

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Олехвер А.И., Ремшев Е.Ю., Расулов З.Н., Шувалов Д.М.

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург*

Ключевые слова: разрыв кольцевого образца, определение механических свойств, компьютерное моделирование, показатель вида напряжённого состояния, растяжение плоского образца, испытания на растяжение.

Аннотация. в связи с увеличением числа технологических процессов с применением вытяжки с утонением повышается актуальность задачи по оценке механических свойств получаемых полуфабрикатов. Предложено решение задачи на основе компьютерного моделирования процесса разрыва кольцевого образца, в ходе решения получен результат о показателе вида близком к одноосному растяжению.

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF DETERMINING THE MECHANICAL PROPERTIES OF A MATERIAL BY COMPUTER SIMULATION

Olekhver A.I., Remshev E.Yu., Rasulov Z.N., Shuvalov D.M.

Baltic State Technical University named after D.F. Ustinov, Saint-Petersburg

Keywords: rupture of an annular sample, determination of mechanical properties, computer modeling, an indicator of the type of stress state.

Abstract. Due to the increase in the number of technological processes using thinning hoods, the task of assessing the mechanical properties of the resulting semi-finished products is becoming more urgent. A solution to the problem is proposed based on computer modeling of the annular fracture process, during which a result was obtained on a type indicator close to uniaxial elongation.

Реализация операции вытяжки с утонением стенки различных деталей (корпуса, гильзы и т.д.) показывает, что габаритные размеры полуфабрикатов часто не превышают 100 мм в диаметре и нескольких миллиметров по толщине стенки. Применение технологических схем оценки прочности материала полуфабриката при соблюдении схемы одноосного растяжения с минимальным влиянием процесса подготовки образцов (дополнительный изгиб) на состояние материала и внедрение подобных решений в практику производства является актуальной задачей.

Один из методов по оценке механических свойств материала цилиндрических изделий, изготавливаемых методом вытяжки с утонением, был предложен М.И. Свердловым [1].

На рисунках 1, 2 представлено изображение процесса моделирования и испытания на растяжение кольцевого образца методом компьютерного моделирования [2].

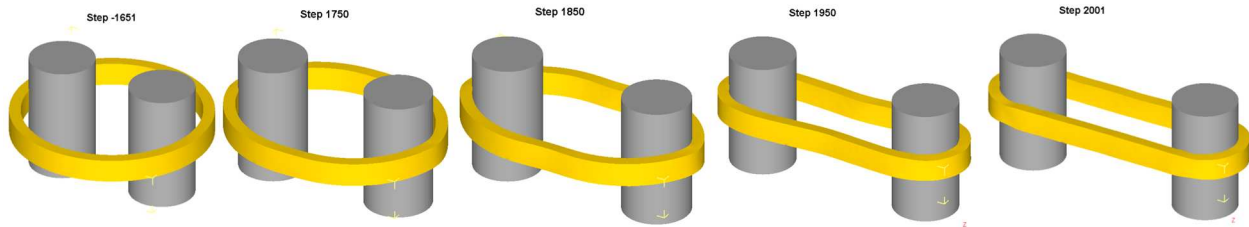


Рис. 1. Процесс деформации кольцевого образца

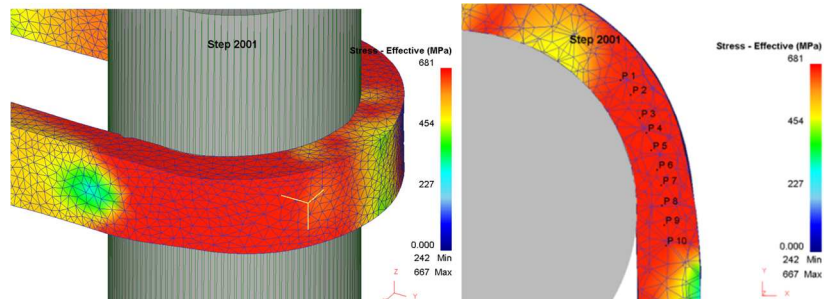


Рис. 2. Распределение интенсивности напряжений в зоне очага локализации деформации

В таблице 1 представлены значения главных компонентов напряженного состояния в контрольных точках в момент начала локализации деформации и образования шейки.

