

УДК 539.374

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ  
ПРИ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ****Д. С. ВИШНЕВСКИЙ***(Представлено: А. Г. ЩЕРБО)*

*В результате исследования процессов сложного нагружения, была создана общая математическая теория пластичности, удовлетворительно описывающая процессы данного класса. Значительный интерес при этом представляет граница упругих деформаций, т.е. переход к деформациям упругопластическим. В статье рассматривается методика построения границы упругого ядра с учётом изменения упругих постоянных.*

Понятие поверхности текучести широко используется при построении моделей упругопластического деформирования в механике сплошных сред. При этом существенную роль играет как форма поверхности текучести, так и её смещение в зависимости от направления и величины сообщённой первоначальной упругопластической деформации. Так, в ряде работ поверхность текучести представлена в виде эллипса с центром, смещённым в направлении первоначального нагружения, в некоторых видах моделей упруго-пластического деформирования в виде окружности. Между тем, положение и форма поверхности текучести имеют решающее значение при определении упругой и пластической составляющих деформации на путях нагружения, различным образом ориентированных в пространстве напряжений. Экспериментальному построению поверхности текучести посвящено значительное число работ, в которых приводится подробная методика получения точек поверхности. Сравнивая результаты описанных экспериментов, можно сделать вывод о подтверждении тенденции смещения поверхности в сторону точки нагружения, однако, теоретическая форма поверхности, особенно на тыльной границе, экспериментального подтверждения, как правило, не получает. Причинами этого авторы указанных работ считают, например, недостаточно полный учёт временных эффектов при определении точек поверхности текучести и ряд других. Однако в результате упруго-пластического деформирования претерпевают существенные изменения механические характеристики материала, что приводит к изменению соотношения упругой и пластической составляющих полной деформации и порождает ошибки.

Предлагаемая методика построения упругой поверхности заключается в следующем. Образец деформируется путём закручивания до некоторой интенсивности. Затем образец разгружается в заведомо упругую область (упругое ядро) и из этой точки-репера осуществляется путь нагружения, составляющий некоторый угол с первоначальным направлением. Из полной деформации, выделившейся на этом пути, вычитается упругая составляющая для получения остаточной деформации. Точка поверхности считается найденной, когда остаточная деформация достигает величины, равной принятому допуску. Нагружение повторяется на другом образце до той же первоначальной интенсивности с последующим нагружением по пути, составляющему другой угол с первоначальным направлением деформирования. Таким образом, каждая точка поверхности определяется на основании деформирования одного образца. Поверхность, полученная по изложенной методике, построена по 30 точкам при допуске на пластическую деформацию 0, 00025. Эта поверхность оказалась вогнутой на тыльной части и вектор приращения пластической деформации в точке, противоположной точке нагружения и ближайших к ней точках, будучи перпендикулярным к поверхности, должен иметь отрицательную составляющую вдоль оси растяжения, что не наблюдается. Указанное противоречие может быть объяснено ошибочным уменьшением упругой составляющей, если считать эту величину по первоначальному модулю упругости, не учитывая его изменение в процессе предварительного упруго-пластического деформирования. Изменение модуля  $G$  при первоначальном закручивании составляет 12 – 15%, а изменение модуля  $E$  до 10%. Если учесть эти изменения при определении соответствующих составляющих, указанный выше допуск на пластическую деформацию достигается на более длинных лучах повторного нагружения. Тыльная часть поверхности текучести хоть и остаётся «поджатой» к точке нагружения, уже не является вогнутой и располагается в отрицательной части оси сдвига. Так, точка, противоположная точке нагружения перемещается в отрицательную часть оси сдвига на такую же величину, что и расстояние до тыльной точки, полученной по первоначальной методике, располагающейся в положительной части оси сдвига. Построенные при этом векторы приращения пластической деформации оказываются градиентальными к поверхности текучести с отклонениями порядка отклонений в других точках.

Таким образом, с учётом изменения модулей упругости построенная упругая поверхность оказывается более точной, на что указывает градиентальность векторов пластической деформации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ильюшин А. А. «Пластичность. Основы общей математической теории». – М.: Издательство АН СССР, 1963. – 271с.
2. Ленский В. С. «Экспериментальная проверка основных постулатов общей теории упругопластических деформаций». – В кн.: Вопросы теории пластичности. – М.: Издательство АН СССР, 1961. С. 58-82.
3. Коровин И. М. «Экспериментальное определение зависимости напряжений – деформация при сложном нагружении по траектории с одной точкой излома» / Инж. ж. – 1964. – Т.4, № 3. – С. 592-600.
4. Шишмарев О. А., Кузьмин Е.Я. «О зависимости упругих постоянных металла от пластических деформаций». Изв. АН СССР, ОТН. Механика и машиностроения. – 1961. – №3.
5. Щербо А. Г. «Экспериментальная проверка постулата изотропии для траектории нагружения с разгрузками». Прикладная механика. – 1990. – №1.
6. О.А. Shishmarev, A.G. Shcherbo «Variation of elastic constants of metal during plastic deformation» Arch. Mech., 42, 1, pp. 43-52, Warszawa 1990.