

УДК 621.7.011

АНАЛИЗ ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ГОРЯЧЕМ ИЗОТЕРМИЧЕСКОМ
ВЫДАВЛИВАНИИ ПОКОВКИ ДЕТАЛИ «ПОРШЕНЬ»

А. А. ГНЕВАШЕВ, П. А. ПЕТРОВ, И. А. БУРЛАКОВ

Московский политехнический университет

Москва, Россия

Поршень, являющийся основной подвижной деталью поршневых машин (паровых машин, насосов, компрессоров, поршневых двигателей внутреннего сгорания и дизельных двигателей), конструктивно, имеет три функциональные части: днище, уплотняющая часть (головка поршня) и направляющая часть (юбка поршня), каждая из которых выполняет свою функцию и характеризуется своим набором параметров. Функциональное назначение каждой части: днище совместно с головкой воспринимает газовые силы и тепловую нагрузку, передает тепло от поршня к цилиндру; юбка поршня передает боковую силу на стенку цилиндра и поддерживает положение поршня в конструкции.

Для обеспечения нормальной работы поршень изготавливают из различных конструкционных материалов, в том числе из литейных либо деформируемых алюминиевых сплавов следующих марок: АЛ30, АК6, АК12Д, АК18 и др. Известны несколько технологий обработки давлением, применяемых для изготовления поковки детали «Поршень» под последующую механическую обработку: технология горячей объемной штамповки и технология горячей изотермической штамповки. Последняя технология является наиболее перспективной в случае производства малых серий, обеспечивает хорошую проработку структуры деформируемого материала, сложность геометрии штампуемого изделия, а также более высокий коэффициент использования металла (КИМ).

Цель работы: разработка компьютерной модели технологической операции обратного выдавливания поковки детали «Поршень», выполняемой в условиях близких к изотермическим за один рабочий ход пресса и позволяющей выполнить анализ течения металла в очаге деформации, а также оценить параметры напряженно-деформированного состояния.

Рассмотрены несколько возможных схем выполнения технологической операции: обратное выдавливание без подпора металла (рис. 1, *а*); обратное выдавливание с подпором металла (рис. 1, *б*, *в*). Компьютерная модель операции, разработанная в программном комплексе QForm [1], учитывает, что: деформируемый материал – алюминиевый сплав АК12Д; температуры исходной заготовки, штампа и окружающей среды равны 470 °С; температура штампа и окружающей штамп среды поддерживается постоянной и равной 470 °С, а температура деформируемого металла изменяется за счет теплового эффекта пластической деформации (см. рис. 1, *а–в*); деформирование выполняется на гидравлическом прессе со скоростью 2 мм/с. Варьируемым параметром является тип постановки задачи в программе QForm: 3D с двумя плоскостями симметрии (см. рис. 1, *а*, *б*); 3D без плоскостей симметрии (см. рис. 1, *в*).

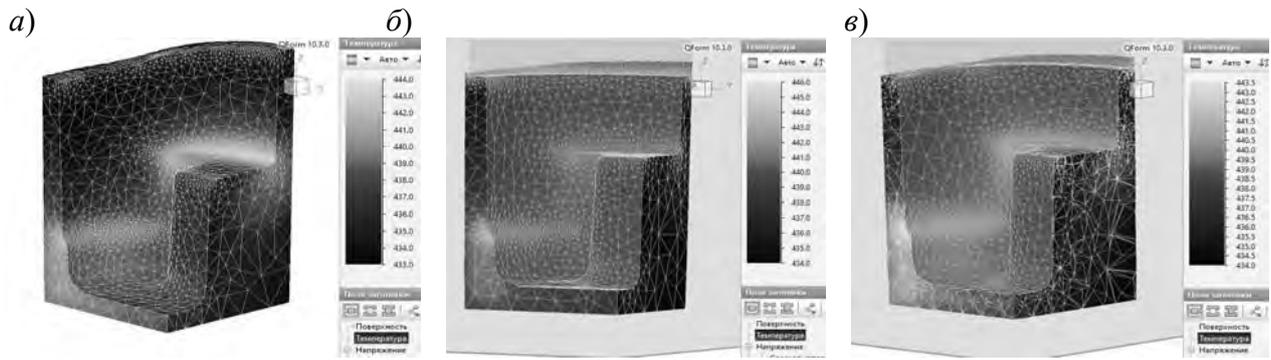


Рис. 1. Результаты моделирования технологической операции в QForm: *а* – обратное выдавливание без подпора металла (3D с двумя плоскостями симметрии); *б* – обратное выдавливание с подпором металла (3D с двумя плоскостями симметрии); *в* – обратное выдавливание с подпором металла (3D без плоскостей симметрии)

На рис. 2 показан пример расчета параметров напряженно-деформированного состояния – значений интенсивности напряжения и сопротивления деформации в очаге деформации в конце рабочего хода штампового инструмента.

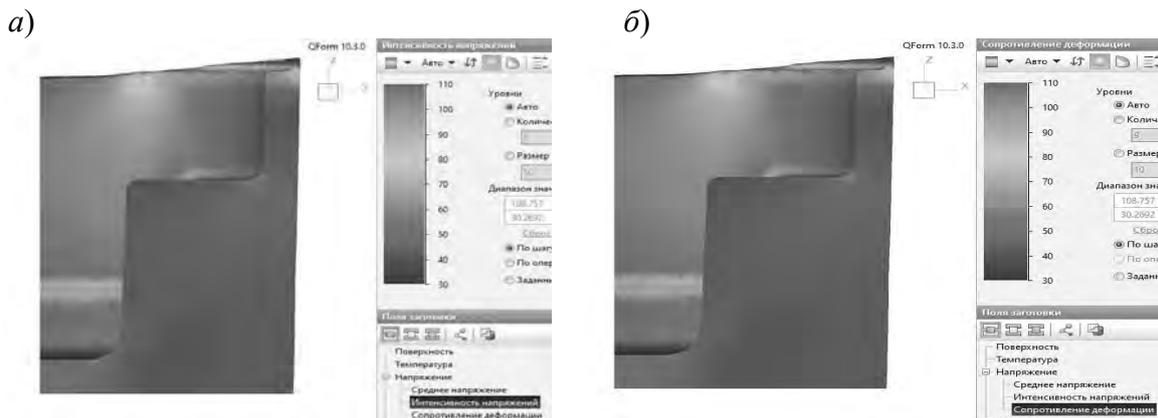


Рис. 2. Пример расчета параметров НДС: *а* – интенсивность напряжения; *б* – сопротивление деформации

Таким образом, выполненные расчеты и сравнительная оценка компьютерных моделей с результатами натуральных экспериментов показывают, что разработанная модель операции (см. рис. 1, *в*) наилучшим образом соответствует результатам опыта. Её применение возможно для анализа течения металла, а также определения энергосиловых параметров и выбора рационального режима технологической операции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конечно-элементное моделирование технологических процессовковки и объемной штамповки: учебное пособие / А. В. Власов [и др.]; под ред. А. В. Власова. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. – 383 с.