Табл. 1. Значения главных компонентов напряженного состояния в зоне локализации деформации

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
σ_3 , МПа	-222	-182	-151	-100	-41	-9	-3	-40	-72	-145
σ_2 , МПа	-80	-40	-24	14	60	98	111	98	-19	-103
σ_1 , МПа	470	515	549	602	662	699	705	665	581	504
ν_σ	-0,59	-0,59	-0,64	-0,68	-0,71	-0,70	-0,68	-0,61	-0,84	-0,87

Значение характеристики вида напряженного состояния ν_σ лежит в диапазоне от -0,5 до -1, что соответствует растяжению.

По результатам сравнительного компьютерного моделирования испытания на растяжение плоского и кольцевого образца в исходном состоянии материала (без предварительного наклепа с длиной рабочей части соответствующей длине окружности кольцевого образца (рис. 3).

По результатам моделирования получено, что максимальное усилие при растяжении образца с идентичным прямоугольным поперечным сечением составляет:

- 1) кольцевой образец: $P_{max} = 10300$ Н;
- 2) плоский образец: $P_{max} = 5100$ Н.

С учетом того, что при растяжении кольцевого образца деформирование происходит по двум сечениям образца различие в усилии составляет 50 Н, что не превышает 1%.

На рисунке 4 [3] представлены диаграммы для стали 10.

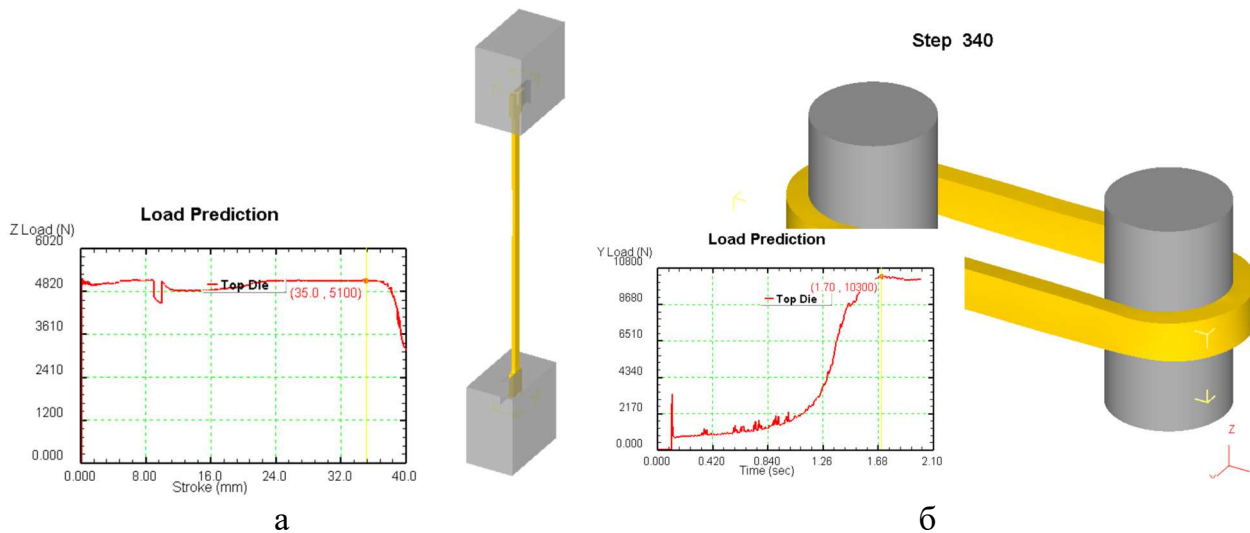


Рис. 3. Изображение деформированного образца в момент максимального технологического усилия: а) плоский, б) кольцевой

