



Визуализация процесса распространения трещин в хрупких анизотропных материалах при компьютерном моделировании

Юшин В.Д., Воронин С.В., Гречников Ф.
В., Бунова Г.З.

Задачи исследования

- Показать возможность визуализации процесса распространения трещины;
- Установить критерии, по которым оценивается раздваиваемый узел и траектория распространения трещины;
- Показать влияние структуры материала на траекторию распространения трещины.

Основные принципы предложенной методики:

- Разрушение материала при достижении предела прочности под действием приложенных внешних сил в отдельных точках конечно-элементных моделей;
- совершение минимальной работы при продвижении трещины на расстояние, определяемое величиной конечного элемента.

Конечно-элементные модели, используемые при исследовании

Геометрические
дефекты

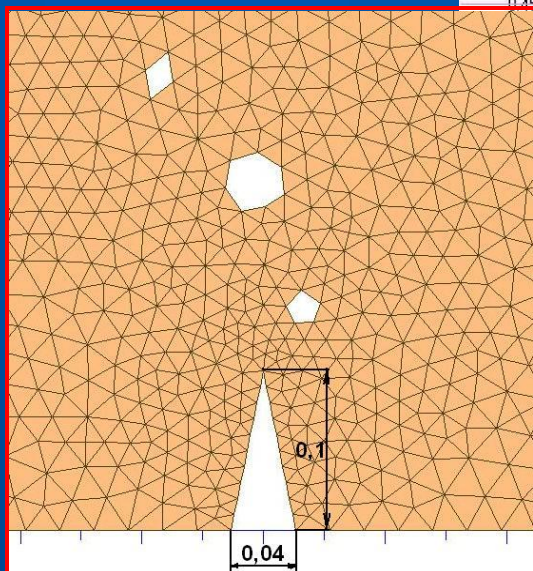
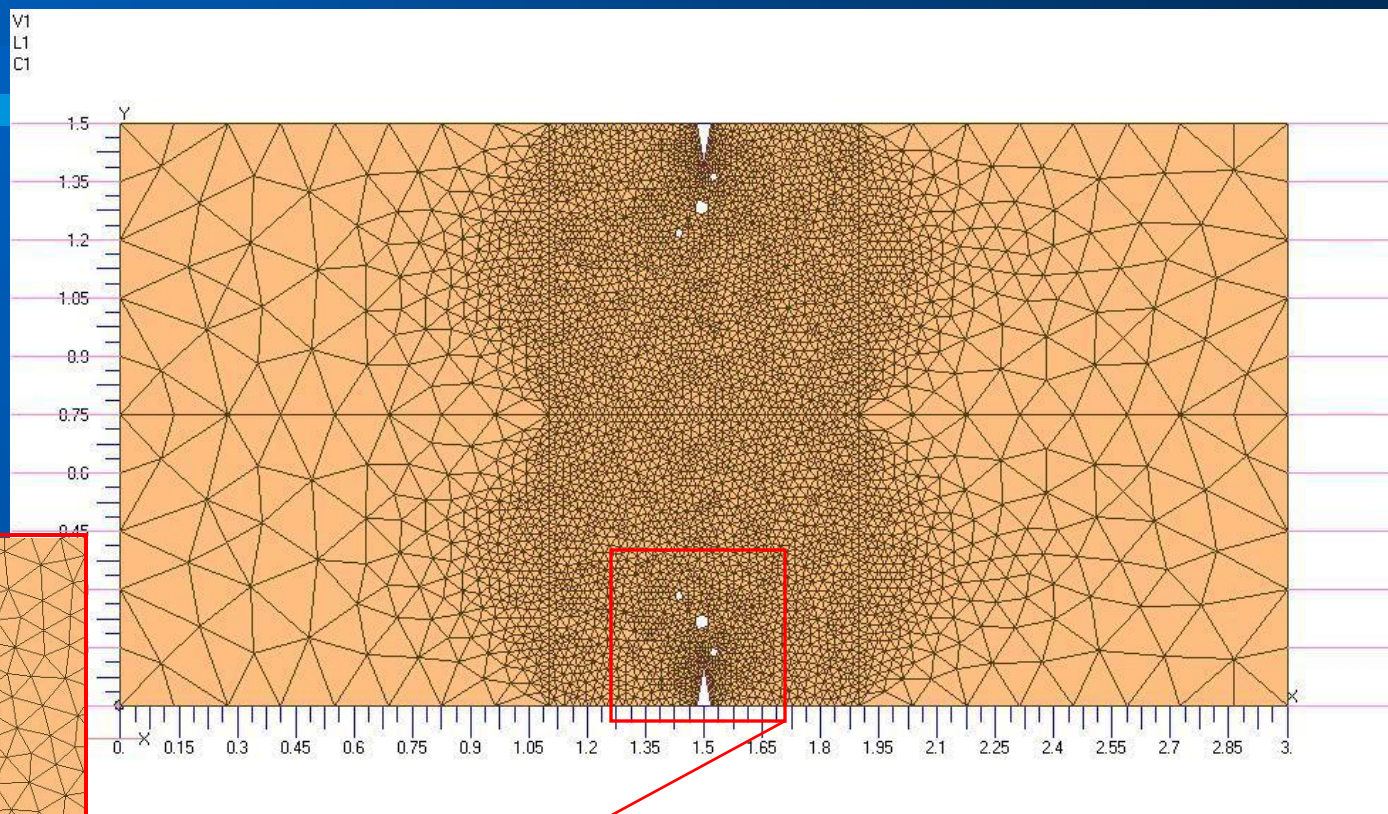
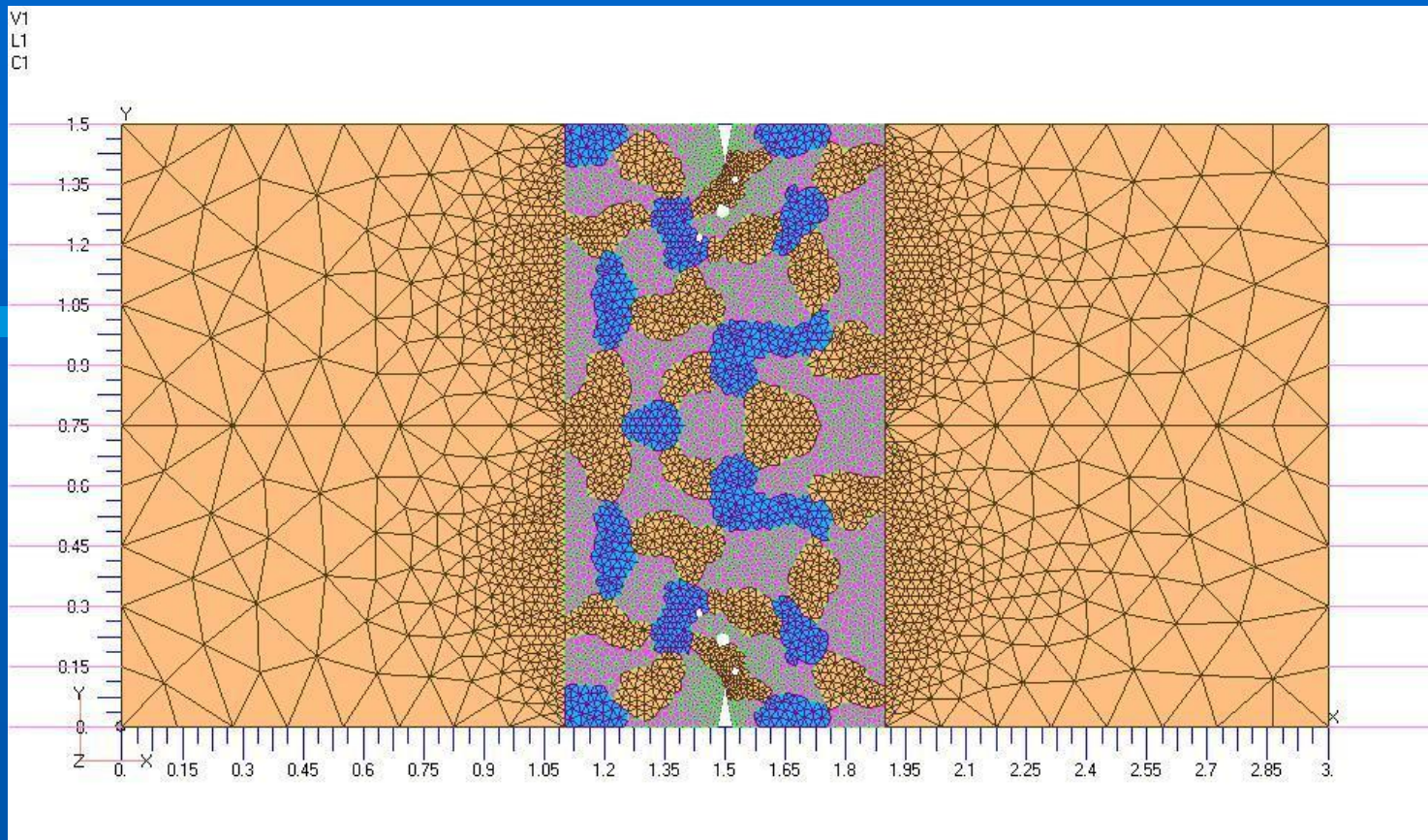


Рис. 1. Общий вид конечно-элементной модели
изотропного образца



Структурные составляющие:



