

Альошинський, С. О. Світлична, Ю. Ю. Виборкова // Технологический аудит и резервы производства : науч. журн. – Х. : Технологический центр, 2013. – № 4/1 (12). – С. 27-33.

3. Колтунский Ю. Ю. Разработка системы диагностики электрической централизации с применением вычислительных средств / Ю. Ю. Колтунский, В. В. Лагута, А. А. Стогний // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2016. – № 11. – С.76-80.

4. Комплексный учет параметров объектов инфраструктуры железной дороги, железнодорожного подвижного состава и автомобильного транспорта для обеспечения безопасности движения на переездах / Д. В. Ефанов, Г. В. Осадчий, Д. Г. Плотников [и др.] // Автоматика на транспорте. – 2018. – Том 4. – № 2. – С. 167-194.

5. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень / В. Ф. Ситник. – К. : КНЕУ, 2004. – 614 с.

6. Коваленко И. И. Экспертные технологии поддержки принятия решений / И. И. Коваленко, А. В. Швед. – Николаев : Илион, 2013. – 216 с.

7. Мирошник, М. А. Проектирование компьютерных систем с интеллектуальной диагностической инфраструктурой / М. А. Мирошник, В. Г. Ковтук, Э. Е. Герман // РАДІОТЕХНІКА : Всеукр. міжвед. науч.-техн. сб. – 2011. – Вып. 164. – С. 190-197.

8. Мирошник, М. А. Разработка интеллектуальной диагностической инфраструктуры в распределенных компьютерных системах / М. А. Мирошник // Інформаційно-

керуючі системи на залізничному транспорті. – 2015. – № 3. – С. 3-9.

9. Моисеевская, Д. А. Задача принятия управленческих решений на железнодорожном транспорте / Д. А. Моисеевская // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2007. – Вып. 4 (13). – С.5-16.

10. Цуриков, А. Н. Автоматизированная информационная система поддержки принятия управленческих решений и рассылки оповещений в условиях чрезвычайной ситуации на железнодорожной станции // Вагонный парк. – Харьков, изд-во «Подвижной состав». – 2014. – № 1 (82). – С. 41-44.

11. Шеховцов О. І. Автоматизоване робоче місце диспетчера залізничних перевезень порту / О. І. Шеховцов // Збірник наук. праць Дон ІЗТ. – 2010. – № 24. – С. 62-68.

12. Van der Aalst, Wil. Modeling business processes: a Petri net-oriented approach / Van der Aalst, Wil and Stahl, Christian. – Cambridge : MIT press, 2011. – 400 p.

13. Иммитационное моделирование. Классика CS : Пер с англ. / Аверилл М. Лау, В. Дэвид Кельтон. – 3-е изд. – Киев : Издательская группа БНУ, 2004. – 847 с.

14. Аверкин А. Н. Поддержка принятия решений в слабоструктурированных проблемных областях. Анализ ситуаций и оценка альтернатив / А. Н. Аверкин, О. П. Кузнецов, А. А. Кулинич, Н. В. Титова // Теория и системы управления. – 2006. – № 3. – С. 139-149.

Манукян Оганес Самвелович

канд.техн.наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении, Гюмрийский филиал

Минасян Зограб Александрович

канд.техн.наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении, Гюмрийский филиал

Арзуманян Алексан Мкртычевич

док.техн.наук, профессор, Национальный политехнический университет Армении, Гюмрийский филиал

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ ТОНКОЛЕЗВНОЙ ОБРАБОТКИ КОРУНДОВЫМИ РЕЖУЩИМИ ПЛАСТИНАМИ

Manukyan H.S.

Candidate of Technical Science, docent,
National Polytechnic University of Armenia Gyumri Branch

Minasyan Z.A.

Candidate of Technical Science, docent,
National Polytechnic University of Armenia Gyumri Branch

Arzumanyan A.M.

Doctor of Technical Science, professor,
National Polytechnic University of Armenia Gyumri Branch

DETERMINATION OF THERMODYNAMIC TEMPERATURE IN THE PROCESS OF THIN-BLADE TREATMENT WITH CORUNDUM CUTTING PLATES

Аннотация. Предложена математическая модель расчета термодинамической температуры в зоне резания корундовыми режущими пластинами. В основе модели лежит уравнение теплового баланса, записанное для процесса резания. Математическая модель учитывает режимы резания, теплофизические

характеристики режущей пластины, обрабатываемой детали, сходящей стружки, охлаждающей технологической среды, а также теплотери радиацией и конвекцией. Для определения термодинамической температуры в процессе резания используется метод последовательных приближений.