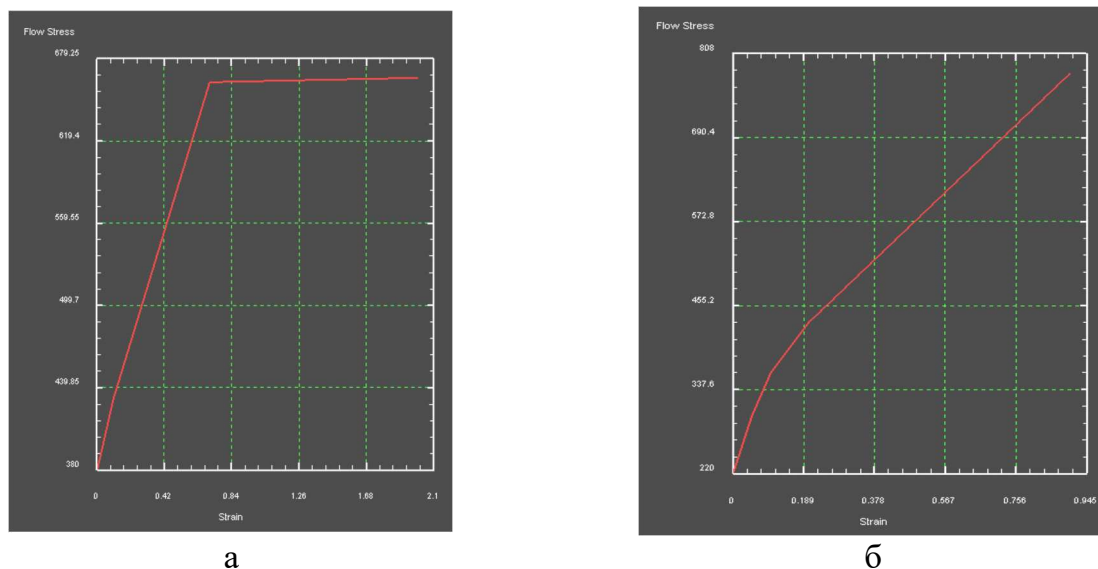


Рис. 4. Диаграмма «интенсивность напряжений – интенсивность деформаций» для малоуглеродистых стали 10: а) материал из базы ПО б) по результатам на растяжение

Выводы

Полученные результаты позволяют заключить, что процесс растяжения кольцевого образца позволяет реализовать с практической точностью схему напряженного состояния «растяжение» при незначительном влиянии процесса деформирования на предварительном этапе.

Качественно и количественно предложенный способ позволяет определять максимальное усилие при испытании образца с учетом распределения полей накопленной деформации материала на технологической операции вытяжка с утонением стенки.

Список литературы

1. Ляников А.В., Агеев Н.П. Сопротивление материалов пластическому деформированию в приложениях к процессам обработки металлов давлением. – СПб.: Внешторгиздат-Петербург, 1995. – 527 с.

2. Олехвер А.И., Ремшев Е.Ю., Расулов З.Н. Решение задач обработки металлов давлением в среде Deform-3D: учебное пособие. – СПб.: Изд-во БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2023. – 69 с.
3. Смирнов-Аляев Г.А. Сопротивление материалов пластическому деформированию: инженерные методы расчета операций пластической обработки материалов. – Л.: Машиностроение, 1978. – 368 с.

Сведения об авторах:

Олехвер Алексей Иванович – к.т.н., доцент, доцент кафедры Е4 «Технология патронного производства и обработка металлов давлением»;

Ремшев Евгений Юрьевич – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой А2 «Технология конструкционных материалов и производство ракетно-космической техники»

Расулов Зайнодин Нурмагомедович – к.т.н., доцент кафедры Е4 «Технология патронного производства и обработка металлов давлением»;

Шувалов Даниил Михайлович – техник кафедры Б1 «Высшая математика».