klymenko // Proceedings of the International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2018, June 12-15, 2018, Sumy, Ukraine – pp. 89-96., 3. Lebedev V. G. Martensite transformations in the surface layer a grinding of parts of hardened steels / V. G. Lebedev, N. N. Klimenko, I. V. Uryadnikova, T. V. Chumachenko, A. V. Ovcharenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017.– №3/12(87)2017. – P. 56-63.



Frolenkova Olga – assistant, Departments of Materials Science and Technology of Materials, Odessa National Polytechnic University 1, Shevchenko Ave., Odessa, Ukraine, 65044, *e-mail*: Solgavf@gmail.com. *Where and when she graduated* Odessa State Academy of Cold, Odessa State Academy of Cold, 1997; Odessa National Polytechnic University Odessa National Polytechnic University, 2013. *Professional orientation or specialization*: automation of technological processes and production; management of organizations and administration. *The most relevant publication outputs*: 1. Derev'yanchenko O. G., Krinitsin D. O., Frolenkova O. V., Usik A. M. Pitannya modifikatsii metodu bagatoparametrichnogo prognozuvannya zalishkovogo resursu instrumentiv // Suchasni sistemi tekhnologiy u mashinobuduvanni: Zbirnik naukovikh prats. prisvyacheniy 90-richyhu z dnya narodzhennya profesora ONIUI Yakimova O. V. - D: LIRA. - 2015. - S. 262-266, 2. Lebedev V. G., Frolenkova O. V. Kontaknyye temperatury pri shlifovanii termobaryernogo pokrytiya ZrO₂ krugami iz sinteticheskikh sverkhtrverdykh materialov // Rezanije i instrumenty v tekhnologicheskikh sistemakh: Mezhdunar. nauch.-tekhn. sb. – Kharkov : NTU «KhPI». 2018. – Vyp. 88. – S. 118–123. 3. Lebedev V. G. Shlifovaniye termobaryernogo pokrytiya iz oksida tsirkoniya stabilizirovannogo oksidom itriya / V. G. Lebedev., O. V. Frolenkova // Naukovi notatki. – Lutsk. 2018. - Vip. 61. - S. 91-96, 4. Bespalova A. V. Razrezaniye kamennykh stroitelnykh materialov i keramicheskoy plitki pri stroitelnykh rabotakh almaznymi diskami / Bespalova A. V., Lebedev V. G., Frolenkova O. V., Chumachenko T. V. // Zbirnik naukovikh prats «Visoki tekhnologii v mashinobuduvanni»: Kharkiv. NTU "KhPI". 2018. - Vip. 1 (28). – S.16-28.

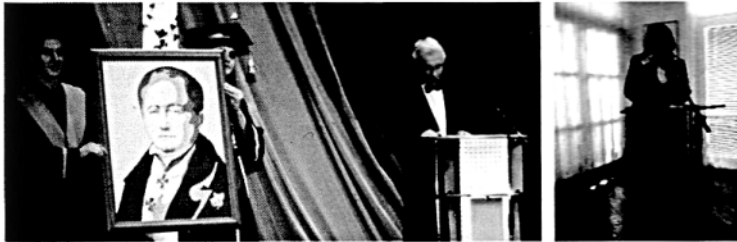
Chumachenko Tatyana – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Departments of Materials Science and Technology of Materials Odessa National Polytechnic University 1, Shevchenko Ave., Odessa, Ukraine, 65044, *e-mail*: chumachenko-1981.28@ukr.net *Where and when she graduated*: Odessa National Polytechnic University, 2003. *Professional orientation or specialization*: Technology and equipment for restoration and increase of wear resistance of machines and structures Technology and equipment for restoration and increase of wear resistance of machines and structures. *The most relevant publication outputs*: 1. Lebedev V. G. Definition of the amount of heat released during metal cutting by adrasive grain and the contact temperature of the ground surface / V. G. Lebedev, N. N. Klimenko, I. V. Uryadnikova, T. V. Chumachenko, A. V. Ovcharenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2016.– №5/7(83). – P. 43-50, 2. Lebedev V. G. Martensite transformations in the surface layer a grinding of parts of hardened steels / V. G. Lebedev, N. N. Klimenko, I. V. Uryadnikova, T. V. Chumachenko, A. V. Ovcharenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017.– №3/12(87)2017. – P. 56-63, 3. Ala Bezpalova. Investigation and analysis of the possibility of diffusionless phase transformations in the surface layer of a part under the action of grinding temperatures / Ala Bezpalova, Vladimir Lebedev, Natalia Klimenko, Tatiana Chumachenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774, 2018. - 4/12 (94) 2018. - P. 36-42.



ОСНОВНИ НАПРЯМИ РОБОТИ АКАДЕМІЧНОГО
СПІВТОВАРИСТВА МІХАЙЛА БАЛУДЯНСЬКОГО
BASIC DIRECTION OF WORK OF ACADEMIC SOCIETY
MICHAL BALUDANSKY

■ дослідження життя та діяльності Михайла
Балудянського і знайомство з ним для широкого кола людей.

*The study of the life and work of Michal Baludansky
and his acquaintance with him for a wide circle of people.*



■ реалізація стажувань студентів і викладачів із країн,
що мають безпосереднє відношення до життя і діяльності
Михайла Балудянського.

*Realization of internships of students and from countries directly
related to the life and work of Michal Baludansky.*



■ організація міжнародних конференцій для викладачів
і студентів.

*Organization of international conferences for teachers
and students.*



■ видання наукового журналу та видання підручників
і книг.

*Publishment of the scientific journal, publishment
of books and textbooks*



■ поїздки місцями життєвого шляху Михайла
Балудянського.

Trips to the places of life of Michal Baludansky.



© SCIENTIFIC LETTERS
OF ACADEMIC SOCIETY
OF MICHAL BALUDANSKY
▲ ISSN 1338-9432

Journal published by Academic Society
of Michal Baludansky, Humenská 16,
040 11 Košice, Slovakia
tel.: +421 (0)903 275 823,
e-mail: journal@asmiba.sk,

▲ IČO 42 100 135

▲ PUBLISHING HAS BEEN
APPROVED BY:

Ministry of Culture, Slovakia
REG. NO.: EV 4747/13

▲ Volume 7, No. 2/2019

▲ PERIODICITY: two-monthly

▲ DATE OF ISSUE: April 2019

▲ PRINTING: 80 pcs

▲ PRINTED BY:

UK TU Košice, Slovakia

▲ COVER DESIGN:

Ing. Jozef Hricišin

▲ GRAPHICAL DESIGN:

Ing. Peter Tuleja, PhD.

▲ PUBLISHER AND

DISTRIBUTION: Academic Society

of Michal Baludansky, Humenská 16

040 11 Košice, Slovakia

tel.: +421 (0)903 275 823

e-mail: journal@asmiba.sk

▲ SUBSCRIPTIONS: journal is not for
sale

▲ POSTAGE: to Slovakia 1 EUR, to
European countries 5 EUR, to other
countries 8 EUR