



**Визуализация процесса  
распространения трещины при  
компьютерном моделировании с  
использованием программы  
MSC.Nastran for Windows**

Юшин В.Д., Воронин С.В., Бунова Г.З.

# Задачи исследования

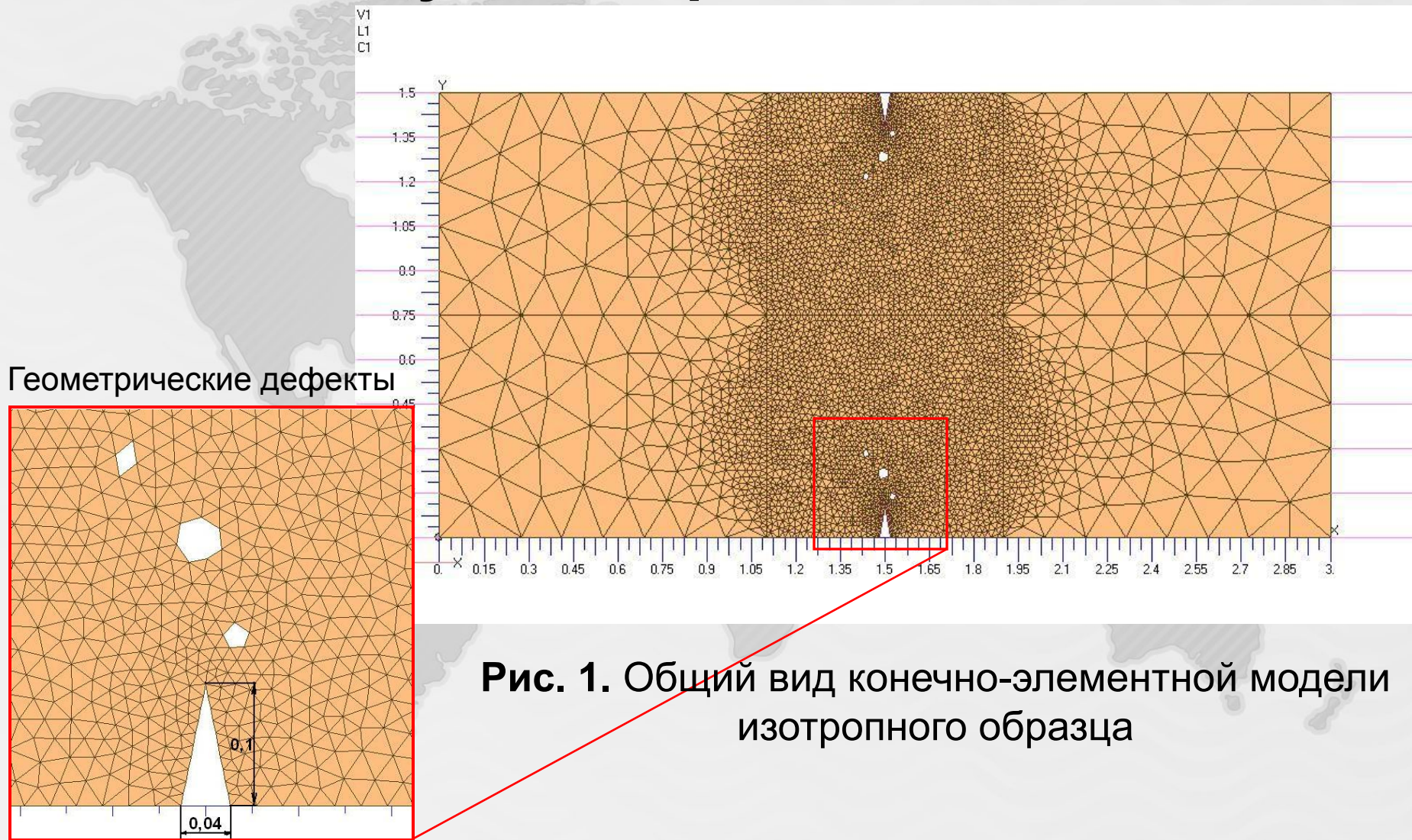
- Показать возможность визуализации процесса распространения трещины;
- Установить критерии, по которым оценивается раздваиваемый узел и траектория распространения трещины;
- Показать влияние структуры материала на траекторию распространения трещины.

