

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.03.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОФИЗИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

направленность (профиль)
ЦИФРОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 8 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	12	12
Лабораторные		
Практические	48	48
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	60,35	60,35
Самостоятельная работа	156	156
Контроль	35,65	35,65
Итого	252	252

Рабочую программу составил:

доцент, доцент, канд. техн. наук Резников Л.А.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

профессор, профессор, д-р. техн. наук Шайкин А.П.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Срок действия рабочей программы дисциплины до « 30 » июня 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(протокол заседания № 1 от «31» августа 2020г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка будущего магистра, владеющего совокупностью методов, средств, способов и приемов науки и техники, направленных на создание и производство конкурентоспособной машиностроительной продукции за счет эффективного конструкторско-технологического обеспечения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина – высшая математика, физика, технология физико-технической обработки материалов.

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины – подготовка магистерской диссертации.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК – 1: Способен самостоятельно проводить, а также руководить группой исполнителей при научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработках	ПК-1.1. Формулирует цели и задачи проводимых исследований и разработок	Знать: математические методы решения теплофизических задач; теоретические основы расчета тепловых потоков и температурных полей в компонентах процесса резания
	ПК-1.2. Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований ПК-1.3. Оформляет результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Уметь: выбрать математическую модель, адекватную конкретной теплофизической задаче выполнить расчеты тепловых потоков и температурных полей в компонентах процесса резания, рассчитать параметры режущего инструмента и режим резания, обеспечивающие целесообразное распределение теплоты в этих компонентах разрабатывать технологические процессы обработки с дополнительным локальным нагревом обрабатываемого материала, обеспечивающие повышение

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>размерной стойкости инструментальных наладок и достижение целесообразного распределения теплоты в них</p> <p>Владеть: навыками решения теплофизических задач современного машиностроения</p> <p>навыками расчета параметров режущего инструмента и режима резания, обеспечивающих целесообразное распределение теплоты в компонентах процесса резания</p> <p>навыками разработки эскизных и рабочих проектов режущего инструмента и сопутствующей им конструкторской и технологической документации</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1. Основные положения учения о теплопроводности	Лек	Тема 1.1. Температурное поле в твердом теле. Градиент температуры	4	2	–	–	Устный опрос
	Пр	Практическая работа 1. Градиент температуры	4	4	–	–	Отчет по ПР 1
	Пр	Практическая работа 2. Тепловая мощность	4	4	–	–	Отчет по ПР 2
	Ср	Тема 1.1. Температурное поле в твердом теле. Градиент температуры	4	26	–	–	Экзамен
	Лек	Тема 1.2. Закон Фурье. Термическое сопротивление. Тепловые цепи	4	2	–	–	Устный опрос
	Пр	Практическая работа 3. Закон Фурье для плоской стенки	4	4	–	–	Отчет по ПР 3
	Пр	Практическая работа 4. Тепловые цепи.	4	4	–	–	Отчет по ПР 4
	Ср	Тема 1.1. Температурное поле в твердом теле. Градиент температуры	4	26	–	–	Экзамен
Раздел 2. Дифференциальное уравнение теплопроводности и методы его решения	Лек	Тема 2.1. Условия однозначности при решении дифференциального уравнения теплопроводности	4	2	–	–	Устный опрос
	Пр	Практическая работа 5. Одномерные источники теплоты	4	4	–	–	Отчет по ПР 5
	Пр	Практическая работа 6. Плоские источники теплоты	4	4	–	–	Отчет по ПР 6
	Ср	Тема 2.1. Условия однозначности при решении дифференциального уравнения теплопроводности	4	26	–	–	Экзамен
	Лек	Тема 2.2. Схематизация компонентов технологических систем. Кодирование тепловых задач.	4	2	–	–	Устный опрос

