

**Е.О. Трофимов, Л.П. Шингель**

Пермский государственный технический университет

## **ОЦЕНКА ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ РЕЗИН**

Предложена модель абразивной обработки резинового теплозащитного покрытия с оценкой температурных условий, которые могут быть использованы при выборе как обрабатываемого инструмента, так и режимов механической обработки.

**Ключевые слова:** механическая обработка резиновых теплозащитных покрытий, температура абразивного зерна и покрытия, рабочая температура абразивного круга, усилие прижима абразивного инструмента к покрытию, допустимые тепловые условия.

Придание материалам на основе резиновых смесей соответствующей конструкционной формы с заданными характеристиками методом формования не всегда возможно. Это связано с усложнением конструкций пресс-форм и самих процессов формования. Поэтому возникает необходимость в механической обработке. Одним из методов механической обработки является обработка при помощи абразивного инструмента. В качестве инструмента для обработки резин может служить абразивный круг ПП180×20×3216А50НСТ1БУ30 со следующими характеристиками:

- 1) размер зерен абразивного круга 0,5–0,63 мм;
- 2) модуль упругости  $E = 35$  ГПа;
- 3) теплоемкость  $C = 930$  Дж/(кг·К);
- 4) коэффициент теплопроводности  $\lambda = 20$  Вт/(м·К);
- 5) коэффициент Пуассона  $\mu = 0,3$ .

В качестве обрабатываемого материала рассмотрена каландрованная резиновая смесь 51-2180 на основе каучука марки СКЭПТ-40НТ со следующими физико-механическими показателями:

- 1) модуль упругости  $E = 50$  МПа;
- 2) коэффициент Пуассона  $\mu = 0,46$ ;
- 3) разрушающее напряжение при растяжении  $\sigma = 4$  МПа;
- 4) теплоемкость  $C = 1900$  Дж/(кг·К);
- 5) коэффициент теплопроводности  $\lambda = 0,12$  Вт/(м·К).

Для оценки тепловых процессов при абразивной обработке применялась расчетная схема, показанная на рис. 1.

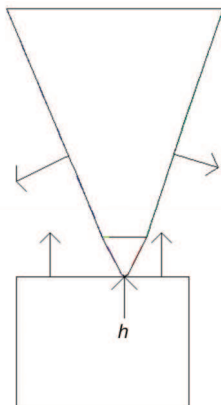


Рис. 1. Расчетная схема тепловой задачи при контакте абразивного зерна с обрабатываемым покрытием

Абразивное зерно, аппроксимированное треугольником, при обработке движется по покрытию, работа сил трения приводит к появлению теплового потока, обозначенному на рис. 1 как  $h$ . Стрелками показаны линии, по которым идут тепловые потоки, вызванные охлаждением как абразивного инструмента, так и самого покрытия. Коэффициент теплоотдачи при этом  $K_t = 130 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ .

Необходимо отметить, что при использовании абразивного круга зерно контактирует с резиной только в малой части совершаемого кругом оборота. При скорости вращения круга 480 об/мин время взаимодействия зерна с покрытием составляет 0,0083 с, время одного оборота абразивного круга – 0,125 с. Таким образом, в области контакта зерна с резиной в течение 0,0083 с выделяется теп-

ловая мощность  $P = \sigma v$ , где  $\sigma = 11,3 \text{ МПа}$  (максимальное значение силы трения при контакте),  $v = 4,52 \text{ м/с}$  – окружная скорость абразивного круга.

Скорость движения определяется как

$$v = 2 \cdot \pi r n / 60,$$

где  $r$  – радиус абразивного круга,  $r = 0,09 \text{ м}$ ;  $n$  – скорость вращения об/мин,  $n = 480 \text{ об/мин}$ .