# 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.



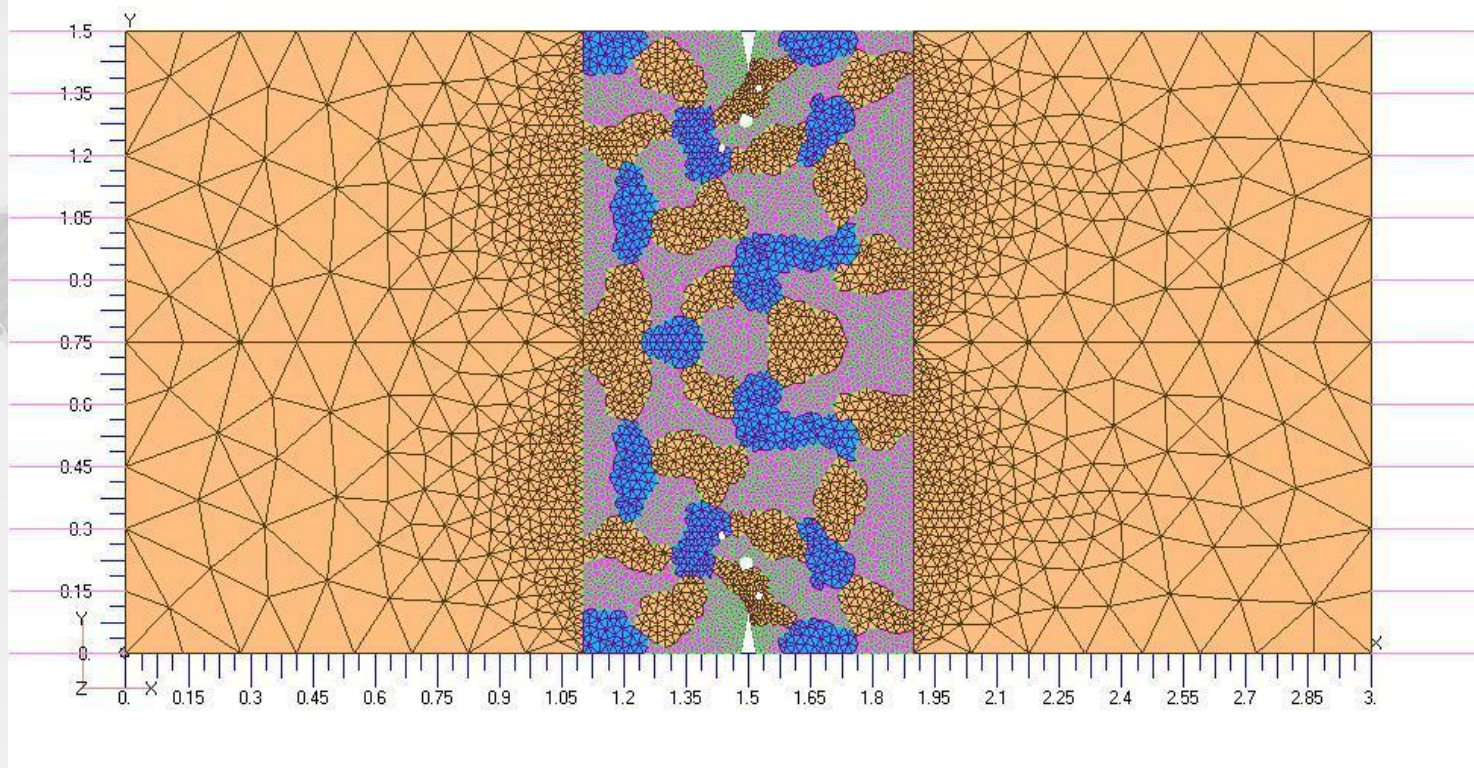
# Конечно-элементные модели, используемые при исследовании



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



V1  
L1  
C1



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



# Расчет работы, требуемой для продвижения трещины

$$A = \frac{(\sigma_r - \sigma_i) * L^2 * t}{\cos(\alpha)}$$

- $A$  – затрачиваемая работа на перемещение трещины, кг·мм;
- $\sigma_r$  – напряжение в вершине трещины, кг/мм<sup>2</sup>;
- $\sigma_i$  – напряжение в предполагаемом узле последующего раздвоения, кг/мм<sup>2</sup>;
- $l$  – расстояние между узлом вершины трещины и предполагаемого узла раздвоения, мм;
- $t$  – толщина образца, мм;
- $\alpha$  – угол между осью  $Y$  и направлением предполагаемого движения трещины, градусы.