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Практическая работа 7. Нормально-распределенные источники теплоты	4	4	–	–	Отчет по ПР 7
	Пр	Практическая работа 8. Кодирование тепловых задач	4	4	–	–	Отчет по ПР 8
	Ср	Тема 2.2. Схематизация компонентов технологических систем. Кодирование тепловых задач.	4	26	–	–	Экзамен
Раздел 3. Методы описания процессов теплопроводности в системах твердых тел	Лек	Тема 3.1. Классический метод (метод прямого интегрирования)	4	2	–	–	Устный опрос
	Пр	Практическая работа 9. Метод прямого интегрирования	4	4	–	–	Отчет по ПР 9
	Пр	Практическая работа 10. Критерии Пекле и Фурье	4	4	–	–	Отчет по ПР 10
	Ср	Тема 3.1. Классический метод (метод прямого интегрирования)	4	26	–	–	Экзамен
	Лек	Тема 3.2. Метод источников теплоты. Принцип конструирования решения. Принцип отражения	4	2	–	–	Устный опрос
	Пр	Практическая работа 11. Метод источников теплоты	4	4	–	–	Отчет по ПР 11
	Пр	Практическая работа 12. Инженерная методика расчета температур	4	4	–	–	Отчет по ПР 12
	Ср	Тема 3.2. Метод источников теплоты. Принцип конструирования решения. Принцип отражения	4	26	–	–	Экзамен
	ПА			0,35			
	Контроль			35,65			
Итого:				252	–		

5. Образовательные технологии

Для эффективного изучения дисциплины и реализации компетентностного подхода предусмотрена традиционная форма обучения (лекции, практические занятия и самостоятельная работа).

6. Методические указания по освоению дисциплины

1. Резников А.Н. Тепловые процессы в технологических системах [Электронный ресурс] : учебник / А.Н. Резников, Л.А. Резников. – Изд. 2-е, испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 292 с. : ил. – ISBN 978-5-8114-2272-2.

2. Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 416 с. : ил. – ISBN 978-5-16-004719-5.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК – 1	Отчет по практической работе 1-12 Вопросы к экзамену № 1-20

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Практические работы

Типовые примеры заданий

Практическая работа 1. Градиент температуры

Вал радиусом $R = 30$ мм из хромоникелевой стали 12Х18Н9Т вращается в подшипнике скольжения. Распределение температур по радиусу вала в некоторый момент времени τ описывается выражением

$$\theta(r) = \theta_s \exp \left[-m\tau \left(1 - \frac{r}{R} \right) \right],$$

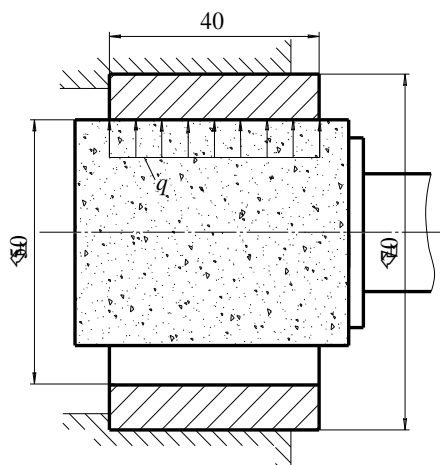
а увеличение диаметра вала из-за температурного расширения выражением

$$\Delta = 2\alpha^* \int_0^R \theta(r) dr, \text{ мм.}$$

Здесь θ_s – температура на поверхности вала в момент времени τ ; r – текущий радиус; $m = 0,05 \text{ с}^{-1}$ – размерный коэффициент; α^* – коэффициент линейного расширения материала.

Рассчитайте градиент температуры по радиусу вала в точке, равно удаленной от оси вала и от его наружной поверхности, если в момент времени $\tau = 60$ с наружная поверхность оказалась нагретой до 100°C .

Рассчитайте, насколько изменится радиальный зазор между валом и подшипником из-за нагрева вала при $\alpha^* = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.



Практическая работа 2. Тепловая мощность

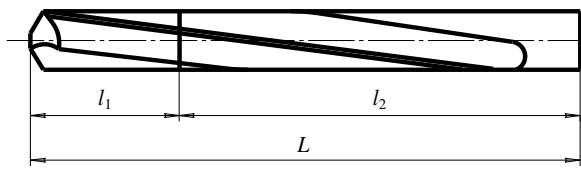
На внутришлифовальном станке производится врезное шлифование отверстия диаметром 50 мм во втулке из стали ШХ15 ($\lambda = 34 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$). Охлаждающая жидкость в процессе шлифования не применяется.

