

Влияние температуры на развитие пластической зоны в тонкой пластине с отверстием

Целищева Екатерина Владимировна

студентка

Московский Авиационный Институт (ГТУ), Москва, Россия

E-mail: k_tselishcheva@mail.ru

Известно, что условия текучести некоторых металлических сплавов зависят (линейно, экспоненциально и другие виды зависимости) от вида напряжённого состояния, но эта зависимость достаточно слаба. Условия текучести, учитывающие эту зависимость (в данной работе условие текучести Мизеса-Шлейхера), не позволяют использовать ассоциированный закон течения для построения связей между напряжённым и деформированным состояниями в случае несжимаемого материала. Поэтому, чтобы учесть зависимость от вида напряжённого состояния и пластическую несжимаемость приходится отказаться от универсальной ассоциированной модели пластического течения и использовать другие экспериментальные соображения. Условие соосности тензоров скорости деформации и напряжения даёт необходимый вид связей для несжимаемых материалов, зависящих от вида напряжённого состояния.

Эти теории ранее были развиты для сыпучих материалов, поэтому плосконапряжённое состояние, во многих случаях характерное для металлических материалов, практически не рассматривалось. В работах, основанных на классических теориях пластичности, замечено, что малые вариации входных параметров значительно влияют на решение. По этим причинам имеет смысл рассматривать подобные теории для материалов, условия текучести которых зависят от среднего напряжения, не смотря на то, что эта зависимость слаба, как отмечалось выше.

В настоящей работе рассматривается бесконечная тонкая пластина с запрессованным в ней с некоторым натягом жёстким включением под действием равномерного температурного поля. Материал пластины предполагается упруго-пластическим. Величина натяга ограничена условием, что в начале процесса нагружения пластина находится в упругом состоянии.

Так как решение этой задачи не имеет аналитического представления из-за действия температурного поля, то для построения эффективного численного алгоритма была решена вспомогательная задача о расширении отверстия под действие равномерного давления на кромку отверстия. Решение вспомогательной задачи имеет аналитическое представление, поэтому его легко исследовать. В результате исследования была выявлена особенность вблизи кромки отверстия, которая является концентратором напряжений. При сравнении с решениями, полученными при применении классической теории пластичности, выяснено, что они также являются сингулярными, но имеют качественное различие – только одну сингулярную точку, поэтому их асимптотическое поведение не зависит качественно от входных параметров.

Особенность, исследованная во вспомогательной задаче, согласуется с сингулярным поведением решения основной задачи и может быть использована для построения более эффективного численного алгоритма при решении основной задачи, учитывающего вид асимптотического поведения вблизи кромки отверстия.

Полученная особенность говорит о том, что осевая скорость деформации стремится к бесконечности. Физически эта особенность выражается в расплющивании кромки отверстия при достижении некоторой максимальной величины радиуса упруго-пластической границы.