

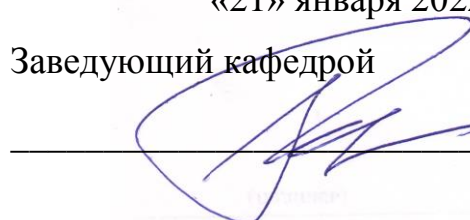
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук
Кафедра вычислительной механики и математики

Утверждено на заседании кафедры
«Вычислительная механика и математика»
«21» января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



В.В. Глаголев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по проведению практических (семинарских) занятий
по дисциплине (модулю)
"Основы механики разрушения"

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры

по направлению подготовки
01.04.03 Механика и математическое моделирование

с направленностью (профилем)
Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010403-01-22

Тула 2022

Разработчик методических указаний

Разработчик:

Лавит И.М., проф., д.ф.-м.н., доц.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1. Цель работы

Основная цель данной дисциплины – научить студентов применять методы механики разрушения при расчетах на прочность элементов конструкций машин; применять численные методы и вычислительную технику при решении задач механики разрушения.

2. Практические задания по темам курса

1. Влияние характера приложения нагрузки, физических и химических характеристик окружающей среды на процесс разрушения. Хрупкое и вязкое разрушение. Микромеханизмы образования и роста трещин: коалесценция микропор, скол, межзеренное разрушение.
2. Теории прочности. Поглощение энергии при разрушении. Удлинение при разрыве образца. Ударные испытания образцов с надрезом Шарпи. Механика разрушения.
3. Трещина Гриффитса. Плоская и антиплоская деформация линейно упругого тела с трещиной. Коэффициенты интенсивности напряжений.
4. Изменение потенциальной энергии при росте трещины. Обзор методов решения задач линейной механики разрушения.
5. Формулировка условий на разрезе. Решение задачи методами теории функций комплексного переменного.
6. Пластическое деформирование окрестности вершины трещины. Антиплоская деформация. Плоское напряженное состояние. Модель Дагдейла.
7. Пластическое деформирование окрестности вершины трещины. Плоская деформация. Асимптотика Хатчинсона-Райса-Розенгрена.
8. Теоретическая прочность. Поверхностная энергия. Трещина Леонова-Панасюка.
9. Трещина Баренблатта.
10. Условия квазихрупкого разрушения. Вязкость разрушения. Рост трещины в упругопластической среде. J-интеграл. Определение вязкости разрушения. Определение критического значения J-интеграла.

3. Темы выступлений на семинарах

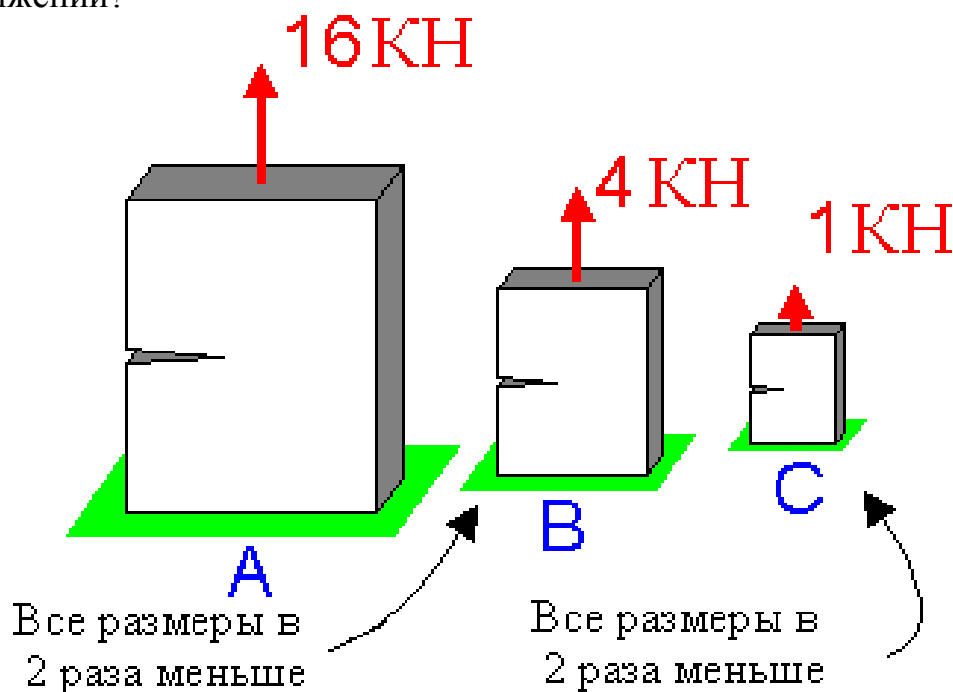
1. Понятие о прочности твердых тел. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Общие закономерности и основные типы разрушения.
2. Механизмы вязкого и хрупкого разрушений. Устойчивое и неустойчивое развитие трещин.
3. Критерии разрушения твердых тел. Феноменологические теории прочности.
4. Виды дефектов в кристаллической решетке. Механизмы образования дислокационных микротрещин.
5. Поток энергии в вершину трещины. Энергетический критерий разрушения.
6. Силовой критерий разрушения. Коэффициенты интенсивности напряжений.
7. Эквивалентность силового и энергетического критериев разрушения.

