

**Е.О. Трофимов, Л.П. Шингель**

Пермский государственный технический университет

## **ОЦЕНКА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРЕБУЕМОГО УСИЛИЯ ПРИЖАТИЯ ПРИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ РЕЗИН**

Предложен подход, позволяющий с помощью метода конечных элементов получить минимально допустимое значение усилия прижатия абразивного инструмента к резиновому покрытию, при котором начинается процесс резания.

**Ключевые слова:** обработка резиновых теплозащитных покрытий, усилие прижима абразивного инструмента, засаливание абразивного круга.

В отличие от обработки металлов или других материалов, обладающих большими значениями упругости, обработка резиновых теплозащитных покрытий имеет свою специфику. Эта специфика заключается в том, что резиновые покрытия обладают высокой степенью эластичности. Модуль упругости резин, как правило, отличается от модуля упругости режущего инструмента, а коэффициент Пуассона имеет большое значение и может приближаться к теоретически допустимому. Все это вызывает трудности при использовании метода конечных элементов. Применение метода конечных элементов позволяет получить распределение напряженно-деформированного состояния в режущем объекте и в обрабатываемом материале.

Исходные данные следующие:

*Абразивный инструмент:*

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

*Обрабатываемое покрытие:*

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

На первом этапе рассматривается взаимодействие отдельного зерна абразивного материала и поверхностного слоя покрытия.

На рис. 1 представлена расчетная схема. Поверхностный слой покрытия задан прямоугольником, абразивное зерно показано треугольником со скругленной вершиной.

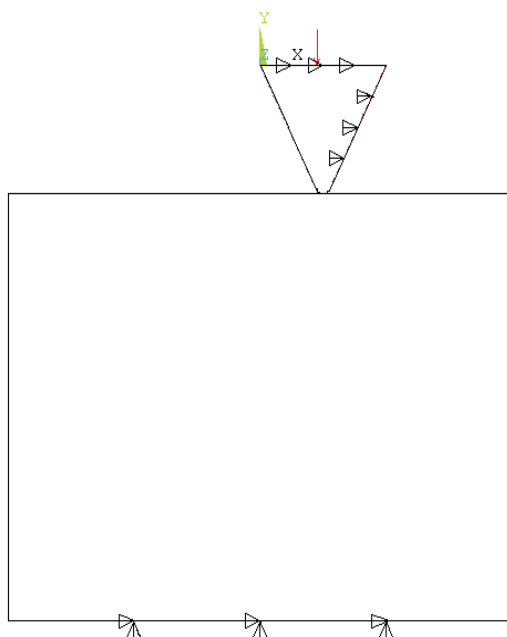


Рис. 1. Расчетная схема контакта абразивного зерна с покрытием

Перемещения основания слоя резины по осям  $X$  и  $Y$  исключены. Перемещения зерна по оси  $X$  заданы равными 0,1 мм. К верхней кромке зерна приложена прижимающая распределенная сила. На показанной линии действует прижимающая сила, равная 50 Н, что соответствует распределенной нагрузке 1 МПа, результаты решения для этого случая представлены на рис. 2–4.

На рис. 2 показано распределение первых главных напряжений в поверхностном слое покрытия, контактирующего с абразивным инструментом. Контуром вверху справа показано первоначальное положение абразивного зерна. Левее показано его положение после поджатия прижимающей силой и перемещения его влево, что имитирует его движение при резании.

На рис. 2 показано, что существует область, где первые главные напряжения, соответствующие напряжениям растяжения, достигают значений, превышающих предел прочности материала при растяжении. В рассматриваемом случае это значение составляет 4 МПа. Результаты свидетельствуют о том, что в отмеченной области должна начинаться обработка покрытия.

На рис. 3 показано распределение внедрения зерна в резину.

