

ВОЛОЧЕНИЕ ПОЛОСЫ: ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Ю. Г. Егорова, В. А. Егоров

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»,
egorova_jg@mail.ru

Волочение является широко распространенным процессом металлообработки, и теория пластичности дает его всестороннее математическое описание [1-3]. Однако графическое моделирование пластического состояния в этой задаче также весьма полезно, так как позволяет лучше представить его особенности.

Целью работы является моделирование следующих аспектов пластического состояния в задаче о волочении полосы:

- 1) построение поля линий скольжения;
- 2) построение и визуализация поля напряжений;
- 3) построение и визуализация поля скоростей.

Моделирование производится в среде программирования Borland C++ Builder 6.0.

Процесс волочения полосы рассматривается в рамках теории плоской деформации с использованием модели жестко-пластического тела (рисунок 1).

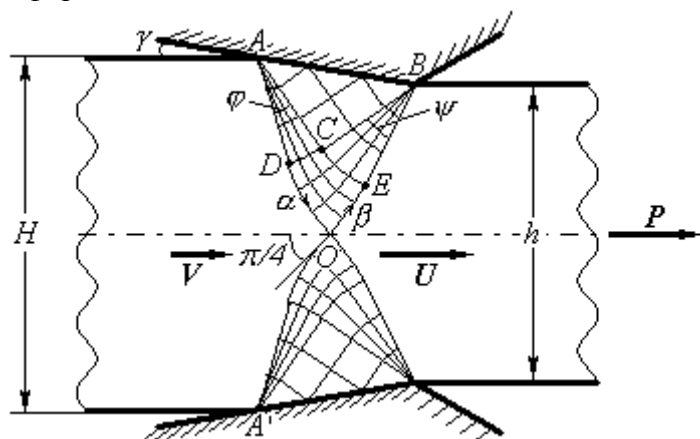


Рисунок 1 – Схема процесса волочения полосы

Полоса с начальной толщиной H протаскивается с постоянной скоростью V сквозь жесткую гладкую суживающуюся щель (матрицу); при этом полоса испытывает пластические деформации в области, примыкающей к матрице, и толщина полосы уменьшается до значения h . Угол между плоскостями матрицы равен 2γ . В некотором отдалении от матрицы части полосы движутся как твердое тело со скоростями U и V . Вследствие несжимаемости материала $VH = Uh$, откуда $U = VH/h$.

Рассмотрим кратко ход работы.

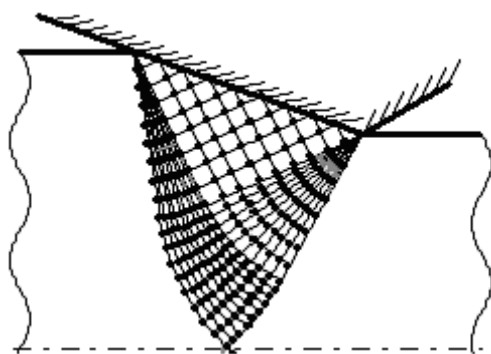


Рисунок 2 – Поле скольжения для $\gamma = 20^\circ$

1. Построение поля линий скольжения [1]. Пластическая область состоит из треугольника равномерного напряженного состояния ABC , двух вееров ACD и BCE и области $CEOD$. Между углами φ и ψ раствора вееров ACD и BCE существует следующая связь: $\gamma = \psi - \varphi$. Это равенство связывает два неизвестных угла – φ и ψ , но для однозначного определения этих углов одного равенства недостаточно. Решением проблемы может стать то соображение, что точка O после построения области $CEOD$ должна оказаться на осевой линии полосы (рисунок 2).