Измерения показали, что при установившемся теплообмене температуры на наружной и внутренней поверхностях втулки составляют, в среднем, $\theta_n = 40^\circ\text{C}$ и $\theta_v = 128^\circ\text{C}$ соответственно.

Эффективная мощность, подведенная к шлифовальному кругу, составляет $W = 2,5 \text{ кВт}$.

Рассчитайте тепловой поток q в материал заготовки на шлифуемой поверхности и определите, какая часть W_1 эффективной мощности расходуется на нагревание втулки в процессе шлифования. Тепловой поток примите равномерно распределенным по всей внутренней поверхности втулки.

Практическая работа 3. Закон Фурье для плоской стенки

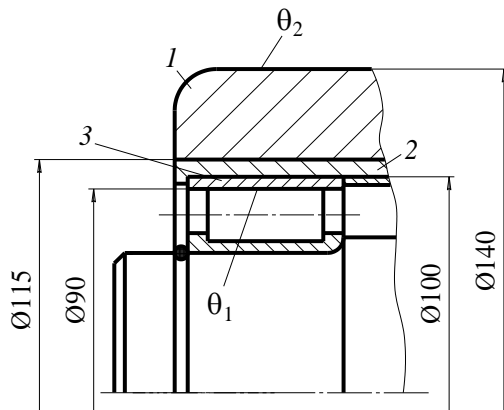


Для обработки отверстий в закаленных заготовках применяют сверла с рабочей частью длиной $l_1 = 30$ мм из твердого сплава Т14К8 ($\lambda_1 = 34$ Вт/м·°С) и хвостовиком из стали 45 ($\lambda_2 = 40$ Вт/м·°С).

По условиям производства требуется заменить твердый сплав Т14К8 сплавом Т15К6 ($\lambda_3 = 27$ Вт/м·°С).

Как следует изменить длины l_1 и l_2 , чтобы при той же общей длине сверла его эквивалентный коэффициент теплопроводности не изменился?

Определите термическое сопротивление отдельных частей нового сверла и всего инструмента в целом, если площадь его поперечного сечения $F = 25$ мм². Изменением сечения у хвостовика можно пренебречь.



Практическая работа 4. Тепловые цепи

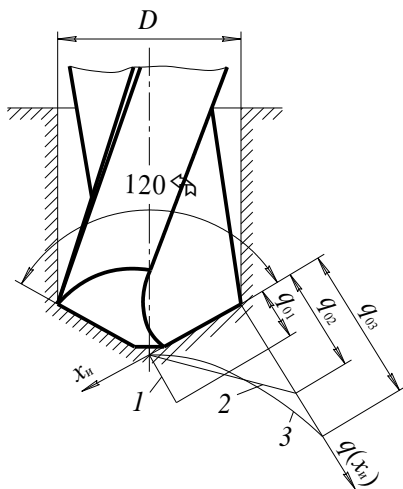
Через дорожку качения $\varnothing 90$ наружного кольца 3 роликового подшипника передается тепловой поток $q = 7600$ Вт/м², в результате чего эта поверхность нагревается до температуры $\theta_1 = 45^\circ\text{C}$.

Кольцо изготовлено из стали ШХ15 ($\lambda_3 = 33$ Вт/м·°С), стакан 2 – из стали 40 ($\lambda_2 = 34$ Вт/м·°С), а ступица 1 – из чугуна ($\lambda_1 = 40$ Вт/м·°С).

Рассчитайте эквивалентный коэффициент теплопроводности узла, состоящего из деталей 3, 2 и

1, а также температуру θ_2 наружной поверхности ступицы при установившемся теплообмене. Теплоотдачей от подшипникового узла в окружающую среду пренебрегите.

Практическая работа 5. Одномерные источники теплоты



При изготовлении отверстия диаметром 20 мм к сверлу, вращающемуся с частотой 300 об/мин, приложен момент 66 Н·м.

В первом приближении можно принять, что теплота резания выделяется непосредственно на режущих кромках инструмента.