Summary. Proposed a mathematical model for calculating the thermodynamic temperature in the cutting zone with corundum cutting inserts is proposed. The model is based on the heat balance equation written for the cutting process. The mathematical model takes into account the cutting conditions, the thermal characteristics of the cutting insert, the work piece, the descending chips, the cooling process medium, as well as the heat loss by radiation and convection. To determine the thermodynamic temperature during the cutting process, the method of successive approximations is used.

Ключевые слова: температура, корунд, процесс резания, тепловой баланс, метод итерации, точность.

Key words: temperature, corundum, cutting process, heat balance, iteration method, accuracy.

Тонкое тонкозевинное фрезерование цветных металлов и сплавов осуществляется в их сравнительно тонких поверхностных слоях, что приводит к весьма высоким тепловым и механическим нагрузкам при стружкообразовании малых сечений, вызывающих иногда трещины и прожоги на обработанных поверхностях. Значениями температур в зоне контакта с обрабатываемой поверхностью, полученных экспериментально с помощью естественных термопар, можно пользоваться лишь для описания явлений, происходящих в сравнительно больших объемах обрабатываемых материалов, например, для определения средних термических деформаций

материалов или для средней оценки качества обработанной поверхности. Оценивать более тонкие явления, происходящие в зоне контакта фрезы и обрабатываемого материала, можно только ориентируясь на значения локальных температур.

В данной работе предлагается математическая модель определения термодинамической температуры в зоне резания при обработке материалов корундовыми режущими пластинами. Математическая модель базируется на уравнении теплового баланса.

Уравнение теплового баланса для процесса резания корундовыми режущими пластинами имеет вид:

$$C_p \cdot m_p \cdot (\theta - t_{np}) + C_c \cdot m_c \cdot (\theta - t_{nc}) + C_d \cdot m_d \cdot (\theta - t_{nd}) + C_{ox} \cdot m_{ox} \cdot (\theta - t_{nox}) + Q_{tp} = P_z \cdot v \cdot \tau \quad (1)$$

где P_z - сила резания, зависящая от режимов резания (скорости, подачи, глубины), [Н]; v - скорость резания, [м/с]; C_p - теплоемкость корундовой режущей пластины, $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}\right]$; m_p - масса корундовой режущей пластины, [кг]; t_{np} - начальная температура режущей пластины из корунда, [°С]; C_c - теплоемкость материала стружки (дюралюминия, латуни и т.д.), $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}\right]$; t_{nc} - начальная температура стружки, [°С]; m_c - масса удаляемой стружки, [кг]; C_d - теплоемкость обрабатываемой детали (дюралюминия, латуни и т.д.), $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}\right]$; t_{nd} - начальная температура обрабатываемой детали, [°С]; m_d - масса обрабатываемой детали, [кг]; C_{ox} - теплоемкость охлаждающей технологической среды (керосина), $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}\right]$; m_{ox} - масса охлаждающей технологической среды, [кг]; t_{nox} - начальная температура охлаждающей технологической среды, [°С]; Q_{tp} - потери тепла в окружающую среду посредством конвективного и радиационного теплообмена, [Дж]; θ - термодинамическая температура, устанавливаемая в процессе резания в условиях теплового равновесия, [°С], τ - время установления стационарного процесса при резании [с].

Теплотери в окружающую среду определяются по формуле:

$$Q_{tp} = Q_{конв} + Q_{рад} \quad (2)$$

где $Q_{конв}$ и $Q_{рад}$ соответственно конвективная и радиационная составляющие тепловых потерь, [Дж].

Конвективная составляющая тепловых потерь определяется по формуле Ньютона-Рихмана [1, 2]:

$$Q_{конв} = \alpha_{cp} \cdot F \cdot (\theta - t_{воз}) \cdot \tau \quad (3)$$

где α_{cp} - средний коэффициент теплоотдачи от поверхности режущей пластины и обрабатываемой детали в окружающую воздушную среду, $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}\right]$; F - суммарная площадь поверхности режущей пластины и обрабатываемой детали [м²]; $t_{воз}$ - температура окружающей воздушной среды, [°С].

Коэффициент теплоотдачи определяется по критериальному уравнению конвективного теплообмена [2, 3]:

$$Nu = 0,66 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33} \quad (4)$$

где Re - критерий Рейнольдса:

$$Re = \frac{v \cdot l}{\vartheta} \quad (5)$$

v - линейная скорость движения режущей пластины, [м/с]; ϑ - коэффициент кинематической

вязкости окружающей воздушной среды, $[m^2/c]$; l - определяющий линейный размер, $[m]$; Pr - критерий Прандтля для окружающей воздушной среды.

