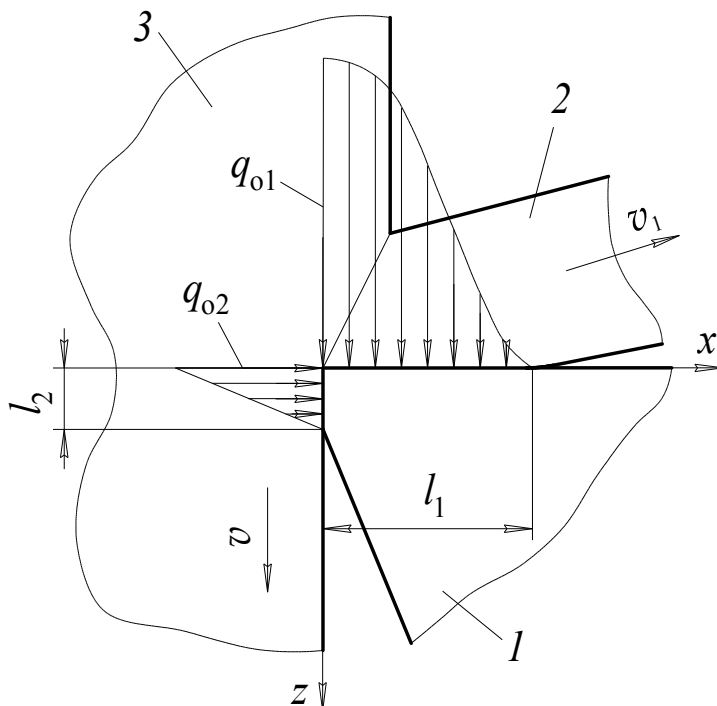




ТЕПЛОФИЗИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Задание 3.1



В процессе резания существуют два 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.

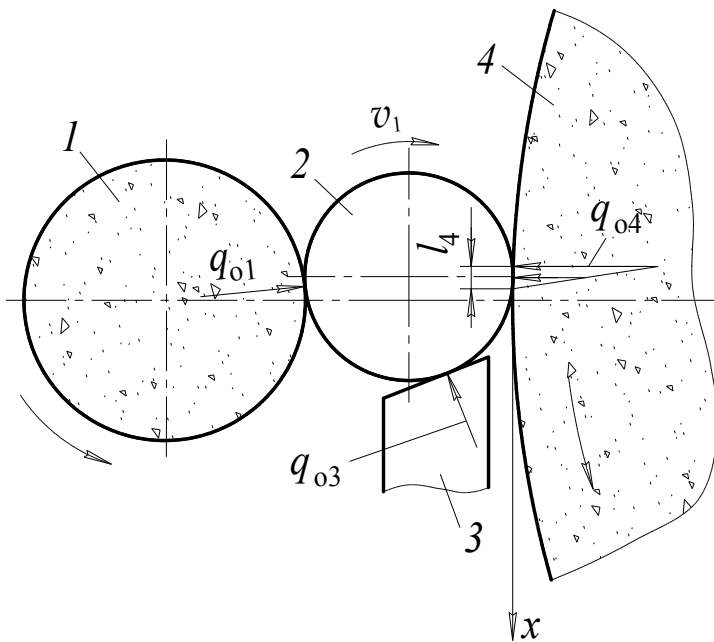
Выполните кодирование тепловой задачи по отношению к резцу при установившемся тепловом режиме, если охлаждающая жидкость на этой операции не применяется.

Рассчитайте наибольшие плотности тепловыделения q_{o1} и q_{o2} при условии, что силы трения на передней и задней поверхностях инструмента равны соответственно $F_1 = 1390$ Н и $F_2 = 55$ Н, длины контактных площадок $l_1 = 1,3$ мм и $l_2 = 0,1$ мм, ширина среза $b = 4$ мм, скорость резания $v = 60$ м/мин, а скорость схода стружки $v_1 = 33$ м/мин.



ТЕПЛОФИЗИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Задание 3.2



При врезном бесцентровом шлифовании заготовки из стали ХГН ($\omega = 0,07 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$) из всей мощности 5 кВт установленного на 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 составляет 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 $l_4 = 2 \text{ мм}$, причем тепловыделение на этой длине распределено по линейному закону с максимумом q_{o4} .

Выполните кодирование тепловой задачи для заготовки при установившемся режиме, если охлаждающая жидкость в процессе шлифования не применяется.