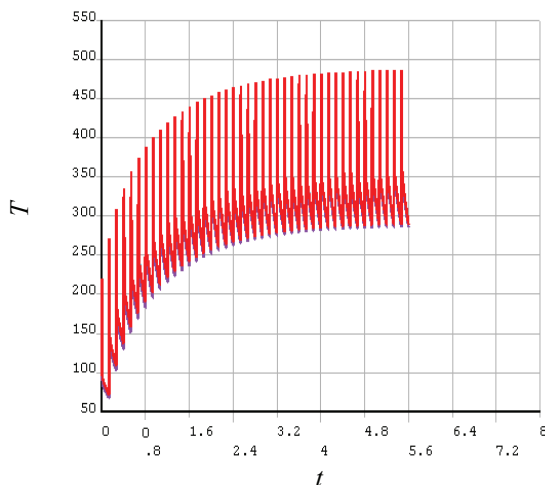


Рис. 2. Графики роста температуры при абразивной обработке покрытия

Результаты решения двухмерной нестационарной тепловой задачи при начальной температуре рассматриваемых областей 20 °С приведены на рис. 2, где изображен график температуры на границе зерна и покрытия. Видно, что температуры в зерне и покрытии вблизи их границы практически совпадают. На рис. 3 в увеличенном масштабе изображен начальный участок графика. Рассматриваемый период времени соответствует времени одного оборота абразивного круга (0,125 с).

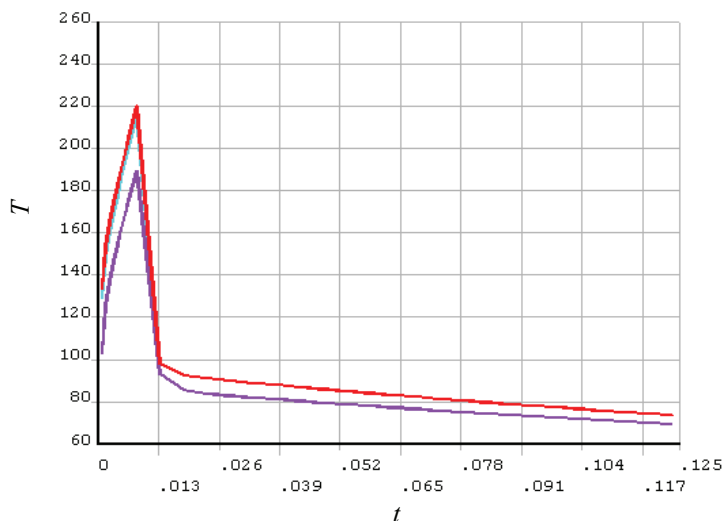


Рис. 3. Начальный участок графика роста температуры при абразивной обработке покрытия

На рис. 4 показано распределение температуры в зерне и поверхностном слое покрытия в момент времени, соответствующий конечной точке графика рис. 2. Расчет показывает, что температура максимальна на границе зерна и покрытия. Рабочая температура абразивного круга при абразивной обработке не должна превышать 100–120 °С, по условию работоспособности круга.

Результаты расчетов, приведенные на рис. 2, показывают, что через некоторое время после начала процесса температура на абразивном круге может превысить предельно допустимую. Снижая значение усилия прижима абразивного инструмента к покрытию и, соответственно, контактной силы трения до 1,77 МПа, получаем аналогичные графики, приведенные на рис. 5–7.

STEP=83  
SUB =6  
TIME=5.47  
TEMP (AVG)  
RSYS=0  
SMN =249.239  
SMX =457.887

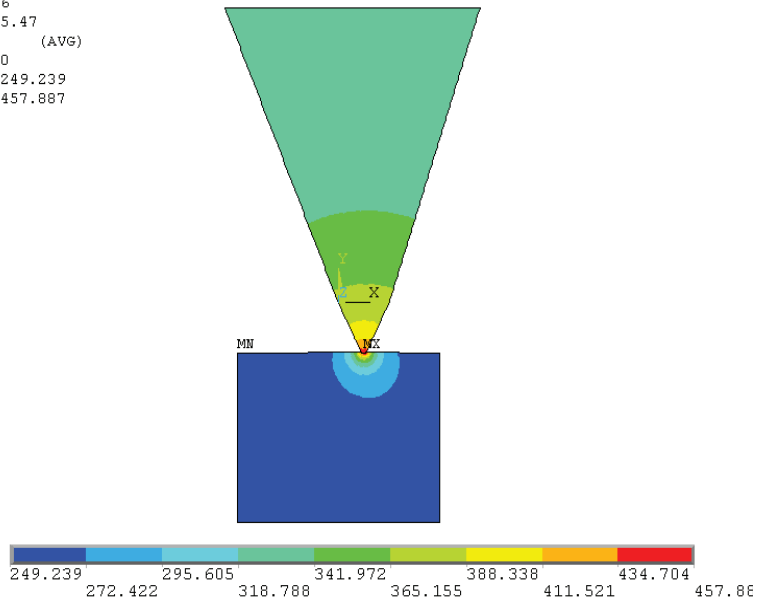


Рис. 4. Распределение температуры в зерне и поверхностном слое покрытия при  $t = 5,47$  с