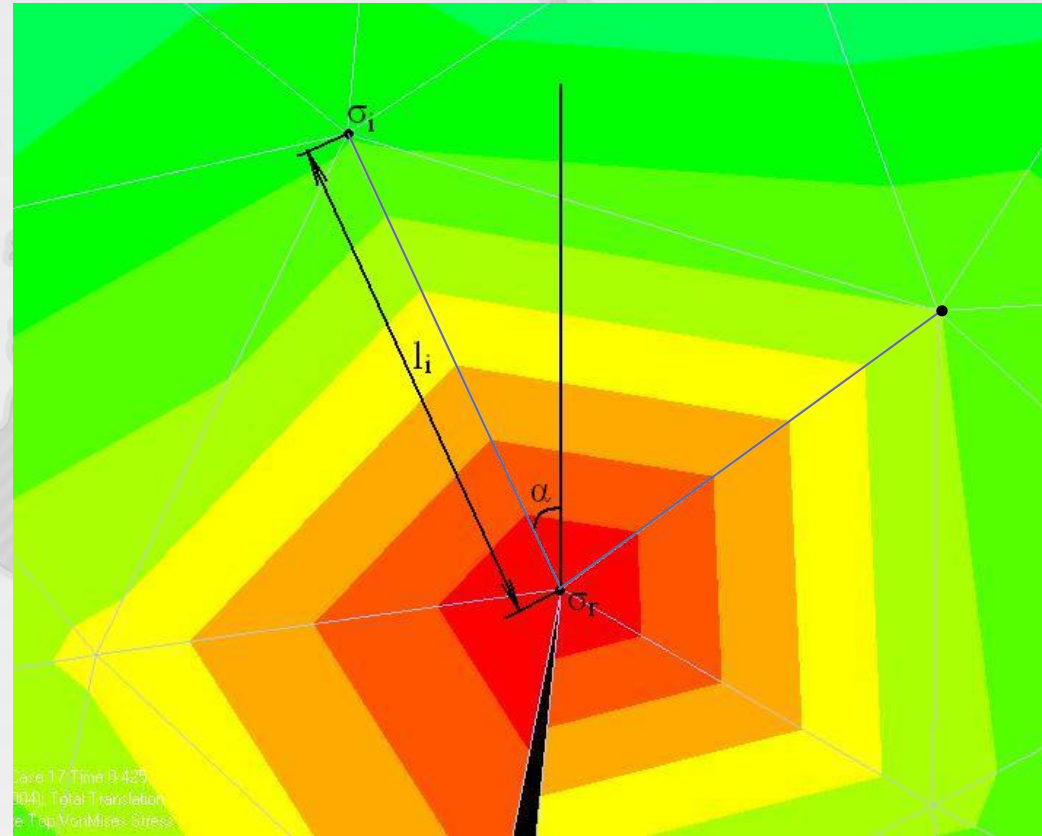
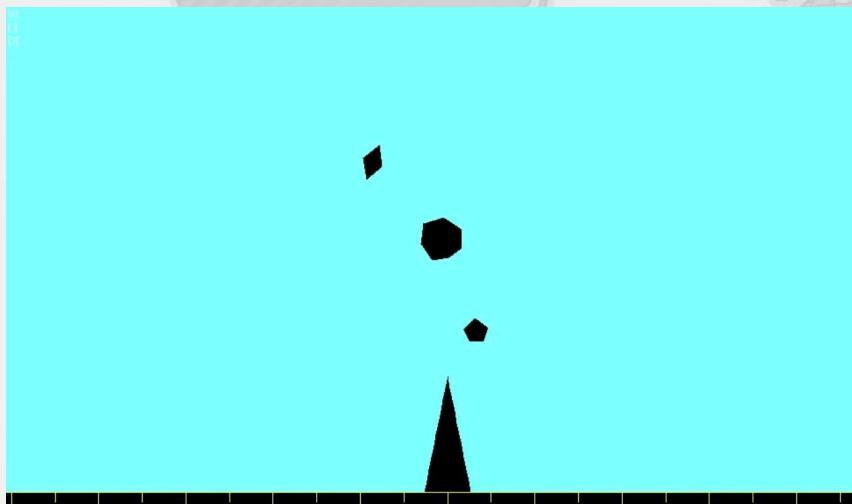