В качестве определяющей температуры принимается температура окружающей воздушной среды вдали от зоны резания, а в качестве определяющего размера- длина режущей кромки пластины.

Определив значение критерия Нуссельта критериальному уравнению, находится коэффициент теплоотдачи α_{cp}

$$\alpha_{cp} = \frac{Nu \cdot \lambda}{l} \quad (6)$$

где λ - коэффициент теплопроводности окружающей воздушной среды, $\left[\frac{Вт}{м \cdot К}\right]$.

Значения ϑ , λ и Pr для окружающей воздушной среды находятся по справочным таблицам [4, 8].

Радиационная составляющая тепловых потерь определяется по закону Стефана-Бомумана [3, 4, 5]:

$$Q_{рад} = \varepsilon_{пр} \cdot C_o \cdot F \cdot \tau \cdot \left[\left(\frac{\theta + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{воз} + 273}{100} \right)^4 \right] \quad (7)$$

где $\varepsilon_{пр}$ - приведенная степень черноты технологической системы "режущая пластина- обрабатываемая деталь", определяемая по формуле [3, 4, 6]:

$$\varepsilon_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_p} + \frac{1}{\varepsilon_d}} = \frac{\varepsilon_p \cdot \varepsilon_d}{\varepsilon_p + \varepsilon_d} \quad (8)$$

где ε_p - степень черноты материала режущей пластины; ε_d - степень черноты материала обрабатываемой детали; $C_o = 5,67 \left[\frac{Вт}{м^2 \cdot К^4} \right]$ - коэффициент излучения абсолютно черного тела. Значения ε_p и ε_d находятся из справочных таблиц [7, 8].

Подставляя выражения для тепловых потерь в уравнение теплового баланса, получим:

$$\begin{aligned} & C_p \cdot m_p \cdot (\theta - t_{нр}) + C_c \cdot m_c \cdot (\theta - t_{нс}) + \\ & + C_d \cdot m_d \cdot (\theta - t_{нд}) + C_{ох} \cdot m_{ох} \cdot (\theta - t_{нох}) + \alpha_{cp} \cdot F \cdot (\theta - t_{воз}) \cdot \tau + \\ & + \varepsilon_{пр} \cdot C_o \cdot F \cdot \tau \cdot \left[\left(\frac{\theta + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{воз} + 273}{100} \right)^4 \right] = P_z \cdot v \cdot \tau \end{aligned} \quad (9)$$

откуда получаем выражение для определения термодинамической температуры, устанавливаемой в процессе резания:

$$\begin{aligned} & \varepsilon_{пр} \cdot C_o \cdot F \cdot \tau \cdot \left(\frac{\theta + 273}{100} \right)^4 + (C_p \cdot m_p + C_c \cdot m_c + C_d \cdot m_d + C_{ох} \cdot m_{ох} + \\ & + \alpha_{cp} \cdot F \cdot \tau) \cdot \theta = C_p \cdot m_p \cdot t_{нр} + C_c \cdot m_c \cdot t_{нс} + C_d \cdot m_d \cdot t_{нд} + C_{ох} \cdot m_{ох} \cdot t_{нох} + \\ & + \alpha_{cp} \cdot F \cdot \tau \cdot t_{воз} + \varepsilon_{пр} \cdot C_o \cdot F \cdot \tau \cdot \left(\frac{t_{воз} + 273}{100} \right)^4 + P_z \cdot v \cdot \tau \end{aligned} \quad (10)$$

Обозначим:

$$\begin{aligned} & \varepsilon_{пр} \cdot C_o \cdot F \cdot \tau = A \\ & C_p \cdot m_p + C_c \cdot m_c + C_d \cdot m_d + C_{ох} \cdot m_{ох} + \alpha_{cp} \cdot F \cdot \tau = B \\ & C_p \cdot m_p \cdot t_{нр} + C_c \cdot m_c \cdot t_{нс} + C_d \cdot m_d \cdot t_{нд} + C_{ох} \cdot m_{ох} \cdot t_{нох} + \\ & \alpha_{cp} \cdot F \cdot \tau \cdot t_{воз} + \varepsilon_{пр} \cdot C_o \cdot F \cdot \tau \cdot \left(\frac{t_{воз} + 273}{100} \right)^4 + P_z \cdot v \cdot \tau = D \end{aligned} \quad (11)$$

Примем:

$$t_{нс} = t_{нр} = t_{нд} = t_{нох} = t_{воз} = 20^\circ C.$$

Для уравнения теплового баланса будем иметь:

$$A \cdot \left(\frac{\theta + 273}{100} \right)^4 + B \cdot \theta = D \quad (12)$$

Для решения уравнения (12) применим метод итераций.

