САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА

Визуализация процесса распространения трещин в хрупких анизотропных материалах при компьютерном моделировании

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

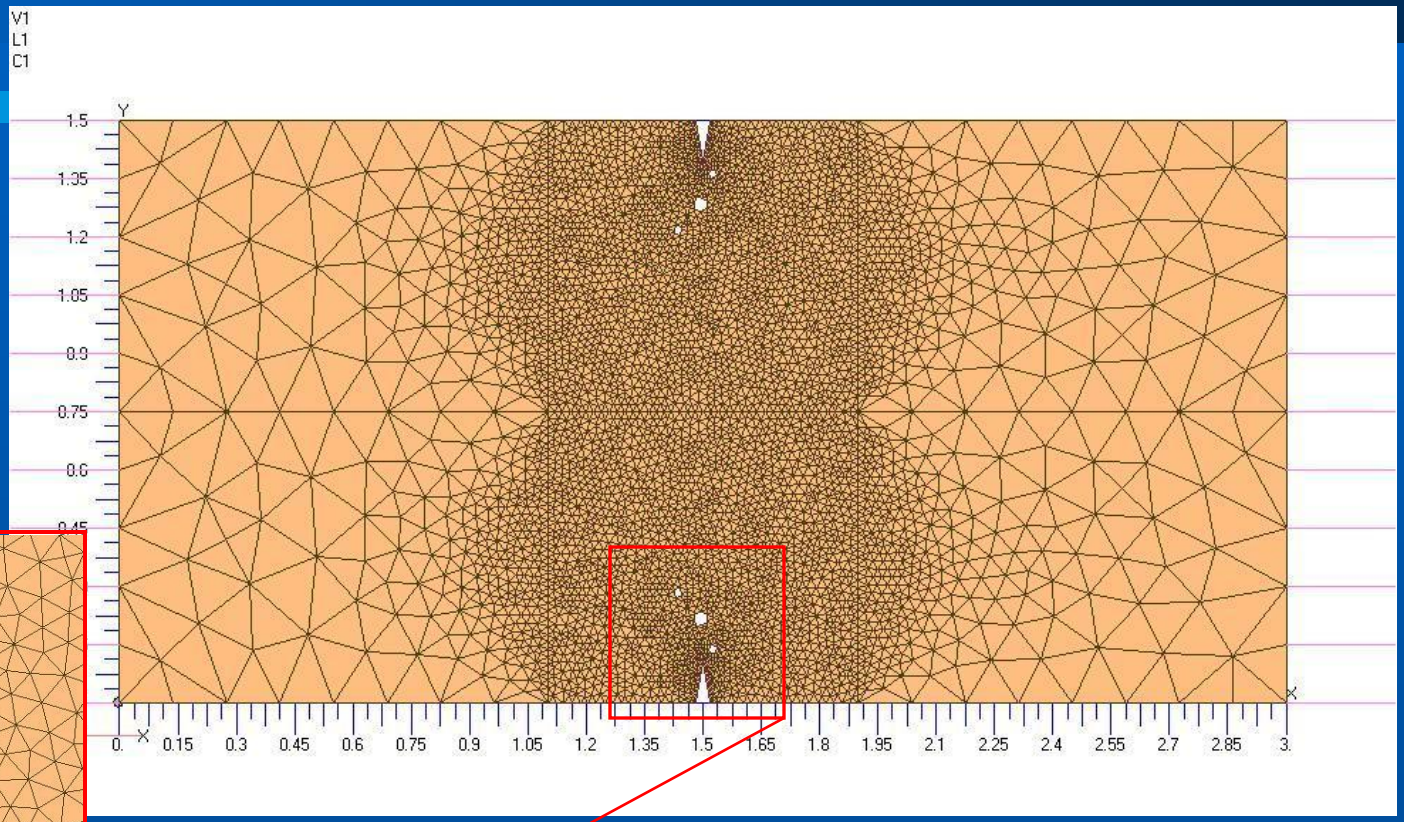
Задачи исследования

- 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

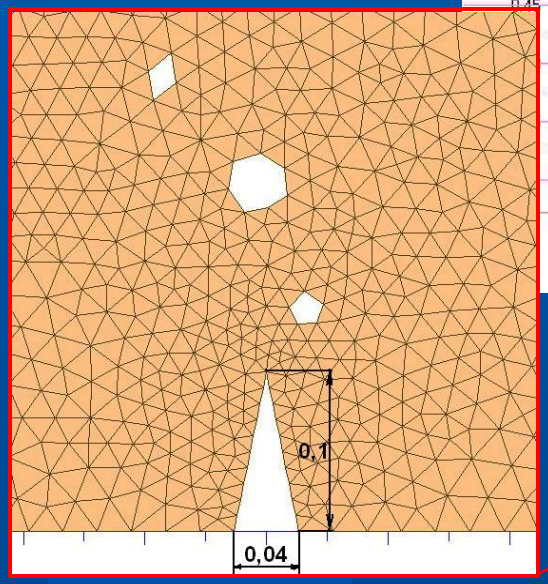
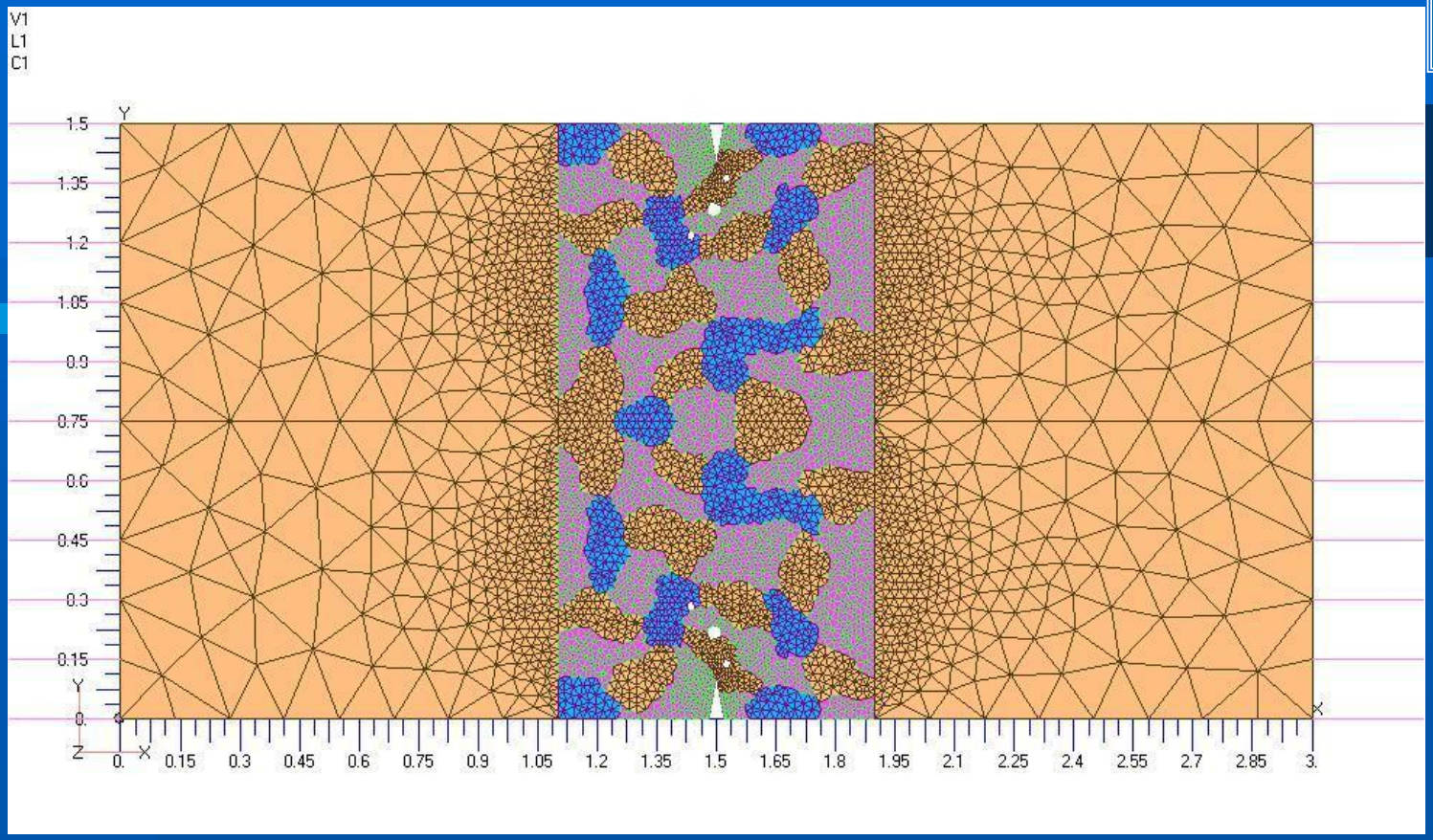


Рис. 1. Общий вид конечно-элементной модели изотропного образца



Структурные составляющие:

- E=5000 кг/мм^2; $\sigma_в$=20 кг/мм^2
- E=7100 кг/мм^2; $\sigma_в$=30 кг/мм^2
- E=8000 кг/мм^2; $\sigma_в$=45 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;
- $\sigma_г$ – напряжение в вершине трещины, кг/мм^2;
- σ_i – напряжение в предполагаемом узле последующего раздвоения, кг/мм^2;
- 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.

