

# ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НА МЕЖСЛОЙНЫХ ГРАНИЦАХ В СЛОИСТОМ КОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ

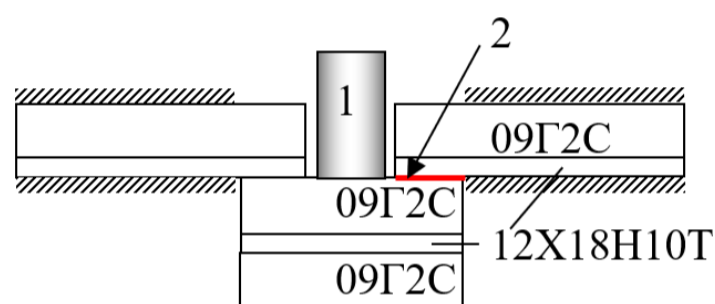
Крючков Д.И., Каманцев И.С., Швейкин В.П.

Институт машиноведения имени Э.С. Горкунова УрО РАН, г. Екатеринбург

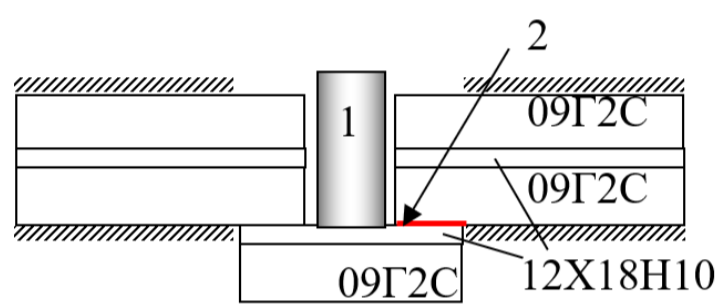
**Цель работы:** оценка напряженно-деформированного состояния на межслойных границах в слоистом композиционном материале.

Прототипом образца для вычислительного эксперимента послужил прямоугольный образец, полученный методом горячей пакетной прокатки. Образец состоит из 5 слоев, с чередующимися слоями из сплава 12Х18Н10Т толщиной 2,5 мм и стали 09Г2С толщиной 1 мм.

Сравнительный анализ напряженно-деформированного состояния проведен при  $G_{IC}$  равной 10 и 40 кДж/м<sup>2</sup>, что соответствует значениям  $K_{IC}$  для конструкционных сталей. Напряженно-деформированное состояние определялось для момента, предшествующего отсоединению двух конечных элементов, принадлежащих разным слоям на межслойной границе.



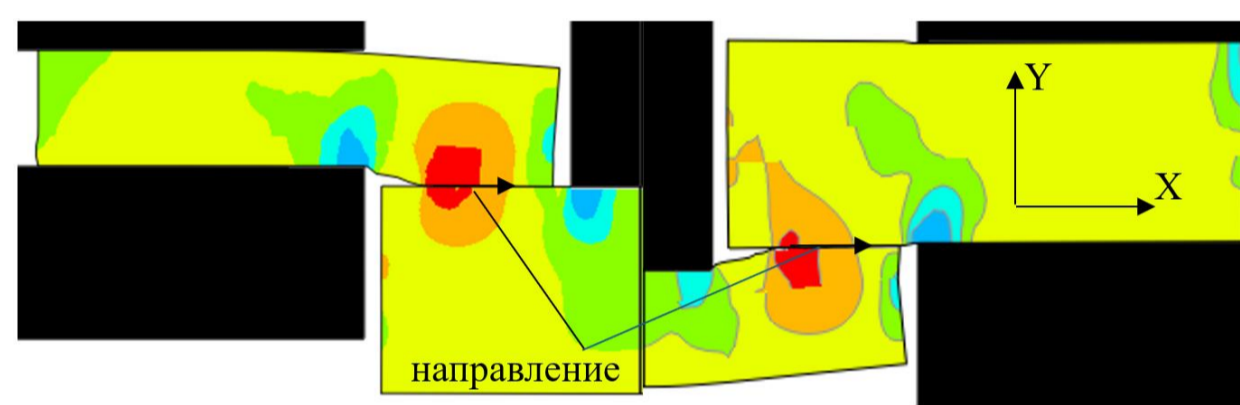
а)



б)

1 – пуансон, 2 – межслойная граница, предопределенный путь распространения трещины

Схема образцов и схема испытания: а) – тип I, б) – тип II



а)

б)

Место начала расслоения для образцов: а) – I тип, б) – II тип

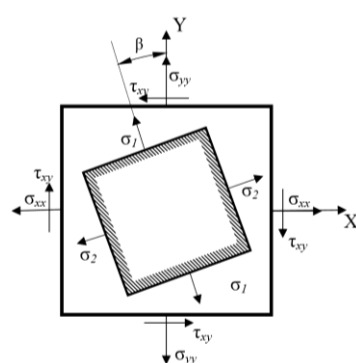


Схема положения нормальных, касательных и главных нормальных напряжений

Напряженное состояние исследованных моделей образцов показало, что для любого типа положение максимального главного напряжения в вершине трещины относительно оси  $y$  (вдоль направления приложения нагрузки) для обоих типов образцов одинаковый  $10^\circ$ , по мере удаления от вершины увеличивается и достигает  $43^\circ$ . Поэтому такой вид испытания нельзя считать исключительно на отрыв. На межслойной границе помимо нормальных напряжений отрыва присутствуют и сдвиговые напряжения.

Распределения компонентов тензора напряжений вдоль межслойной границы в слоях 09Г2С и 12Х18Н10Т для образцов одного типа при ширине 5 и 10 мм не отличается. Увеличение ширины образца с 5 мм до 10 мм при равном значении  $G_{IC} = 10$  кДж/м<sup>2</sup> вызывает возрастание значения усилия на пуансон в 2,3 раза, что не целесообразно.

Проведенные результаты моделирования показывают, что для испытаний более предпочтительно использовать образцы типа II. Поскольку для начала расслоения в образце этого типа усилие на пуансон потребуется меньше. Также расслоение начинает формироваться от пуансона и распространяется к заземленным концам. Значения нормальных, касательных и главных нормальных напряжений ниже для образца II типа.