$E=5000 \text{ кг/мм}^2$;
 $\sigma_B=20 \text{ кг/мм}^2$



$E=7100 \text{ кг/мм}^2$;
 $\sigma_B=30 \text{ кг/мм}^2$



$E=8000 \text{ кг/мм}^2$;
 $\sigma_B=45 \text{ кг/мм}^2$

Рис. 2. Общий вид конечно-элементной модели анизотропного образца

Порядок проведения пошагового расчета траектории движения трещины



Расчет работы, требуемой для продвижения трещины



$$A = \frac{(\sigma_{\tilde{a}} - \sigma_i) \times l^2 \times t}{\cos \alpha}$$

- A – затрачиваемая работа на перемещение трещины, кг·мм;
- σ_r – напряжение в вершине трещины, кг/мм²;
- σ_i – напряжение в предполагаемом узле последующего раздвоения, кг/мм²;
- l – расстояние между узлом вершины трещины и предполагаемого узла раздвоения, мм;
- t – толщина образца, мм;
- α – угол между осью Y и направлением предполагаемого движения трещины, градусы.

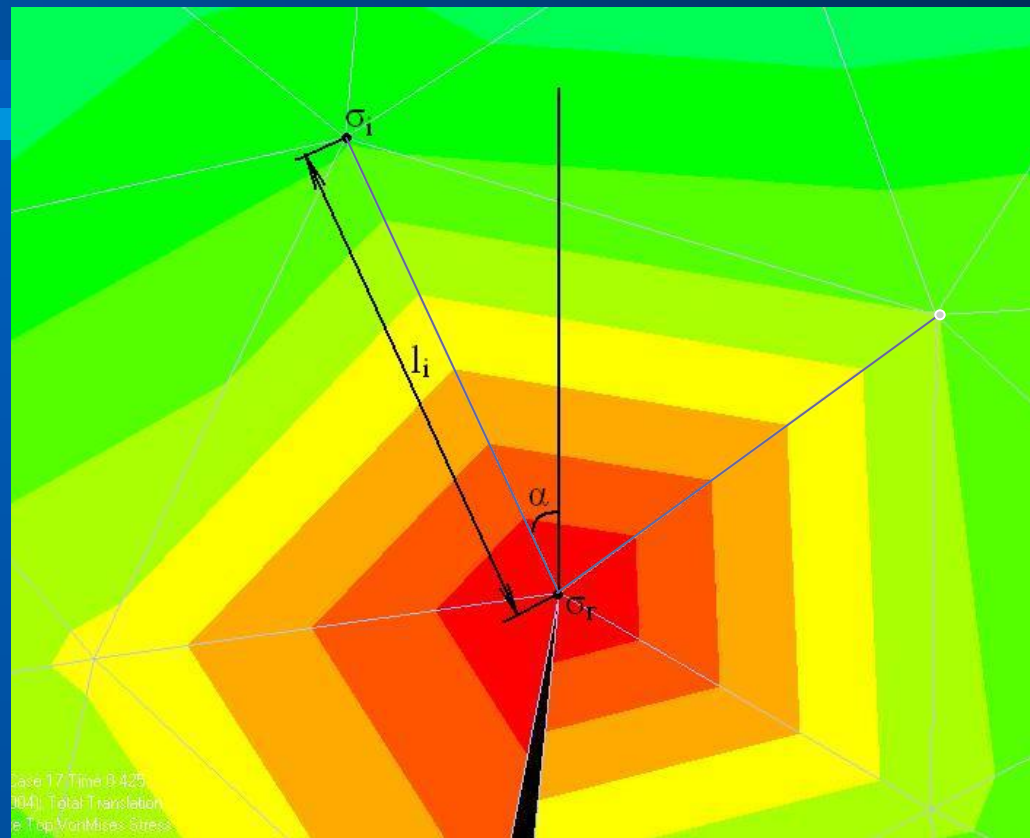
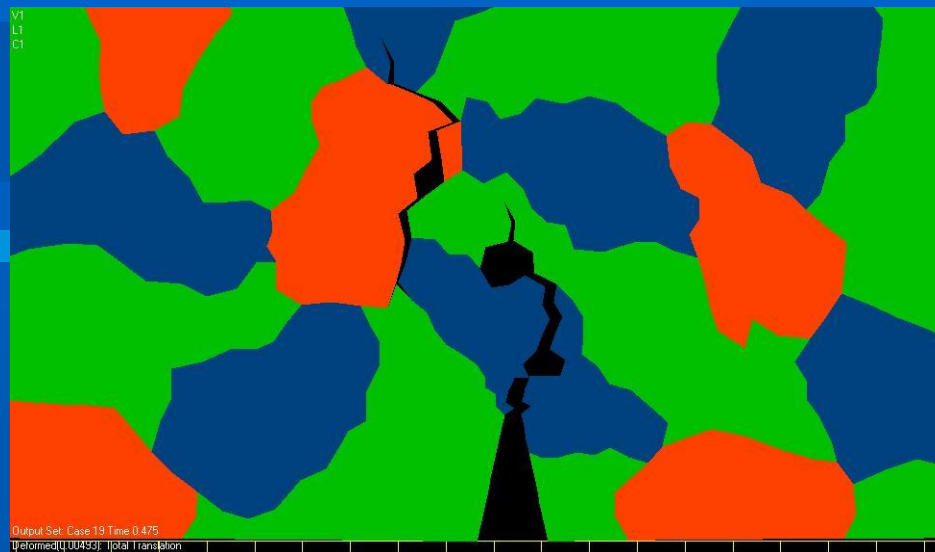
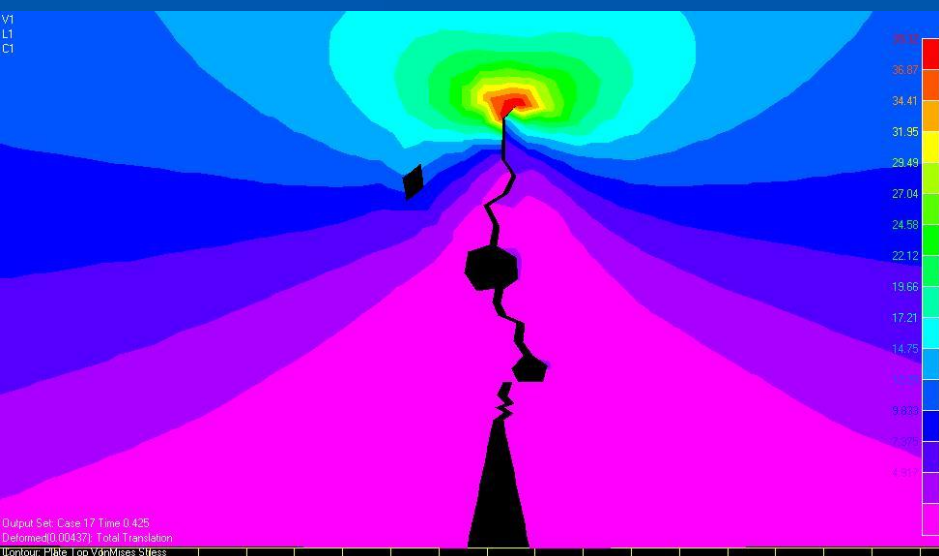