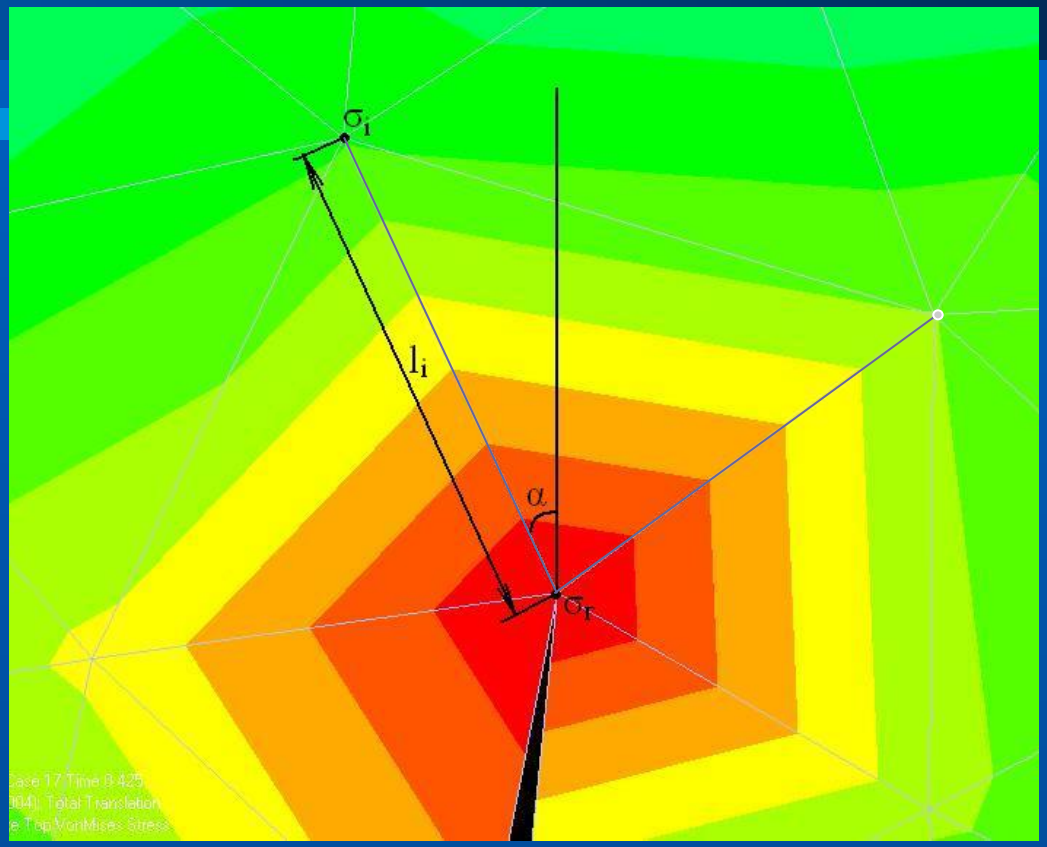
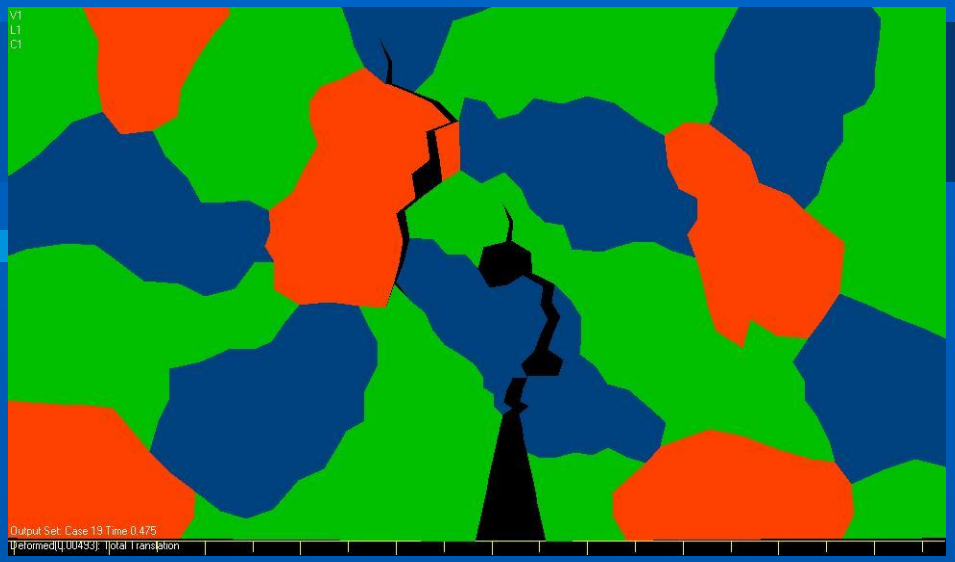
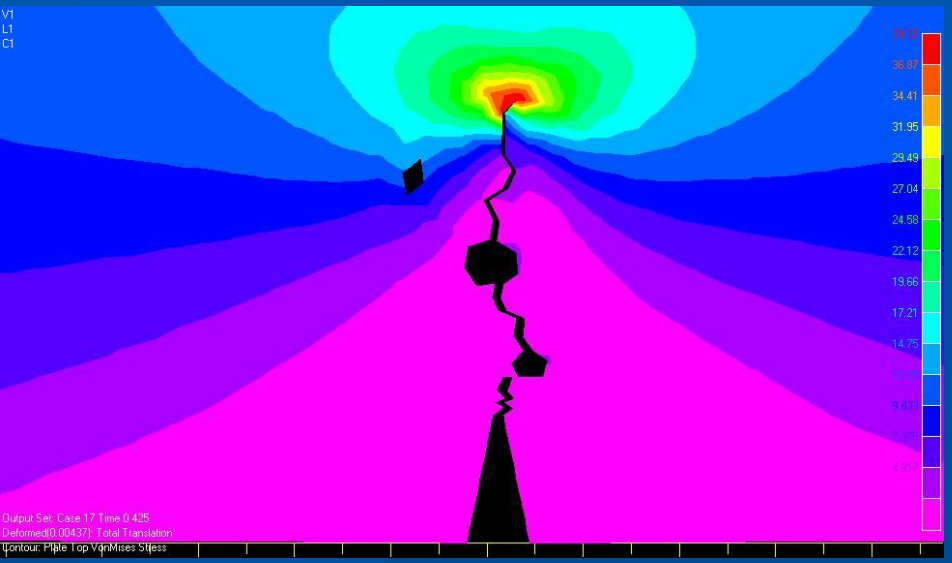