2. Построение и визуализация поля напряжений [1]. При построении поля напряжений будем исходить из того, что слева от AOA' (рисунок 1) на материал не действуют силы, поэтому сумма горизонтальных составляющих напряжений по сечению AOA' равна нулю. Это даст нам возможность определить σ_o – нормальное напряжение в точке O , а затем через σ_o рассчитать напряжения во всей пластической области. Визуализация поля напряжений заключается в том, что узлы сетки линий скольжения изображены кружками, а напряжения в узлах представлены градациями серого цвета, что позволяет хорошо увидеть наименее и наиболее напряженные участки пластической области (рисунок 3).

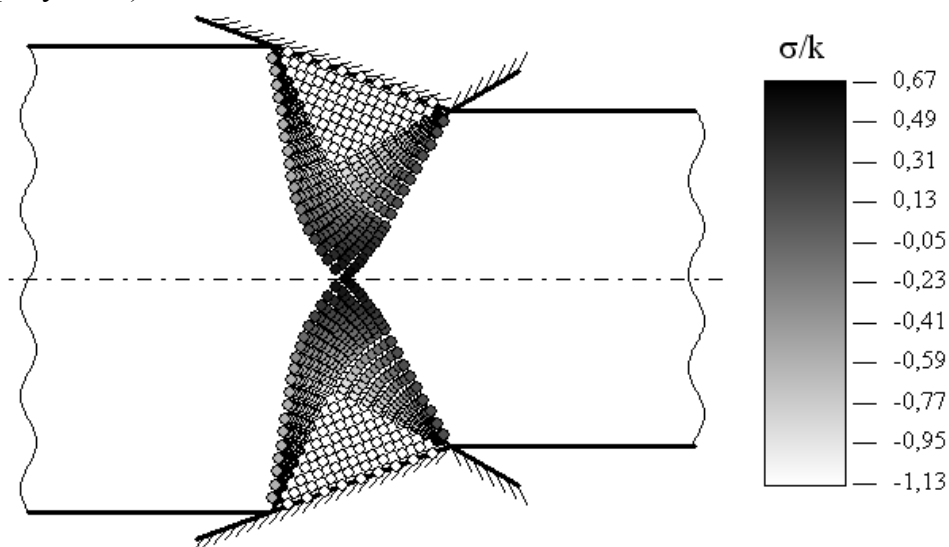


Рисунок 3 – Поле напряжений в задаче о волочении полосы для $\gamma = 20^\circ$

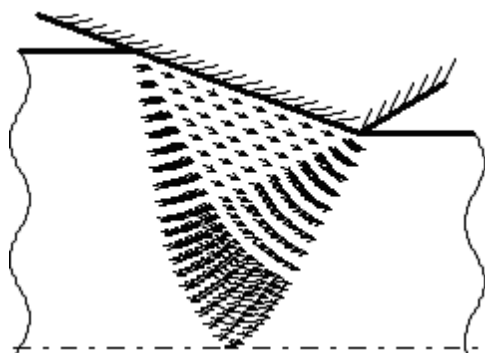


Рисунок 4 – Поле скоростей

3. Построение и визуализация поля скоростей [1]. Построение поля скоростей начнем с области $CEOD$, используя условие непрерывности нормальной составляющей скорости на линиях OD и OE . Затем построим поля скоростей в областях ACD , BCE , ABC . Для большей наглядности поле скоростей представим совокупностью векторов, модули и направления которых соответствуют скоростям отдельных частиц материала (рисунок 4, $\gamma = 20^\circ$).

Практический смысл работы заключается в визуализации теоретических положений задачи о волочении полосы, что позволяет получить об этой задаче более четкое представление. Работа может быть интересна и полезна студентам механических специальностей вузов, аспирантам, инженерам и научным сотрудникам, работающим в областях металлообработки и механики деформируемого твердого тела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Гостехиздат, 1969. 420 с.
2. Хилл Р. Математическая теория пластичности / Пер. с англ. Э.И. Григолюка. М.: ГИТТЛ, 1956. 408 с.
3. Хромов А.И. Деформация и разрушение жесткопластических тел. Владивосток: Дальнаука, 1995. 181 с.