

КИРИЧЕК А.В., МАЛЬЦЕВ А.Ю., АФОНИН А.Н.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА МАСЛЯНОГО ФИЛЬТРА МОДЕЛИРОВАНИЕМ РОТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКИ**

Описана методика моделирования технологического процесса ротационной вытяжки. Приведены полученные в результате моделирования поля напряжений и деформаций, критерия разрушения, силы деформирования.

The technique of simulation of technological process of a rotational extract is described. The fields of stress and strains, criterion of damage, force of deformation received as a result of simulation are resulted.

Колпак автомобильного масляного фильтра относится к осесимметричным изделиям, к которым предъявляются высокие требования по качеству, точности геометрических размеров, чистоте поверхности, уровню механических свойств. Эти требования по экономическим причинам следует выполнять при минимальном количестве технологических операций.

Изготовление таких деталей традиционными методами обработки металлов давлением (глубокой вытяжкой с дальнейшей механической обработкой) отличается высокой трудоемкостью и связано с использованием крупногабаритного дорогостоящего прессового, химического и термического оборудования. Более рациональной является ротационная вытяжка с помощью вращающихся роликов. Ротационная вытяжка позволяет изготавливать такие детали на высокопроизводительных специализированных станках, имеющих сравнительно малые габариты, массу и мощность, поскольку величина силы при ротационной вытяжке значительно ниже, чем при глубокой вытяжке, что связано с созданием локального очага деформации.

Большинство рекомендаций по проектированию инструмента и технологии ротационной вытяжки основаны на эмпирических данных. Причиной этого является сложный, объемный характер напряженно-деформированного состояния в локальных деформируемых объемах и достаточно сложная кинематика процесса. Экспериментальные исследования процессов обработки давлением весьма сложны и дорогостоящи, что сдерживает развитие данного перспективного технологического процесса.

Для исследования сложных процессов поверхностно-объемного пластического деформирования представляется перспективным использование современных компьютерных методов численного моделирования (в частности метода конечных элементов (МКЭ)) с последующим выявлением общих закономерностей протекания процессов поверхностно-объемной пластической деформации.

Одним из мировых лидеров в данной области является система DEFORM (разработана компанией Scientific Forming Technologies Corporation (США)), обладающая возможностью моделирования значительных объемных пластических деформаций и современным, интуитивно понятным графическим интерфейсом. Поскольку при ротационной вытяжке имеет место объемное напряженно-деформированное состояние заготовки, для моделирования процесса использовался модуль DEFORM 3D.

При моделировании заготовка принималась идеально пластичной, а инструмент идеально жестким. Механические свойства материала заготовки и инструмента задавались путем выбора соответствующей стали из имеющихся в программном комплексе библиотек материалов. При этом используется мультилинейная модель упрочнения.

Заготовка при моделировании являлась неподвижной, а инструменту сообщались два вращательных движения (вокруг собственной оси и вокруг оси заготовки), имитирующих главное движение, и поступательное движение подачи.

Параметры разбиения модели заготовки на конечные элементы должны выбираться таким образом, чтобы обеспечить достаточную точность сетки и, следовательно, точность расчетов в очаге деформации при минимальном количестве конечных элементов (для обеспечения приемлемой скорости расчетов). Поскольку деформация при ротационной вытяжке носит локальный характер, наибольшая точность расчетов должна быть достигнута в сравнительно небольшом по размерам очаге деформации. Следовательно, размеры конечных элементов в очаге деформации должны быть значительно меньше, чем в объемах заготовки, не подвергающихся деформации. В связи с этим, в зонах контакта роликов с заготовкой создавались «окна плотности» с более густой сеткой элементов, перемещающиеся вместе с инструментом.

На рисунках 1 и 2 приведены полученные в результате моделирования ротационной вытяжки корпуса масляного фильтра поля напряжений и деформаций.