8. Локализованная пластичность. Концепция квазихрупкого разрушения.
9. Пластическая область в вершине трещины в упругопластическом материале.
10. Влияние физической нелинейности (сингулярное решение Хатчинсона-Райса-Розенгрена).
11. Инвариантный J-интеграл.
12. Модель трещины Дагдейла.
13. Особенности усталостного разрушения. Многоцикловая и малоцикловая усталость в механике разрушения. Эксперименты Велера.
14. Формула Париса. Усталостная долговечность.
15. Основные соотношения динамической механики разрушения.
16. Статическая и динамическая трещиностойкость твердых тел.
17. Релеевская скорость как верхняя граница для скорости самопроизвольного распространения трещины.
18. Плоская деформация тела с трещиной.
19. Метод комплексных потенциалов для получения точных решений задач о трещине в линейно упругом материале.
20. Метод конформных отображений для получения точных решений задач о трещине в линейно упругом материале.
21. Пластические зоны у вершины трещины при активном нагружении и разгрузке.
22. Способы экспериментального определения трещиностойкости твердых тел.
23. Модель трещины Леонова-Панасюка-Дагдейла.
24. Модель трещины Баренблатта.
25. Когезионные трещины.
26. Метод конечных элементов в механике разрушения.
27. Вычислительные методы в динамике разрушения.
28. Метод фотоупругости в приложении к задачам механики разрушения.