Рис. 4. Параметры, необходимые для расчета работы при продвижении трещины

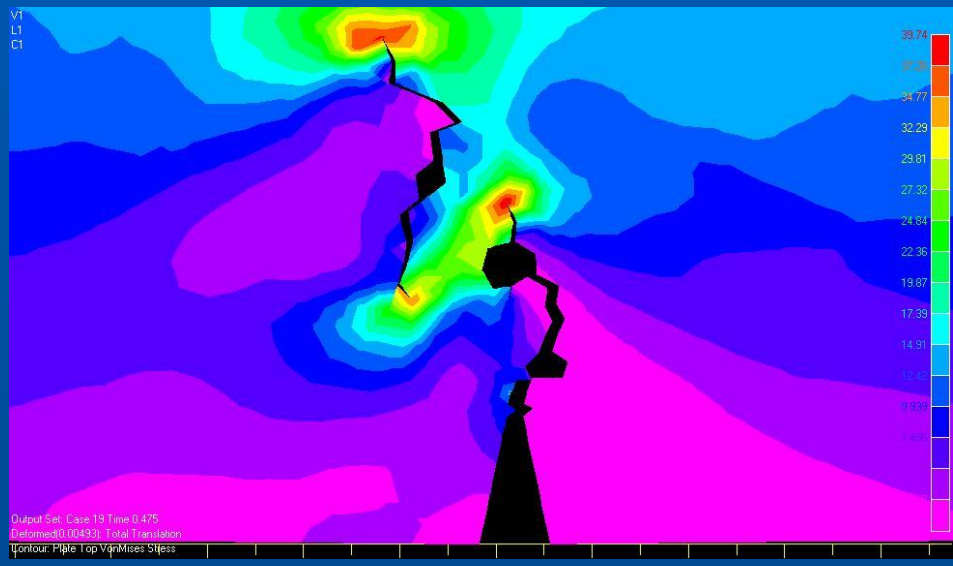
Траектория продвижения трещины



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!