

УДК 519.6

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ

© О. П. Бушманова

bush@asu.ru

*Алтайский государственный университет, Барнаул*

Представлено математическое моделирование процесса локализации деформаций в плоском случае на дискретных системах линий — разрезах криволинейной формы. Берега разрезов являются частью границы области, а граничные условия, описывающие взаимодействие берегов, заменяют уравнения состояния в зоне локализации. Условия на линиях локализации деформаций обеспечивают возможность разрывов касательных и нормальных перемещений.

Форма и расположение линий локализации определяются в рамках метода последовательных нагружений в ходе решения задачи или предполагаются известными на основе экспериментальных и теоретических исследований. На первом шаге нагружения начало линии может быть задано при помощи некоторой малой локальной неоднородности в свойствах материала или граничных условиях. На последующих шагах нагружения развитие линии локализации происходит, если выполняются определенные критерии локализации деформаций.

На основе метода конечных элементов построен алгоритм численного моделирования возникновения и распространения разрывов перемещений вдоль разрезов криволинейной формы, расположенных на проблемно-ориентированных сетках конечных элементов с двойными узлами [1, 2].

Получены численные решения задач о деформировании материала в окрестности круглого отверстия в условиях локализации сдвигов на системах логарифмических спиралей с различными углами наклона и различными условиями на разрезах. Условия отражают трение Кулона со сцеплением или постоянное касательное напряжение вдоль линии локализации деформаций. Показано, что численные решения задач с большим количеством разрезов близки к континуальным аналитическим упруго-пластическим решениям.

Проведено численное моделирование начальных стадий выпуска в сходящихся каналах и в емкостях с вертикальными стенками при несимметричном и симметричном развитии линий скольжения. Построены численные решения задач о деформировании материала в условиях локализации сдвигов на системах замкнутых линий, формирующихся при развитии плоскопараллельном течении и на системах разрезов при простом сдвиге, задач об устойчивости откоса и о развитии линии сдвига при повороте подпорной стенки.

Предложенный подход позволяет описывать как стадию предразрушения нагруженного материала, так и промежуточную стадию между состоянием упругости, когда линий скольжения нет, и состоянием континуальной пластичности, когда линии скольжения бесконечно близки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушманова О. П. Моделирование локализации сдвигов // ПМТФ. 2003. № 6. С. 164–169.
2. Бушманова О. П., Ревуженко А. Ф. О пластическом деформировании в условиях локализации сдвигов на дискретной системе линий // Физическая мезомеханика. 2002. Т. 5, № 3. С. 9–16.