Имеем:

$$\theta = \left[D - A \cdot \left(\frac{\theta + 273}{100} \right)^4 \right] / B \quad (13)$$

Выводы

1. Разработанная математическая модель позволяет рассчитывать среднюю термодинамическую температуру в зоне резания при обработке материалов режущими пластинами из корунда.

2. Учет геометрических и теплофизических параметров режущей пластины, обрабатываемого материала, сходящей стружки, теплотеря радиацией и конвекцией, а также режимов резания позволяет повысить точность определения термодинамической температуры в зоне резания.

Список литературы:

1. Смирнов М.В. Теоретические основы теплотехники.- М.: Инфолио, 2010.- 272 стр.
2. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача.- М.: Юрайт, 2011. -560 стр.

3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача.- М.: Энергоиздат, 1981.- 416 стр.

4. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи.- М.: Энергия, 1977.- 344 стр.

5. Кудинов А.А. Тепломассообмен.- М.: Инфра, 2012.- 464 стр.

6. Брюханов О.Н., Шевченко С.Н. Тепломассообмен. - М.: Инфра, 2012.- 464 стр.

7. Цветков Ф.Ф., Керимов Р.В., Величко В.И. Задачник по тепломассообмену.- М.: МЭИ, 2010.- 195 стр.

8. Краснощеков Е.Л., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче.- М.: Энергия, 1980. -288 стр.

Работа выполнена в рамках государственного финансирования по теме 18SH-2D010 ГКН Республики Армения.

Masikevych A. Yu.

PhD, associate professor

Bucovinian State Medical University

THE PUBLIC SECTOR AS THE DRIVING FORCE OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND INCREASING THE LEVEL OF ITS ENVIRONMENTAL SAFETY

Abstract. The main forms of activity of public environmental organizations of the Eastern Carpathians are studied aimed at preserving mountain ecosystems and improving the level of environmental safety of the region. It is shown that involvement of public environmental organizations in the assessment of environmental safety, proposed engineering and management solutions in many cases has contributed to the reduction of anthropogenic pressure on the environment.

Keywords: non-governmental environmental organizations, forms of public activity, mountain ecosystems, environmental safety

Introduction and formulation of the Problem

Environmental disasters of the late twentieth century on the territory of Ukraine (Chernobyl accident, chemical illness of children in Chernivtsi under the name of "alopecia", poisoning of the Dniester River, etc.) prompted society to unite for the protection of their fundamental right - the right to a healthy and safe environment. The political thaw, the opening of the information veil, the removal of the secrecy mark from a number of documents under the "secret stamp" were all facilitated by this. It should be noted that in Ukraine at that time there were a number of "public" organizations such as the "Ukrainian Society for Nature Conservation" (acronym UTOP). Such "utopia" existed not only in nature conservation but also in other sectors of social activity. Chornobyl's alarming bell, fear of unknown threats, has structured society, especially in the western territories of Ukraine. It was here in 1988 in Chernivtsi that the public organization "Green Movement of Bukovina" was created, destined to become the harbinger of the first in Ukraine officially registered in the bodies of justice of the public environmental organization "Green World of Ukraine" [1].

Mass protests by citizens with fair demands to find out the causes of environmental disasters; support for the election of parliament to those political leaders who defended the human right to a clean environment and

many other examples of that period could be cited. These actions created a "ripe soil" into which the seeds of democratic restructuring of society lay through the activation of self-awareness. The days of communist influence on the "hearts and minds" of the people were gone in the summer. The competition of views on public life and the attitude to the natural resource filled the vacuum, a whole system of public organizations was formed, defending the position of the "green movement". The period of formation was coming to an end, and it was replaced by a period of hard labor of civil society formation.

The catastrophic collapse in the economy of the state, the impoverishment of scientists, the scarcity of funds for scientific environmental studies, etc., that took place in this period, wished to use the available knowledge to preserve the environment. The assistance of the international funds ISAR, Caunterpart, Renaissance, Carpathian Fund and others, which provided grant funds for the implementation of socially significant environmental projects, was facilitated in this

Dozens of new public environmental organizations appear in the Carpathian region of Ukraine: Bukovyna branch of NECU "Krona", ecological club "Vodograj", "Stezharul", "In Harmony with Nature", Nature monument "Lavra Noble", "Lion Society", "Carpathian School", "Dnister expedition",