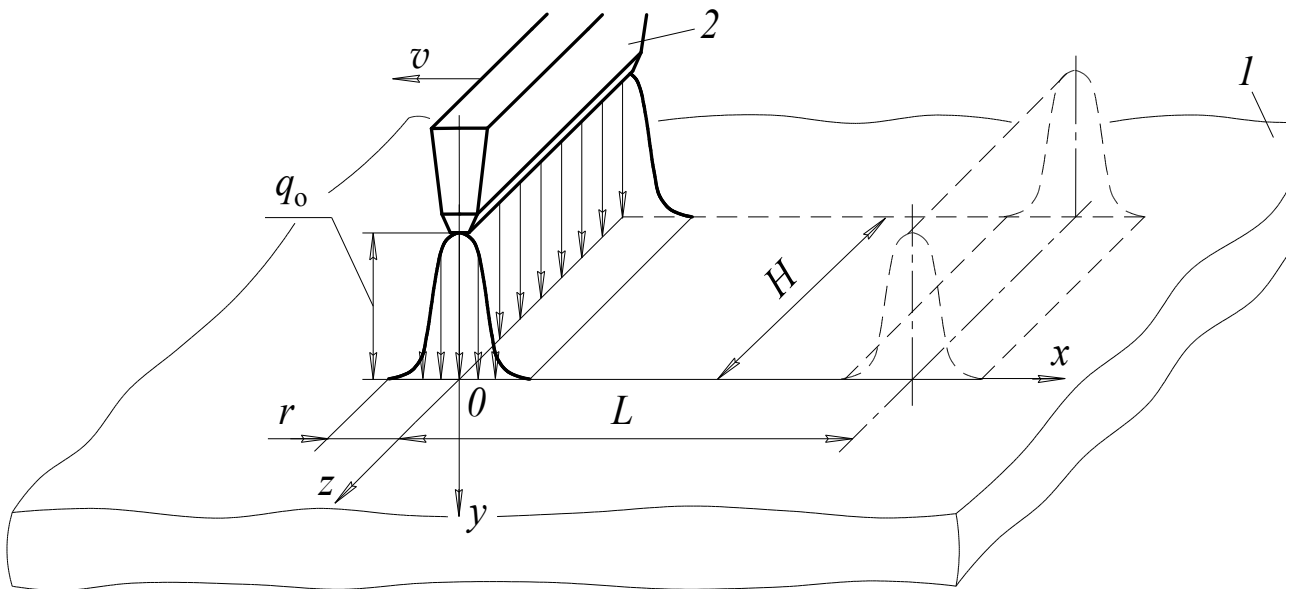
Рассчитайте плотности тепловыделения q_{o1} , q_{o3} и q_{o4} на контактных поверхностях заготовки.



ТЕПЛОФИЗИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Задание 3.3

При нагревании листа l 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.

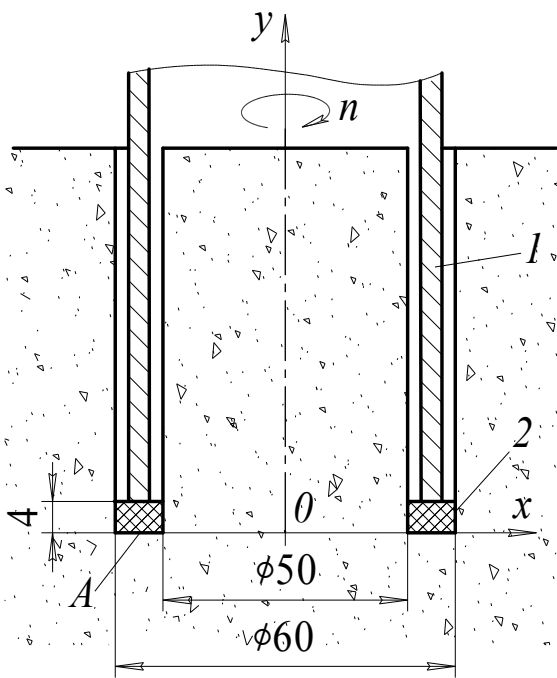
Лист изготовлен из стали 45 ($\omega = 0,08 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$); за пределами контакта с пламенем горелки теплоотдача от листа в окружающую среду пренебрежимо мала.

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



ТЕПЛОФИЗИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Задание 3.4



Для изготовления отверстий в бетоне применяют алмазное сверло, представляющие собой металлическую трубку 1, к торцу которой припаяно алмазосодержащее кольцо 2. Основное тепловыделение при работе сверла происходит на торце *A*.

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

Выполните кодирование тепловой задачи по отношению к сверлу, полагая, что тепловыделение распределено по торцу *A* равномерно, теплообмен установился, а боковые поверхности сверла не обмениваются теплотой с окружающей средой.

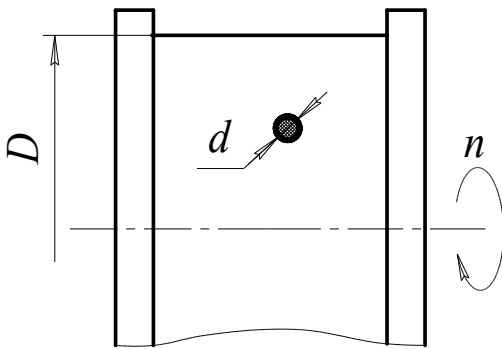
Рассчитайте плотность тепловыделения на торце *A*, если сверло вращается с частотой $n = 1200 \text{ об}/\text{мин}$, а момент сверления составляет $4,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

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



ТЕПЛОФИЗИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Задание 4.1



Для повышения твердости и износостойкости поверхности беговую дорожку внутреннего кольца роликового подшипника обрабатывают лазером. Заготовка вращается с частотой $n = 30$ об/мин. Лазерный луч создает на поверхности диаметром $D = 60$ мм пятно нагрева диаметром $d = 1$ мм.

Кольцо изготовлено из подшипниковой стали ШХ15, имеющей теплопроводность $\lambda = 33$ Вт/(м·°С) и температуропроводность $\omega = 0,065 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

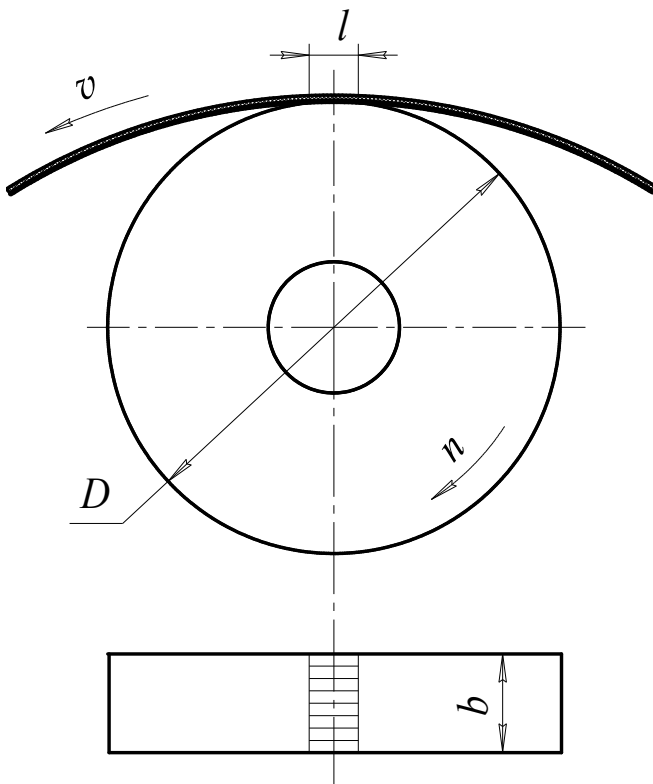
Тепловой поток на поверхности заготовки в пределах пятна нагрева распределен по нормально-круговому закону (т.е. поток имеет один и тот же закон нормального распределения на любом диаметре пятна). Наибольшая плотность тепловыделения (в центре пятна нагрева) $q_0 = 25 \cdot 10^7$ Вт/м².

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



ТЕПЛОФИЗИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Задание 4.2



Ролик диаметром $D = 100$ мм и толщиной $b = 20$ мм из коррозионно-стойкой стали ($\lambda = 23$ Вт/(м·°С), $\omega = 0,05 \cdot 10^{-4}$ м²/с) полируют эластичной лентой, движущейся с некоторой скоростью v . Ролик вращается с частотой $n = 40$ об/мин. Длина площадки контакта между роликом и лентой $l = 5$ мм.

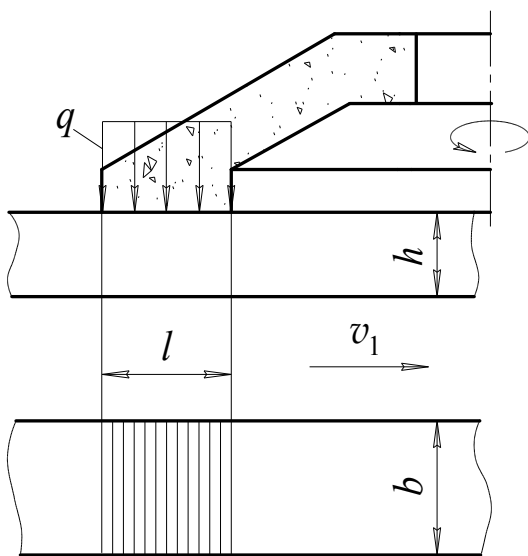
В процессе полирования в каждую секунду выделяется $Q = 12$ кДж теплоты. Эта теплота равномерно распределена по площадке $b \times l$, причем в заготовку передается $0,6Q$.

Рассчитайте среднюю температуру поверхности контакта ленты и ролика при установившемся теплообмене, используя инженерную методику расчета температур. Теплоотдачей с поверхностей ролика в окружающую среду пренебрегите.



ТЕПЛОФИЗИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Задание 4.3



Прямоугольный источник теплоты шириной $l = 10$ мм перемещается со скоростью $v_1 = 3$ м/мин по поверхности пластины из стали ШХ15, имеющей теплопроводность $\lambda = 33$ Вт/(м·°С) и температуропроводность $\omega = 0,065 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

К такому виду можно привести задачу о шлифовании призматической заготовки сечением $b \times h$ торцом абразивного круга.

Равномерно распределенный по площадке контакта источник теплоты имеет

плотность тепловыделения $q = 15 \cdot 10^6$ Вт/м².

За пределами контакта все поверхности заготовки не отдают теплоты в окружающую среду. Нижнюю поверхность заготовки можно считать пассивной границей.

Используя инженерную методику расчета температур, определите среднюю температуру на площадке контакта круга с заготовкой при установившемся теплообмене.