Рассматриваются три варианта распределения плотности тепловыделения $q(x_n)$ вдоль режущей кромки при установившемся теплообмене:

1) плотность не зависит от координаты x_n , т.е. распределена равномерно на каждой из кромок сверла;

2) значения $q(x_n)$ пропорциональны скорости резания в каждой точке кромки;

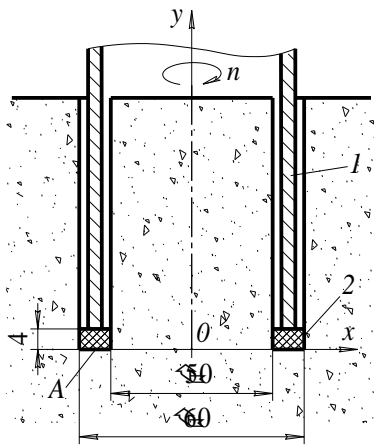
3) значения $q(x_n)$ распределены по экспоненциальному

закону с максимумом на наружном диаметре сверла.

Все варианты распределений показаны на рисунке.

Рассчитайте плотности тепловыделения на наружном диаметре сверла в каждом из трех вариантов распределения. (При экспоненциальном законе распределения можно принять, что плотность тепловыделения на оси сверла составляет 5% от максимальной.)

Практическая работа 6. Плоские источники теплоты



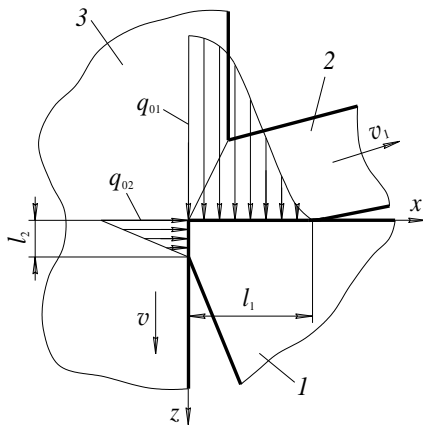
При изготовлении отверстий в бетоне применяют алмазные сверла, представляющие собой металлическую трубку 1, к торцу которой припаяно алмазосодержащее кольцо 2. Основное тепловыделение при сверлении происходит на торце А.

Алмазосодержащее кольцо состоит из 31% кристаллов природного алмаза ($\lambda_1 = 600 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$), 19% зерен твердого сплава ВК8 ($\lambda_2 = 54 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$), 48% медно-никелевой связки ($\lambda_3 = 25 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$) и 2% воздушных пор ($\lambda_4 = 0,03 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$).

Рассчитайте плотность тепловыделения на торце А, если сверло вращается с частотой 1200 об/мин, а момент сверления равен 4,7 Н.м.

Определите температуру в месте припайки алмазосодержащего кольца к трубке, если в процессе резания торец А нагревается до температуры $\theta_A = 600^\circ\text{С}$. В связи с низкой теплопроводностью обрабатываемого материала можно принять, что вся теплота сверления поступает в инструмент.

Практическая работа 7. Нормально-распределенные источники теплоты

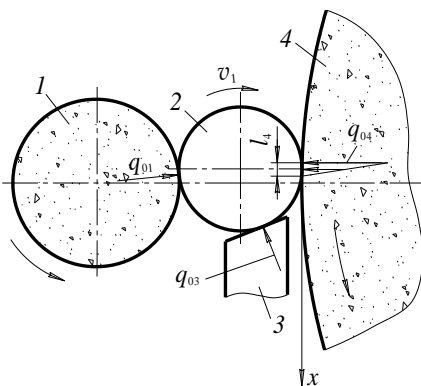


В процессе резания существует два независимых источника тепловыделения от трения: между передней поверхностью инструмента 1 и стружкой 2, а также между задней поверхностью инструмента и заготовкой 3.

По ширине среза b (размер перпендикулярный плоскости рисунка) плотность тепловыделения распределена равномерно, вдоль передней контактной площадки $b \times l_1$ по несимметричному нормальному закону, а вдоль задней контактной площадки $b \times l_2$ по линейному закону (см. рисунок).

Рассчитайте плотности q_{01} и q_{02} тепловых потоков у режущей кромки инструмента при условии, что силы трения на его передней и задней поверхностях равны соответственно $F_1 = 1390 \text{ Н}$ и $F_2 = 55 \text{ Н}$, длины контактных площадок $l_1 = 1,3 \text{ мм}$ и $l_2 = 0,1 \text{ мм}$, ширина среза $b = 4 \text{ мм}$, скорость резания $v = 60 \text{ м/мин}$, а скорость схода стружки $v_1 = 33 \text{ м/мин}$.