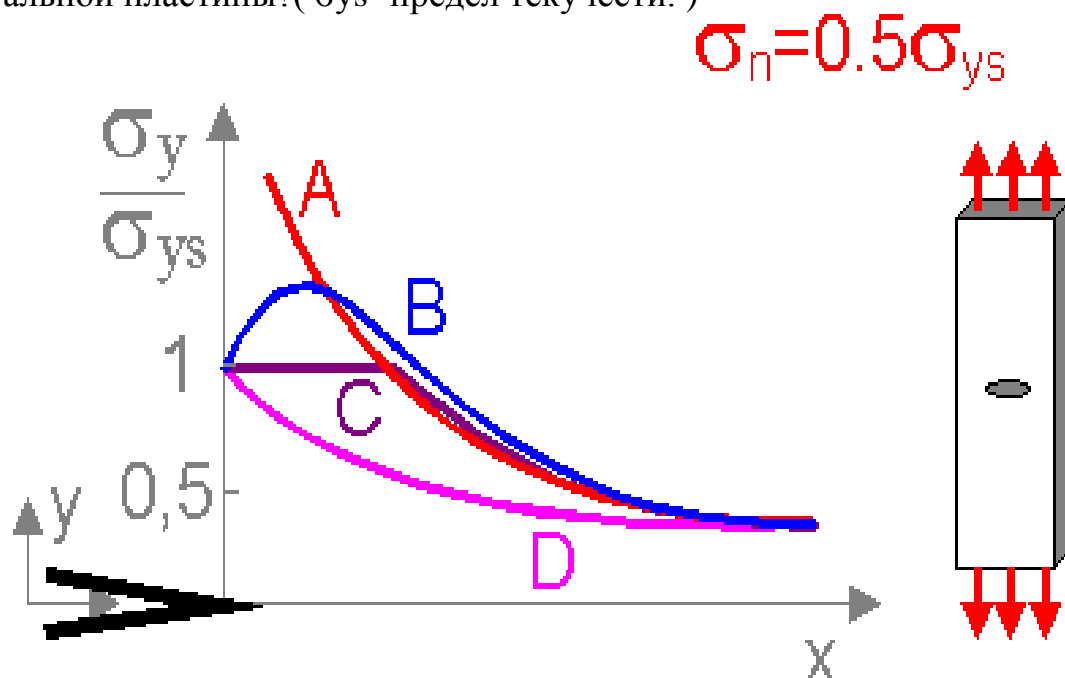
4. Темы аудиторных и домашних заданий

1. Влияет ли по теории Кулона-Мора промежуточное главное напряжение на прочность?
2. Что такое несущая способность? Проиллюстрируйте процесс ее исчерпания на примере чистого изгиба стержня.
3. Определить поле напряжений в упругой плоскости с прямолинейным разрезом в случае антиплоской деформации.
4. Решение задачи о нестационарном развитии прямолинейного разреза в упругой плоскости.
5. Что такое вязкость разрушения и как она определяется?
6. Распределение напряжений и перемещений у вершины полубесконечной трещины нормального отрыва.
7. Распределение напряжений и перемещений у вершины полубесконечной трещины продольного сдвига.
8. Распределение напряжений и перемещений у вершины полубесконечной трещины поперечного сдвига.

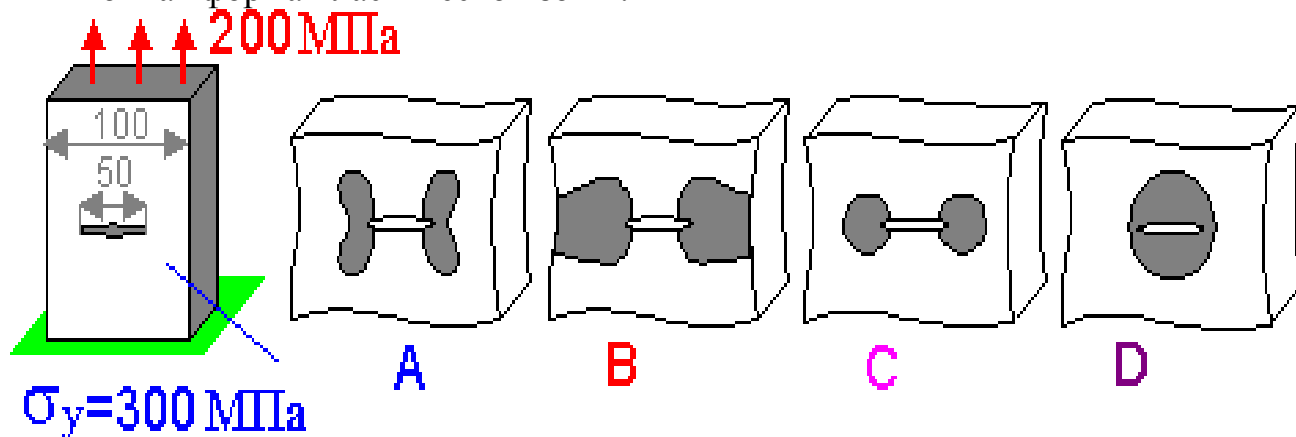
9. Коэффициенты интенсивности напряжений для изолированной прямолинейной трещины в упругой плоскости.
10. Радиальные трещины в круговом цилиндре.
11. Что такое коэффициент интенсивности напряжений в вершине трещины?
12. Решение задачи о нестационарном развитии прямолинейного разреза в упругой плоскости.
13. Всестороннее растяжение плоскости с круговым отверстием.
14. Одноосное растяжение плоскости с круговым отверстием.
15. Растяжение плоскости с эллиптическим отверстием.
16. Какой образец имеет самый высокий коэффициент интенсивности напряжений?



