

Компьютерное моделирование процесса гибки трубной заготовки

Студенты гр.104416 Панковец А.А., Станкевич А.С.
 Научный руководитель – Кудин М.В.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Для исследования деформационных характеристик процесса гибки трубных заготовок произвели анализ с использованием компьютерного программного обеспечения. Расчеты ведутся с применением метода конечных элементов, заключающийся в замене исходной пространственной конструкции сложной формы на дискретную математическую модель, отражающую физическую сущность и свойства исходного изделия. Важнейшим элементом этой модели является, конечно-элементная дискретизация изделия т.е. построение совокупности элементарных объёмов заданной формы объединённых в единую систему. Алгоритм анализа процесса гибки трубной заготовки приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Алгоритм моделирования процесса гибки

На созданную трехмерную твердотельную модель трубной заготовки наносится тетраэдральная сетка конечных элементов, приведенная на рисунке 2а. Конечные элементы, аппроксимирующие исходную заготовку, считаются связанными между собой в граничных точках - узлах, в каждом из которых вводится по три поступательных степени свободы. Действующие на конструкцию внешние нагрузки приводятся к эквивалентным силам, прикладываемым в узлах конечных элементов. Ограничения на перемещение конструкции (закрепления) также переносятся на конечные элементы, которыми моделируется исходный объект. Поскольку каждый конечный элемент имеет заранее определенную форму и известны его геометрические характеристики и характеристики материала, для каждого конечного элемента можно записать систему линейных алгебраических уравнений, определяющих смещение узлов под действием приложенных в эти узлы сил.

Записывая систему уравнений для каждого конечного элемента, аппроксимирующего исходную физическую систему, рассматриваем их совместно и получаем систему уравнений для полной конструкции. Порядок этой системы уравнений равен произведению количества подвижных узлов конструкции на число введенных степеней свободы в одном узле.

В качестве граничных условий выступают закрепления по краям заготовки и приложения нагрузки на верхнюю часть трубы.

В процессе моделирования приложения нагрузки к трубной заготовке получены три модели:

1. возникающие напряжения в заготовке (рисунок 2,в), вычисляемые из компонентов тензора напряжения,

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{xz}^2)}$$

где $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ - напряжения сжатия по осям X, Y, Z;
 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ - касательные напряжения между осями X, Y, Z;

2. оценка запаса прочности (рисунок 2,б), позволяет оценить отношение рассчитанных напряжений к допускаемому напряжению;

3. значение абсолютных перемещений модели в узлах (рисунок 2,г), определяемое для каждого узла по формуле:

$$\text{Модуль перемещения} = \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2}$$

где x, y, z – компоненты вектора перемещений i -го узла конечно-элементной сетки.

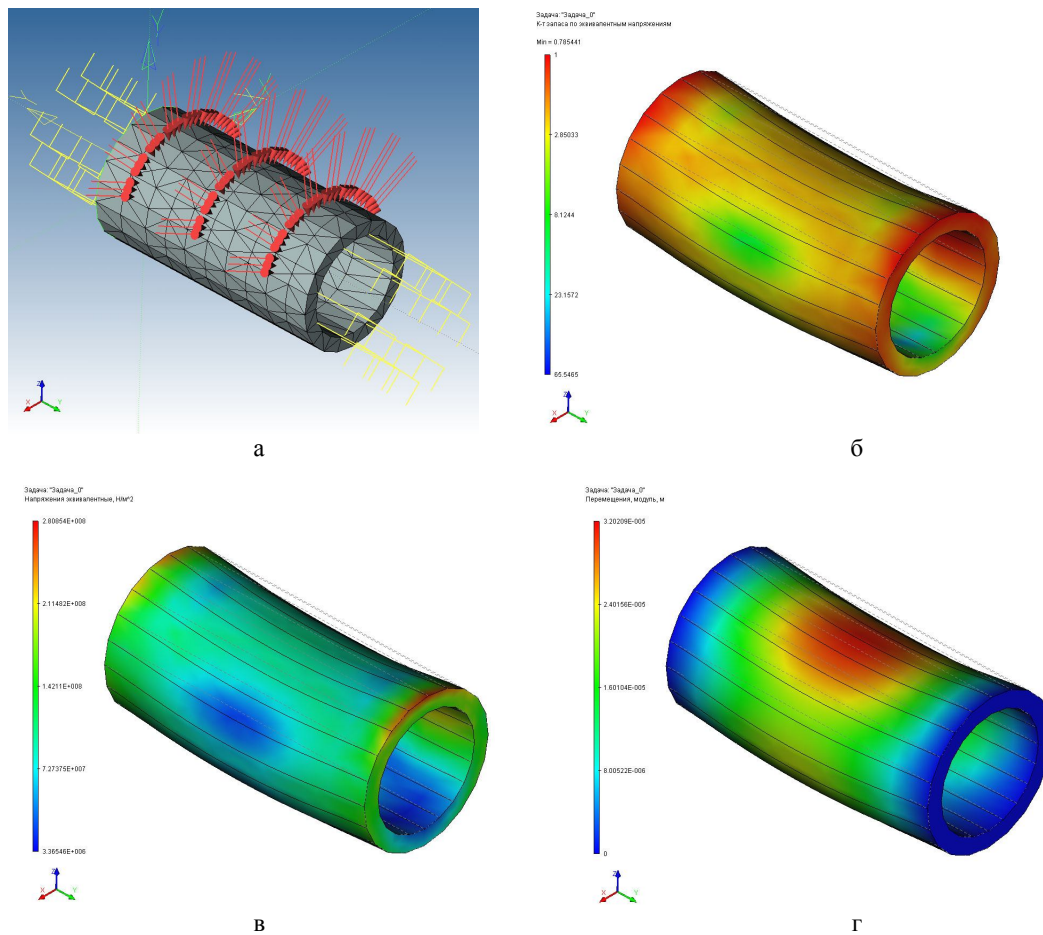


Рисунок 2 – Моделирование процесса гибки трубной заготовки и его анализ

УДК 621.771

Способ определения жесткости рабочей клетки прокатного стана

Студенты гр.104416 Чернухина А.А., Шиманюк А.С.
 Научный руководитель – Кудин М.В.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Эксперименты продольной прокатки в гладких валках проводили с клиновыми образцами шириной 32; 84 и 174 мм. Точки измерения толщин клина фиксировали нанесением параллельных рисок с последующим заполнением их маркерной пастой. Методом пробных проходов стан настраивали на прокатку за один проход нагретой до 160 °С полосы цинка шириной 32 мм с толщины 15 мм до 9 мм. Затем при неизменных растворе валков, частоте вращения валков и условий смазки задавая острым концом в валки прокатывали клиновые образцы цинка.

По результатам проведенных экспериментов и расчетов по построены графики зависимости $\alpha(H)$, $l_d(H)$, $P(H)$, изображенные на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что угол захвата не линейно возрастает с увеличением толщины исходного образца H , а l_d – в свою очередь так же не линейная функция ($\sin\alpha$) угла захвата. Следовательно, рост усилия на валки с увеличением обжатия, не линеен.

Проведенные эксперименты прокатки клиновых образцов в валках показали зависимость колебания зазора между валками от усилий на валки (рисунок 2). Из рисунка 2 видно, что с увеличением усилий на валки интенсивность приращения толщины проката уменьшается до значения, близкого к линейному.