Практическая работа 8. Кодирование тепловых задач



При врезном бесцентровом шлифовании заготовки из стали ХГН ($\omega = 0,07 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$) из мощности $W = 5 \text{ кВт}$ установленного на шлифовальном станке электродвигателя 11,8% теряется из-за трения в механизмах станка, а еще 1,5% расходуется на преодоление трения между заготовкой 2 и опорным ножом 3.

Окружная скорость вращения заготовки $v_1 = 24 \text{ м/мин}$. Сила трения между заготовкой и ведущим кругом 1 равна 215 Н.

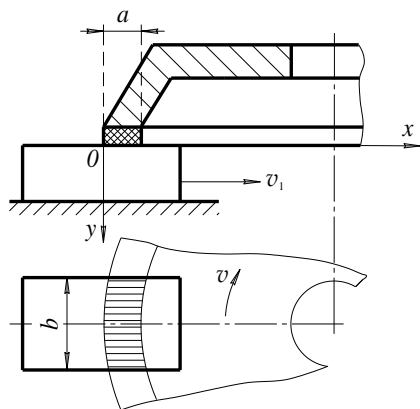
Ширина шлифуемой поверхности (размер перпендикулярный плоскости рисунка) $b = 80 \text{ мм}$. Все источники тепловыделения распределены вдоль ширины b равномерно.

Длины контактных площадок между заготовкой и ведущим кругом, а также между заготовкой и ножом $l_1 = l_3 \rightarrow 0$. Длина контакта между режущим кругом 4 и заготовкой

$l_4 = 2$ мм, причем тепловыделение на этой длине распределено по линейному закону с максимумом q_{04} .

Выполните кодирование тепловой задачи для заготовки при установившемся режиме, если охлаждающая жидкость в процессе шлифования не применяется. Рассчитайте плотности тепловыделения q_{01} , q_{03} и q_{04} на контактных поверхностях.

Практическая работа 9. Метод прямого интегрирования



При плоском шлифовании заготовки из твердого сплава ВК8 ($\omega = 0,246 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$) алмазным кругом главная составляющая силы резания $P_z = 62$ Н, окружная скорость круга $v = 25$ м/с, а скорость подачи заготовки $v_1 = 1$ м/мин.

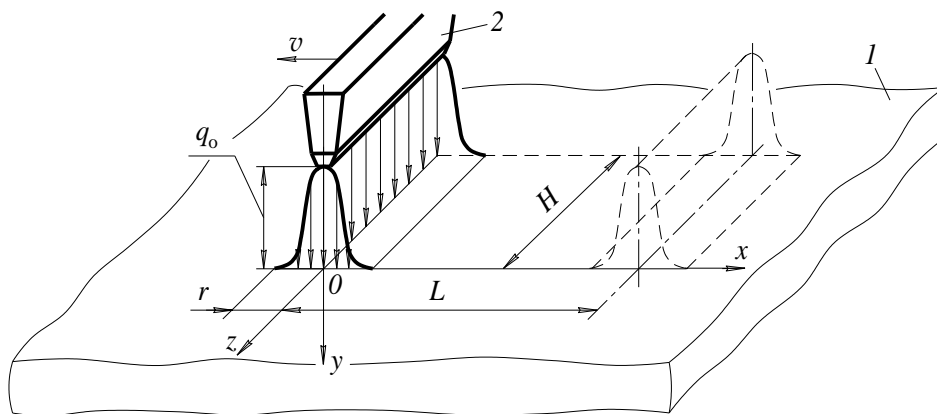
Теплота, возникающая на криволинейной площадке контакта круга с заготовкой (на рисунке эта площадка заштрихована), распределена по всей площадке равномерно, причем 17% теплоты поступает в круг, а остальная – в заготовку.

