



Рисунок 1 – Изменение деформаций вдоль радиуса пластины

Радиальные деформации на контуре достигают максимума по модулю, тангенциальные – максимума при  $r=0$  и равны нулю при  $r=1$ ; для сдвиговых деформаций обратная зависимость, где максимум по модулю достигнут при  $r=1$ . Отметим, что с ростом температуры значения деформаций по модулю растут во всех случаях. При нагреве на 50 К радиальные и тангенциальные деформации увеличиваются на 3,7%; при нагреве на 100 К – 7,3%. В сдвиговых деформациях при нагреве на 50 К увеличиваются на 4,6%; при нагреве на 100 К – 8,7%.

**Выводы.** Предложенная модель позволяет исследовать напряженно-деформированное состояние упругих трехслойных пластин при осесимметричном деформировании в своей плоскости.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского Республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № T19PM-089).*

УДК 625.1.001.891.573

## ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ПЕТЛИ ДЛЯ РАЗВОРОТА ВАГОНОВ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ЦЕНТРА ОКРУЖНОСТИ

С. П. НОВИКОВ, М. А. РУДЕНКО

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

При обслуживании вагонов рабочего парка и использовании новых вагонов часто требуется произвести разворот подвижного состава. Одним из основных устройств для выполнения данной технологической операции является петлевой разворот. Методика расчета длины петли приведена в [1]. В [2] рассмотрен способ оптимизации длины подобных устройств. При традиционном подходе к сокращению длины петлевого разворота центр большой окружности петли обычно располагается



#### Список литературы

- 1 Головнич, А. К. Расчет основных параметров устройств на станции : учеб.-метод. пособие / А. К. Головнич, С. П. Новиков. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 70 с.
- 2 Новиков, С. П. Оптимизация формы петли для разворота вагонов / С. П. Новиков, А. К. Головнич, П. И. Капитанов // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VIII Междунар. науч. конф., посвящ. году науки. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 204–205.
- 3 Капитанов, П. И. Пример расчета длины петли для разворота вагонов / П. И. Капитанов // Сб. студенческих науч. работ. Вып. 23 / под ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2018. – С. 19–22.

УДК 539.319

### ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ АНАЛИЗА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕЛ, СОЗДАНЫХ МЕТОДАМИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*А. А. ОРЕХОВ, Л. Н. РАБИНСКИЙ*

*Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация*

Одной из важнейших проблем, связанных с исследованием напряженно-деформированного состояния тел, созданных методами аддитивных технологий, является многомасштабность разрабатываемых моделей (макро-, мезо- и микромоделей). Численная реализация таких моделей связана с необходимостью решения задач больших размерностей. Для решения этой проблемы предлагается методика замены процесса численного моделирования нанесения слоя аналитическим решением в виде функции влияния и использования эйлерова формализма для моделирования роста тела. Такой подход позволяет для конечно-элементного моделирования избежать сильного измельчения сеток в зоне роста, а использование эйлеровых сеток – снизить рост размерности задачи с течением времени. Данный подход сравнивался с полным процессом моделирования роста тел и показал хорошую сходимость.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-31-90142.

УДК 621.45.018

### ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕР-КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ КАМЕРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

*В. А. ПОГОДИН, Л. Н. РАБИНСКИЙ, С. А. СИТНИКОВ*

*Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация*

В рамках экспериментальной работы по изучению возможности использования композиционного материала системы кремнийорганический эластомер – керамика проведены испытания ГРК ламельной и наполненной конструкций [1]. Ламельные конструкции ГРК являются наиболее близким аналогом уже существующих керамических ГРК, в которых кремнийорганические соединения выступают не только в качестве клеевой композиции, соединяющей керамические ламели, обеспечивая, таким образом, геометрию конструкции, но и в роли слоя – демпфера температурных и механических (возникающих при вибрации) напряжений одновременно

В одном из наиболее перспективных ЭРД – высокочастотном ионном двигателе (ВЧИД) образование плазмы рабочего газа происходит под воздействием высокочастотного электромагнитного поля внутри тонкостенной чаши керамической газоразрядной камеры (ГРК). Увеличение мощности и КПД ВЧИД приводит к увеличению диаметра ГРК до значения 500 мм, при сохранении толщины стенки 4–5 мм. Увеличение диаметра ГРК ВЧИД и высокие требования к диэлектрическим свойствам материалов для изготовления приводит к непреодолимым технологическим сложностям при производстве. Экспериментальные образцы ГРК из алюмооксидной керамики и композита на основе нитрида кремния для ВЧИД с диаметром камеры порядка 160 мм [2] обладают оптимальными эксплуатационными свойствами: высокой проницаемостью к электромагнитному полю в мегагерцовом диапазоне частот, удвоительной механической прочностью к вибрации и высокой эрозионной стойкостью к ионно-плазменному воздействию низкотемпературной плазмы разряда. Увеличение диаметра ГРК выше