Рис. 4. Параметры, необходимые для расчета работы при продвижении трещины

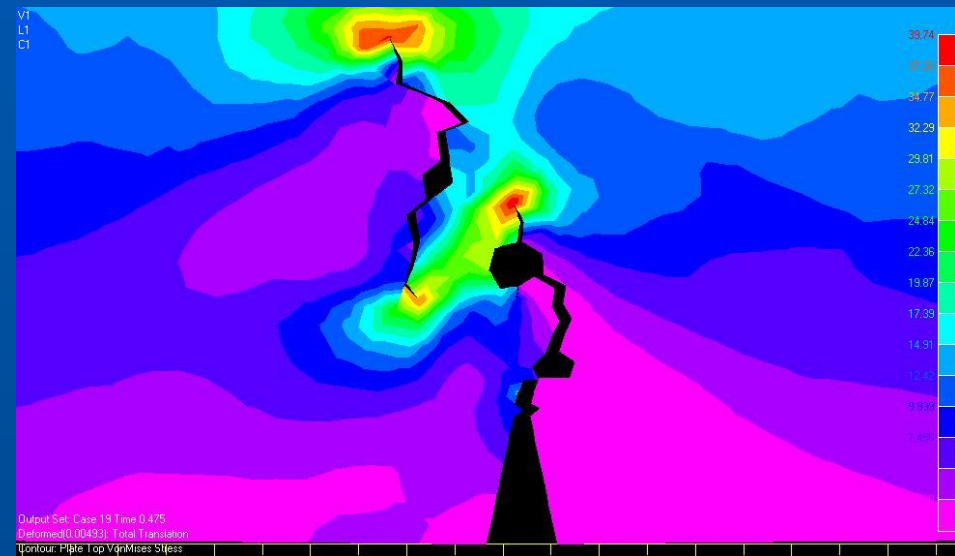
Траектория продвижения трещины



Структура материала



В модели изотропного образца



В модели анизотропного образца

Выводы

- Показана возможность визуализации процесса распространения трещины в моделях изотропного и анизотропного образцов;
- Предложено эмпирическое уравнение, описывающее работу при перемещении трещины;
- Показано влияние структуры материала на траекторию продвижения трещины.

Спасибо за внимание!