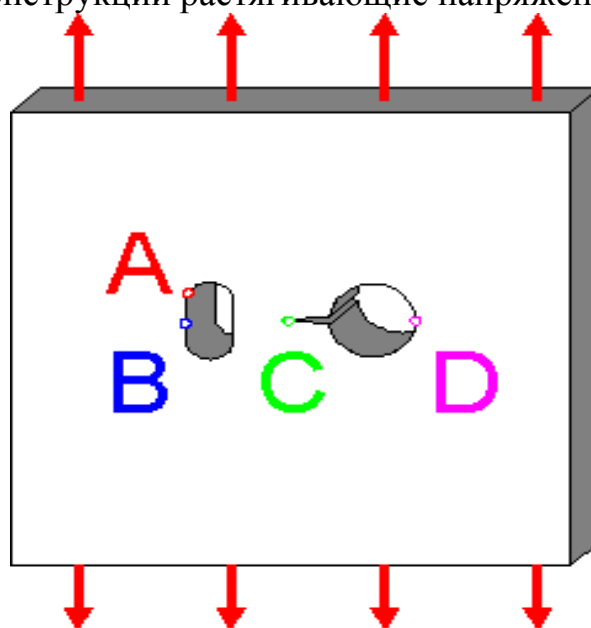
17. Какое распределение напряжений на линии роста трещины в центре толстой стальной пластины? (σ_{ys} - предел текучести.)



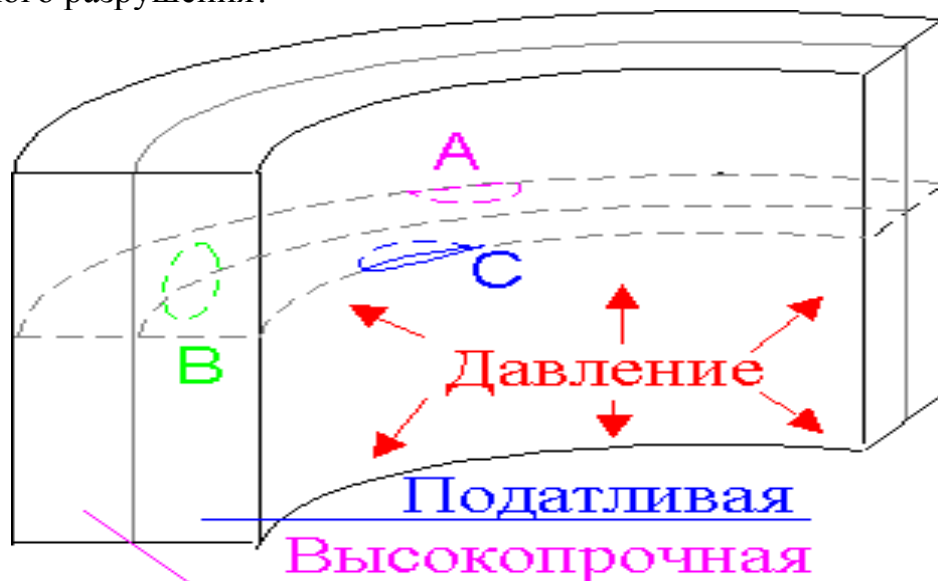
18. Низкоуглеродистая сталь имеет предел текучести 300 МПа. Какова наиболее точная форма пластической зоны?



19. В какой точке конструкции растягивающие напряжения максимальны?



20. В сосуд давления с биметаллическими стенками были обнаружены неразрушающим методом контроля три дефекта с одинаковым максимальным размером. Какой из дефектов является наиболее опасным для хрупкого разрушения?



21. Какова схема нагружения в вершине трещины?