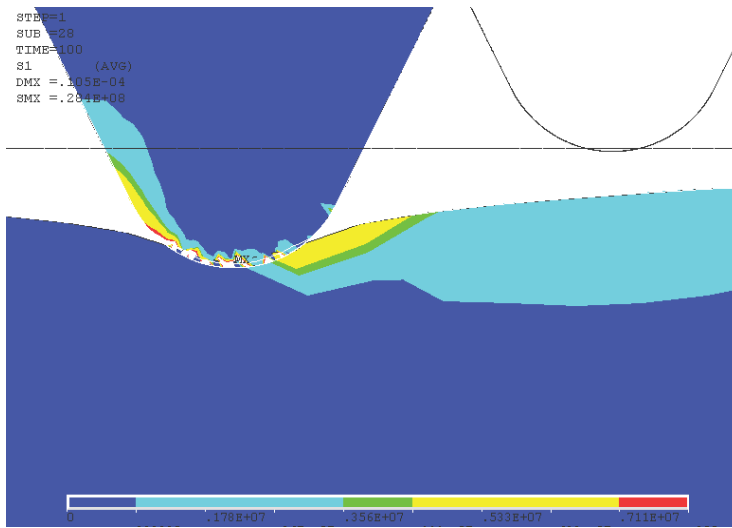


Рис. 2. Распределение первых главных напряжений в покрытии

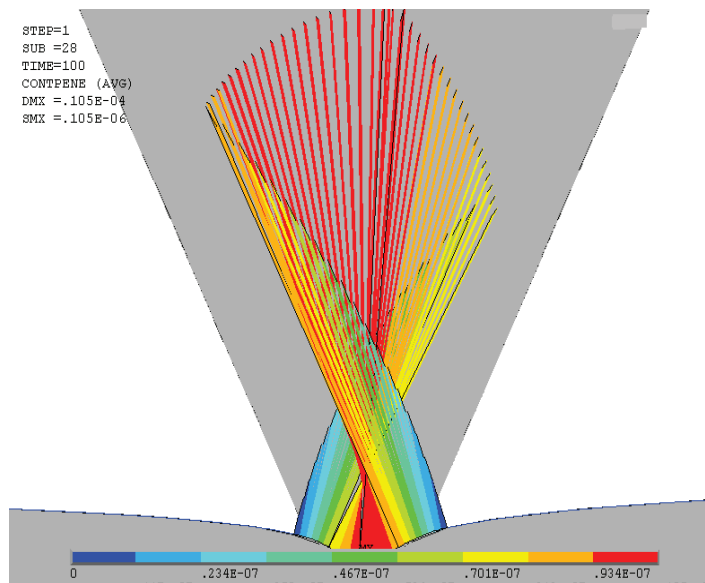


Рис. 3. Распределение внедрения абразивного зерна в покрытие

Кроме собственно внедрения видна деформация поверхности резины под действием усилия прижима абразивного инструмента.

На рис. 4 показано распределение контактных сил трения при внедрении абразивного зерна. Результаты свидетельствуют, что сила трения при контакте

может достигать 11,3 МПа. Полученные значения могут быть использованы при расчете процессов нагрева при абразивной обработке.

Проведенные расчеты показали, что при рассмотренной силе прижатия, равной 50 Н, начинается абразивная обработка покрытия.

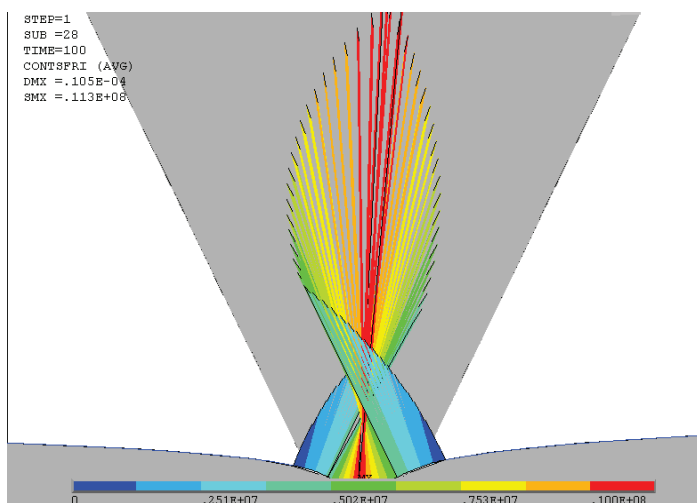


Рис. 4. Распределение контактных сил трения

Получаемые решения могут быть использованы для оценки влияния так называемого «засаливания» абразивного круга.