На рисунке 3 приведены поля перемещений металла по оси z. Из иллюстрации видна неравномерность перемещения металла, приводящая к образованию на торце наплывов.

На рисунке 4 показано распределение численного значения модифицированного критерия разрушения Кокрафта-Лейтема. Из результатов моделирования следует, что критерий разрушения при ротационной вытяжке корпуса масляного фильтра не достигает критической для сталей величины ( $\approx 0,65$ ).

На рисунке 5 приведены графики изменения во времени радиальной и осевой сил деформирования. В целом полученные значения соответствуют известным экспериментальным данным.

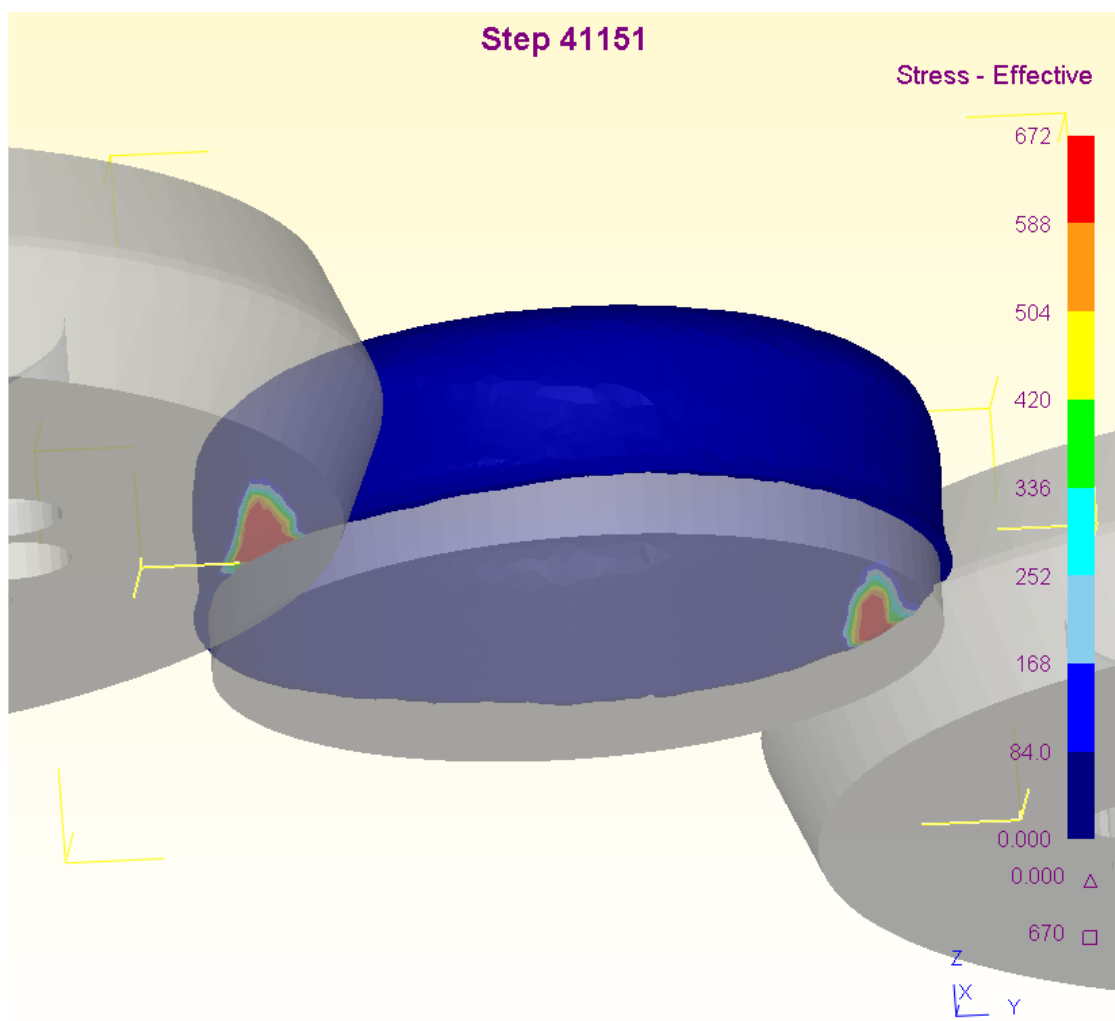


Рисунок 1 – Эквивалентные напряжения по Мизесу

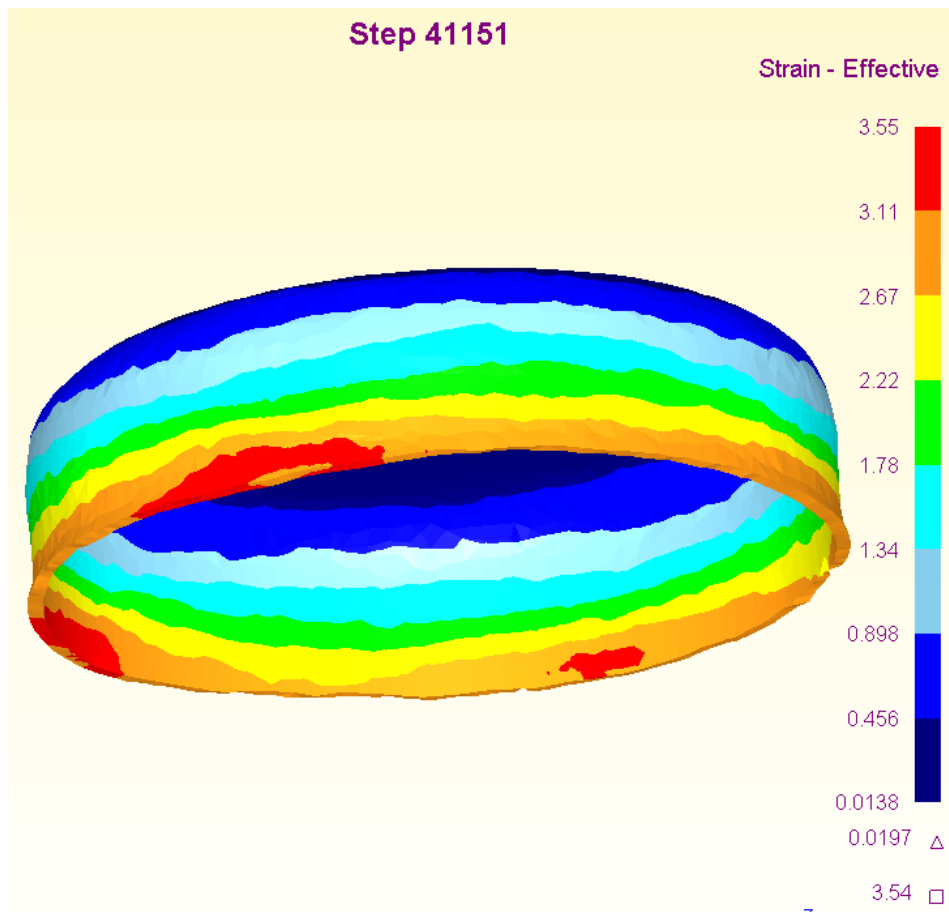


Рисунок 2– Эквивалентные деформации по Мизесу<sup>7</sup>

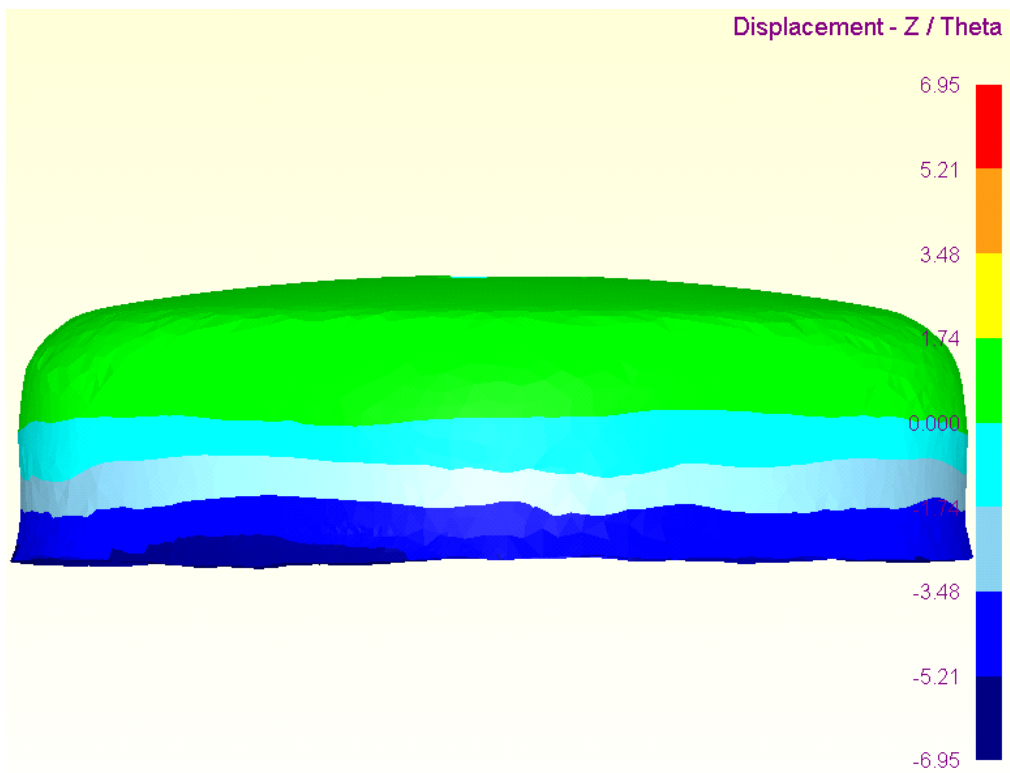


Рисунок 3– Перемещения металла заготовки по оси z

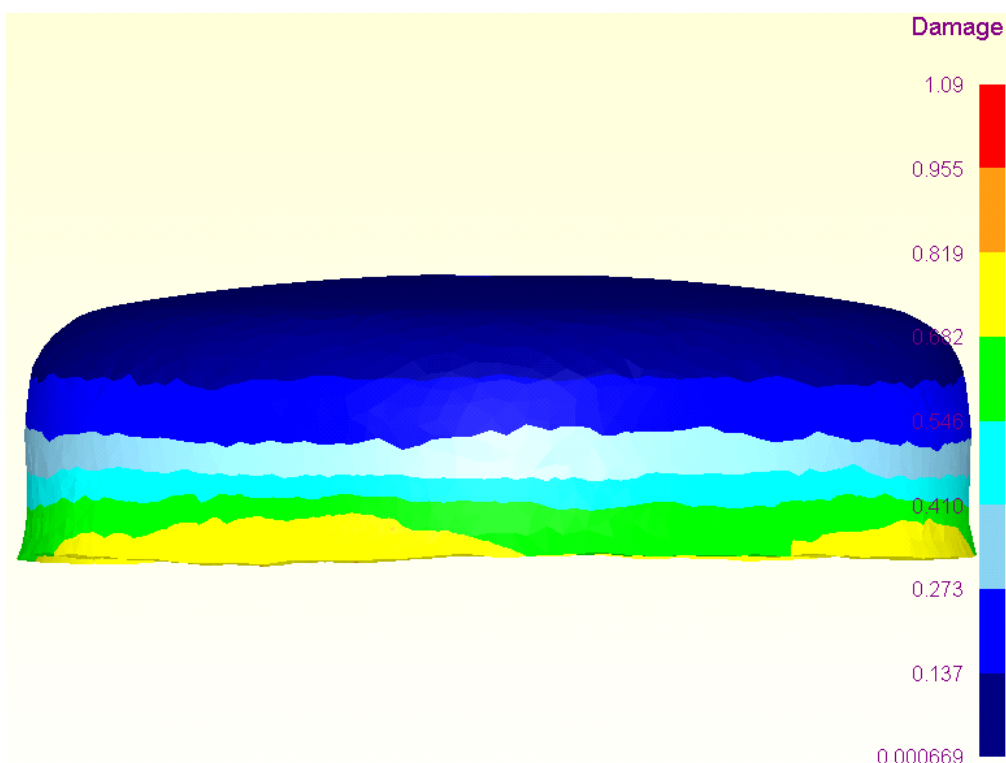


Рисунок 4– Значения критерия разрушения Кокрафта-Лейтема

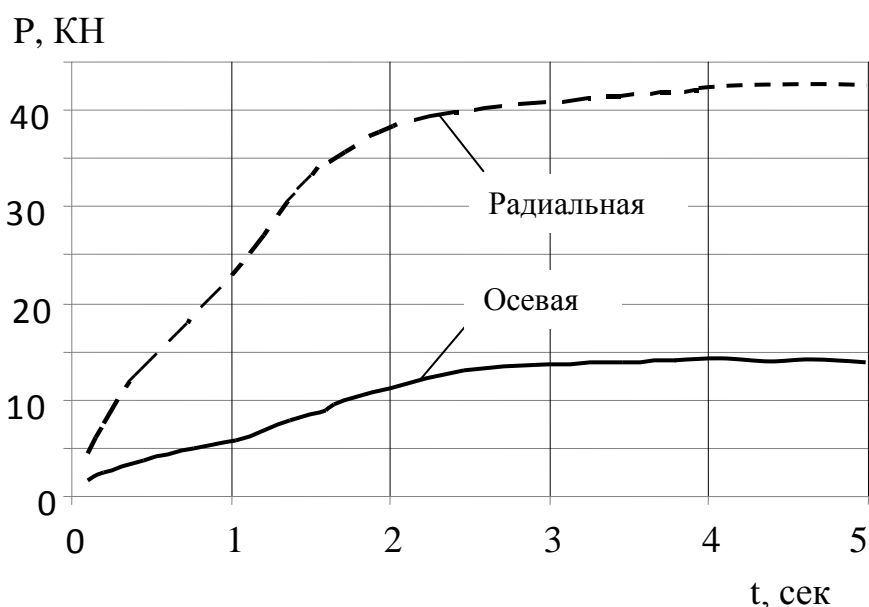


Рисунок 5 – Силы деформирования при ротационной вытяжке

Сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными свидетельствует о их достаточно высокой достоверности и позволяет сделать вывод о том, что пакет DEFORM 3D обеспечивает приемлемую точность при моделировании такого сложного технологического процесса как ротационная вытяжка.

Использование пакета DEFORM 3D для моделирования процесса ротационной вытяжки позволит определить рациональную технологию накатывания и конструкцию давящего инструмента, обеспечивающее снижение напряжений и деформаций в инструменте и заготовке и исключаяющее возможность их разрушения, существенно сократив объем дорогостоящих и трудоемких экспериментальных исследований.

## Сведения об авторах

Киричек Андрей Викторович

Орловский государственный технический университет, г.Орел

Доктор технических наук, профессор, директор технологического института ОрелГТУ

Тел. (4862)555524

E-mail: avk@ostu.ru

Мальцев Алексей Юрьевич

Орловский государственный технический университет, г.Орел

Аспирант кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»

Тел. (4862)541503

E-mail: tmsi@ostu.ru

Афонин Андрей Николаевич

Орловский государственный технический университет, г.Орел

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»

Тел. (4862)541503

E-mail: af@au.ru