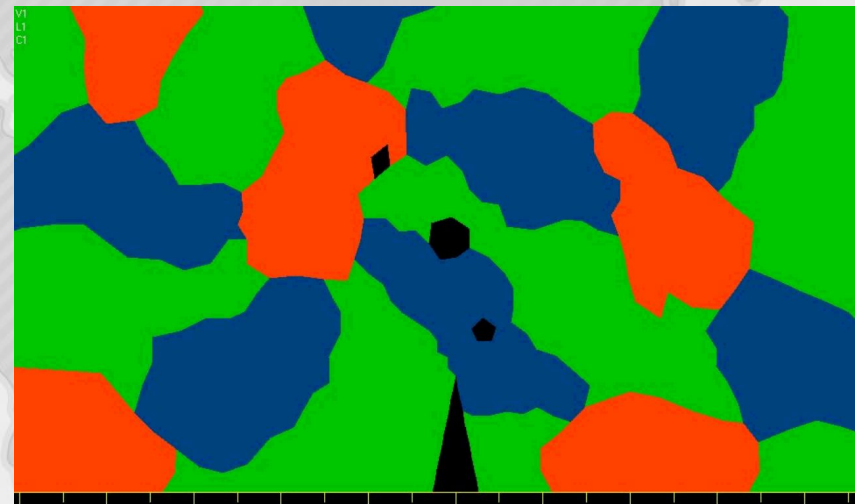
Рис. 4. Параметры, необходимые для расчета работы при продвижении трещины



# Анимации продвижения трещины в модели анизотропного образца



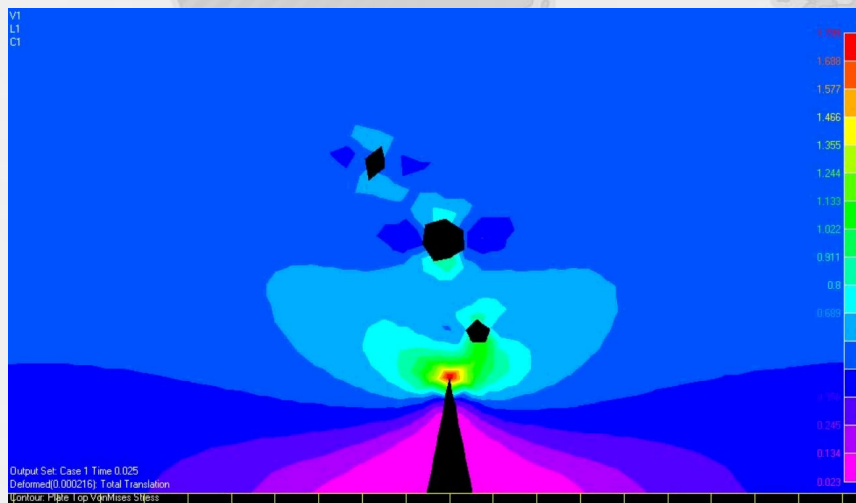
Напряженно-деформированное состояние



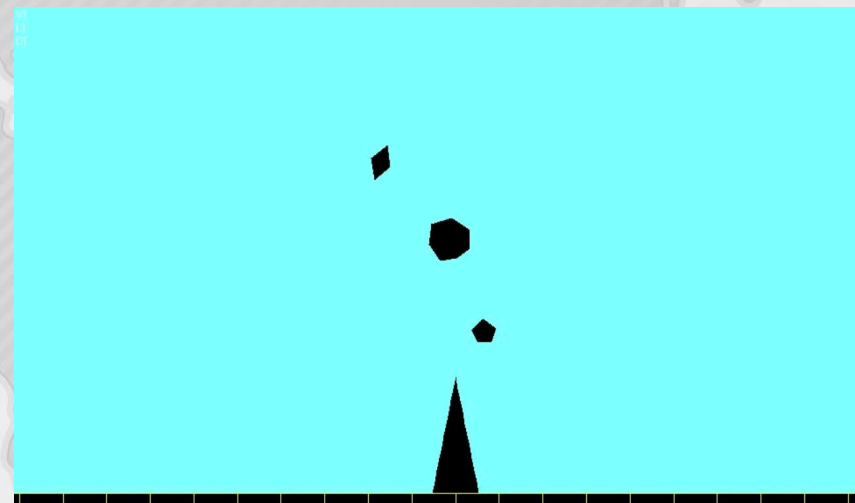
Структура материала



# Анимация продвижения трещины



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!**