Алмазный круг, эквивалентная объемная теплоемкость которого $(c\rho)_{\text{экв}} = 5,9 \cdot 10^6 \text{ Дж/м}^3 \cdot ^\circ\text{C}$, в рабочем слое содержит 25% алмазных зерен ($\lambda_1 = 520 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$), 25% зерен карбида бора ($\lambda_2 = 16 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$), 48% бакелитовой связки ($\lambda_3 = 0,2 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$) и 2% воздушных пор ($\lambda_4 = 0,03 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$).

В связи с тем, что диаметр круга значительно больше, чем ширина алмазоносного слоя, круг можно представить в виде пластины толщиной 8 мм (как показано на рисунке пунктиром), а площадку контакта – в виде прямоугольника $8 \times 12 \text{ мм}^2$.

Напишите коды тепловой задачи по отношению к кругу и по отношению к заготовке при установившемся теплообмене, если охлаждающая жидкость в процессе шлифования не применяется. Рассчитайте тепловые потоки в круг и в заготовку.

Практическая работа 10. Критерии Пекле и Фурье



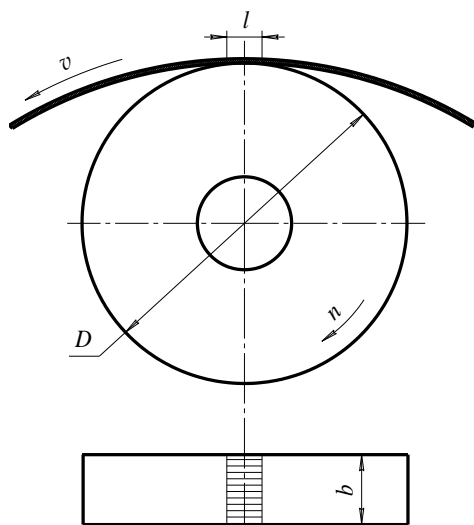
При нагревании листа 1 газовой горелкой 2 шириной $H = 50$ мм источник тепловыделения распределен по симметричному нормальному закону с коэффициентом сосредоточенности $k_0 = 7500 \text{ м}^{-2}$.

Горелка перемещается со скоростью $v = 0,6$ м/мин. За время, пока горелка прошла расстояние $L = 120$ мм, она выделила 3500 Дж теплоты, причем 90% этой теплоты ушло на нагревание листа, а остальная – на лучистый теплообмен пламени с окружающей средой.

Лист изготовлен из стали 45 ($\omega = 0,08 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$); за пределами контакта с пламенем горелки теплоотдача от листа в окружающую среду пренебрежимо мала.

Выполните кодирование тепловой задачи и определите наибольшую плотность q_0 теплового потока, поступающего в лист.

Практическая работа 11. Метод источников теплоты

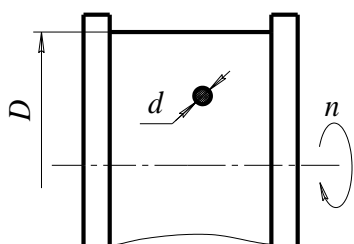


Ролик из коррозионно-стойкой стали 12Х18Н9Т ($\lambda = 23 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$, $\omega = 0,05 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$) полируют эластичной лентой, движущейся с некоторой скоростью v . Ролик вращается с частотой $n = 40 \text{ об/мин}$. Длина контакта между роликом и лентой $l = 5 \text{ мм}$.

В процессе полирования в каждую секунду выделяется $Q = 12 \text{ кДж}$ теплоты. Эта теплота равномерно распределена по всей площадке контакта, причем в заготовку передается $0,6Q$.

Рассчитайте среднюю температуру поверхности контакта ленты и ролика при установившемся теплообмене. Теплоотдачей с поверхностей ролика в окружающую среду можно пренебречь.

Практическая работа 12. Инженерная методика расчета температур



Беговую дорожку внутреннего кольца роликового подшипника обрабатывают лазером с целью повышения твердости поверхности. Кольцо изготовлено из подшипниковой стали ШХ15 ($\lambda = 33 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$, $\omega = 0,065 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$) и вращается с частотой $n = 30 \text{ об/мин}$. Лазерный луч создает на поверхности заготовки пятно нагрева диаметром $d = 1 \text{ мм}$.