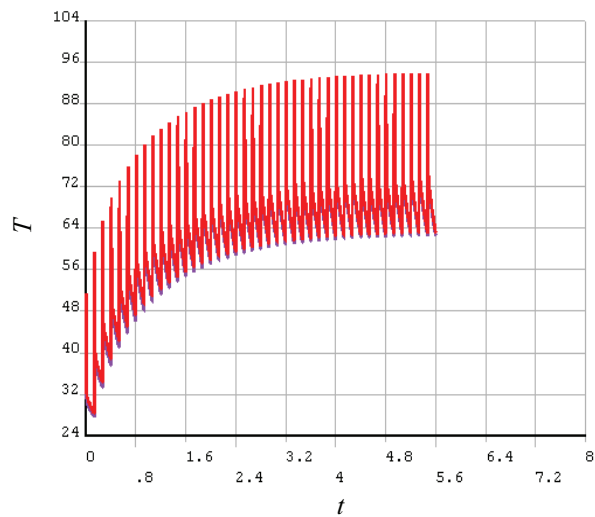


Рис. 5. Графики роста температуры при абразивной обработке покрытия при уменьшенной силе контактного трения

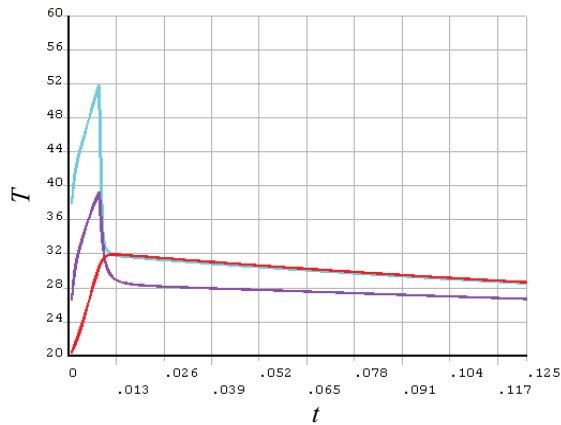


Рис. 6. Начальный участок графика роста температуры при абразивной обработке покрытия с учетом уменьшенной силы контактного трения

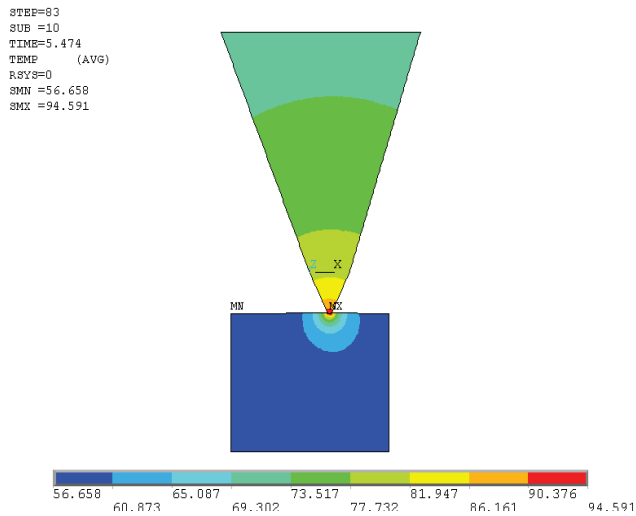


Рис. 7. Распределение температуры в зерне и поверхностном слое покрытия с учетом уменьшенной силы контактного трения при  $t = 5,47$  с

Можно сделать вывод, что при заданной скорости вращения абразивного круга путем изменения силы его контакта с покрытием и, соответственно, контактного трения можно подбирать режимы обработки, которые обеспечивают допустимые тепловые условия.

Получено 6.12.2010