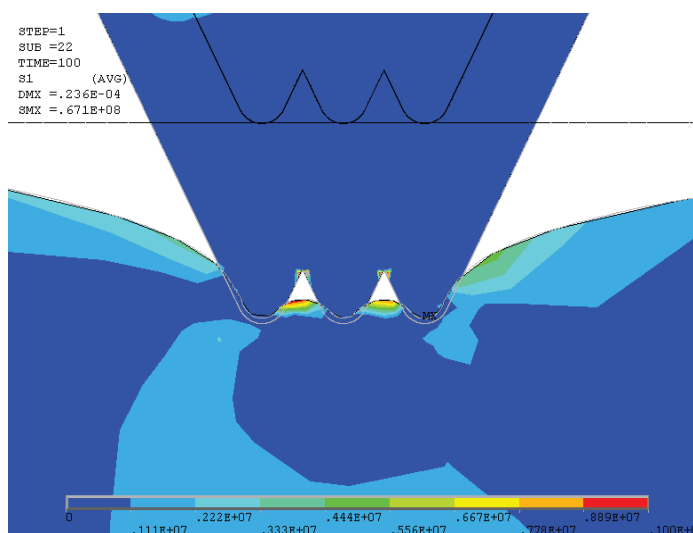


Рис. 5. Распределение первых главных напряжений для совокупности трех зерен

Для этого представляется расчетная схема, отличающаяся от показанной на рис. 1 тем, что рассматривается совокупность трех одинаковых абразивных зерен, смещенных относительно друг друга. Результаты расчетов для такой совокупности трех зерен показаны на рис. 5. Влияние «засаливания» учитывается тем, что промежутки между тремя зернами также заполнены обрабатываемым покрытием. Результаты расчета в этом случае приведены на рис. 6.

Перемещения, имитирующие движение зерен, в отличие от рассмотренных выше случаев направлены в сторону возрастания координаты  $X$ . Распределение первых главных напряжений в рассматриваемом случае показывает, что для совокупности нескольких зерен работающими оказываются только зерна, лежащие на границах совокупности.

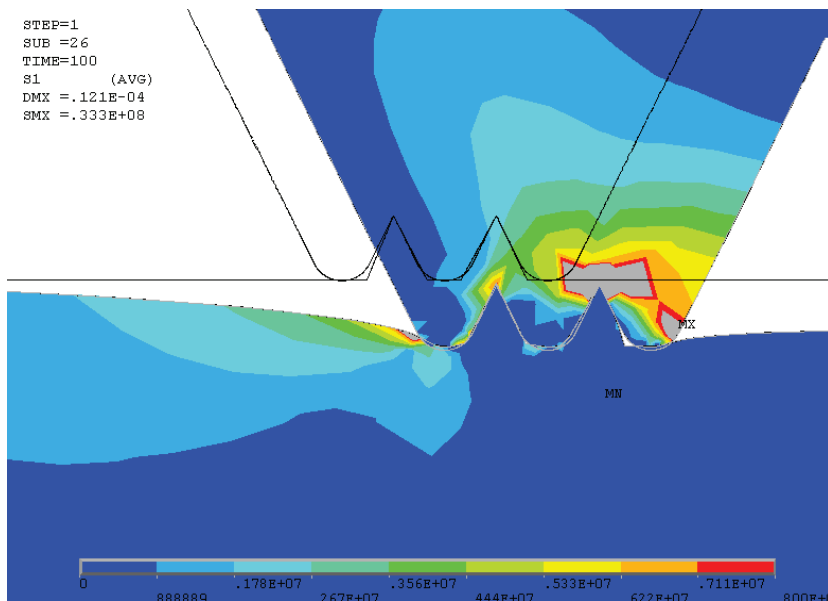


Рис. 6. Распределение первых главных напряжений для совокупности трех зерен с учетом «засаливания»

Напряжения на задней кромке абразивного зерна, вызывающие разрушение резины, возникают только у последнего по ходу сдвига зерна. Таким образом, «засаливание» резко снижает производительность обработки.

Расчеты показывают, что для абразивного круга толщиной 20 мм процесс резания наблюдается при значении прижимающей силы порядка 50 Н.

Получено 14.01.2011