Тепловой поток на поверхности заготовки в пределах пятна нагрева распределен по нормально-круговому закону (т.е. поток имеет один и тот же закон нормального распределения на любом диаметре пятна). Наибольшая плотность тепловыделения (в центре пятна нагрева) $q_0 = 25 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$.

Определите, используя инженерную методику расчета температур, какую среднюю температуру имеет поверхность кольца непосредственно под пятном нагрева, если теплоотдачей со всех других поверхностей кольца в окружающую среду можно пренебречь, а теплообмен установился.

Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма текущего контроля	Критерии и нормы оценки	
4	Устный опрос	«зачтено»	магистрант владеет материалом, правильно формулирует ответы на поставленные вопросы
		«не зачтено»	магистрант не имеет представления о рассмотренных вопросах
4	Практическая работа	«зачтено»	работа выполнена правильно или с исправимыми недочетами
		«не зачтено»	работа выполнена неправильно или с неисправимыми недочетами

7.3.Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 4

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Роль тепловых явлений в оптимизации технологических систем (ТС)
2	Виды теплообмена в ТС
3	Физические характеристики передачи теплоты теплопроводностью
4	Температурное поле в твердом теле. Градиент температуры
5	Закон Фурье и его частные случаи для плоских и цилиндрических стенок
6	Термическое сопротивление и его физический смысл
7	Тепловые цепи. Эквивалентная теплопроводность многослойных стенок
8	Дифференциальное уравнение теплопроводности
9	Условия однозначности при решении дифференциального уравнения теплопроводности
10	Четыре рода граничных условий в тепловых задачах
11	Классификация источников (стоков) теплоты по форме, скорости движения, длительности действия. Критерии Пекле и Фурье
12	Схематизация теплофизических характеристик твердых тел
13	Схематизация геометрической формы твердых тел
14	Кодирование тепловых задач
15	Методы описания процессов теплопроводности в системах твердых тел. Классический метод и область его применения.
16	Метод источников теплоты. Принцип конструирования решения. Принцип отражения
17	Численные методы решения дифференциального уравнения теплопроводности
18	Теплообмен при резании материалов. Составляющие и итоговые тепловые потоки в компонентах процесса резания
19	Теплообразование в узлах и механизмах станков
20	Процессы резания с дополнительным локальным нагревом материала заготовки

Каждый экзаменационный билет содержит теоретический вопрос и задачу.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	Экзамен	«отлично»	правильно решена задача и дан полный ответ на вопрос билета
		«хорошо»	решение задачи и ответ на вопрос билета имеют незначительные недочеты
		«удовлетворительно»	решение задачи и ответ на вопрос билета имеют существенные недочеты
		«неудовлетворительно»	задача билета решена неправильно

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	А.Н. Резников, Л.А. Резников	Тепловые процессы в технологических системах	Учебник	2016	ЭБС «Лань»
2	В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин	Резание металлов и режущие инструменты	Учебное пособие	2016	ЭБС «ZNANIUM.COM»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Д.А. Расторгуев	Проектирование технологических операций	Учебно-методическое пособие	2018	Репозиторий ТГУ

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– GoogleScholar – поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. Ищет статьи, в том числе и на русском языке.

– Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – <http://www.rsl.ru>.

– Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2006 гг. На данный период в ЭБ уже собрано более 11 тыс. учебных материалов различных вузов России. В ЭК – более 30 тыс. описаний, а так же есть "Глоссарий" и раздел "Система новостей" по названной тематике. Это уникальный образовательный проект в русскоязычном Интернете. Полный доступ ко всем ресурсам, включая полнотекстовые материалы библиотеки, предоставляется всем пользователям в свободном режиме – <http://window.edu.ru>.

– Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания – <http://www.edulib.ru>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015 г., срок действия – бессрочно
2	Office Standard	Договор № 727 от 20.07.2016 г., срок действия – бессрочно
3	Яндекс.Браузер	свободно распространяемое ПО отечественного производства
4	Мираполис	Договор № 292/07/20, от 08.07.2020 г. Срок действия - 04.09.2021 г.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория «Металлорежущие инструменты». Учебная аудитория для проведения лабораторных работ (Е-205)	Стол ученический двухместный (моноблок., доска аудиторная (меловая), стол преподавательский., стул преподавательский., кафедра
2	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет