

ВЫДЕЛЕНИЕ ТЕПЛА ТОЧЕЧНЫМ ИСТОЧНИКОМ ТОКА В ПЛАСТИНЕ

Гришин О.П., Гришина Е.В., Настин А.А., Исаев Ю.М.

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия

Ульяновск, Россия

isurmi@yandex.ru

Сложность тепловых явлений, происходящих при электромеханической обработке деталей, определяется взаимодействием большого количества факторов, от которых они зависят. Если принять, что электрический ток распространяется в детали прямолинейно во всех направлениях от центра контакта, то для каждого момента можно себе представить некий электросиловой конус с радиусами в сечении l_1 и l_2 , который является как бы проводником для данного участка электрической цепи.

Если к материалу приложить разность потенциалов U , по которому течет ток I , то сопротивление проводника определяется по формуле $R = U/I$.

В свою очередь сопротивления проводника длиной l и площадью поперечного сечения S определяется зависимостью $R = r l / S$, где коэффициент пропорциональности r является удельным сопротивлением.

Поскольку кинетическая энергия электронов при прохождении зарядом dq разности потенциалов U записываются в виде $dE = U dq$. Разделим теперь обе части этого выражения на dt и получим $dE/dt = U dq/dt = UI$, где $P = UI$ – потери электрической мощности или джоулевы потери можно записать как $P = I^2 R$, которая преобразуется в тепло. При подстановке сопротивления получим: $P = I^2 r l / S$. На элементе длины dl выделяется мощность $dP = I^2 r \cdot dl / S$, при площади полусферы $S = 2\pi l^2$ радиусом l это выражение запишется $dP = I^2 r \cdot dl / (2\pi l^2)$. Проинтегрируем $\int_{P_1}^{P_2} dP = I^2 r \int_{l_1}^{l_2} \frac{dl}{2\pi l^2}$, получим:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = r \left(\frac{I^2}{2\pi l_1} - \frac{I^2}{2\pi l_2} \right) = \frac{r I^2}{2\pi} \left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l_2} \right) = \frac{r I^2 (l_2 - l_1)}{2\pi l_1 l_2}.$$

Из этой зависимости видно, что потери мощности, а, следовательно, тепловыделение пропорционально силе тока в квадрате и наиболее интенсивное тепловыделение будет происходить в месте контакта и затем, по мере углубления, резко падать. В пределе при $l_2 \rightarrow \infty$ получим, что $\Delta P = r I^2 / (2\pi l_1)$.

Таким образом, полученная математическая модель тепловыделения, возникающего при электромеханическом воздействии на материал, позволяет изучить особенности изменения температурных полей, которые в дальнейшем могут использоваться в расчетах, связанных с определением геометрии и расположения структурных зон напряженно-деформированного состояния обрабатываемого материала и других параметров.