

УДК 621.77

В. Г. Морозова, аспирант;
Д. Г. Дресвянников, кандидат технических наук, доцент;
Ю. О. Михайлов, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАЛИБРОВКИ В ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ QFORM

Представлены результаты математического моделирования процесса калибровки заготовки для детали «Корпус» в программном продукте QForm.

Ключевые слова: калибровка, моделирование, пуансон, матрица, параметры деформирования

Совершенствование процессов обработки металлов давлением и разработка новых высокоэффективных технологий требуют применения методов достаточно точного количественного их описания, т. е. методов математического моделирования. Так как обработка металлов давлением связана с пластическим формоизменением при определенном температурном режиме, то математическая модель должна давать возможность определять в области пластического течения распределение скоростей, деформаций, температур, напряжений; рассчитывать вероятность разрушения металла и оптимизировать условия его деформирования. Одной из программ математического моделирования, основанных на методе конечных элементов [1], удовлетворяющих этим требованиям, является QForm [2].

Математическое моделирование позволяет выявить основные энергосиловые параметры, параметры напряженно-деформированного состояния, температурного режима, возможные дефекты и причину возникновения дефектов. Математическое моделирование целесообразно применять в технологии изготовления деталей перед стадией изготовления требуемой оснастки.

В данной работе рассматривается математическое моделирование одной из операций процесса изготовления детали «Корпус». «Корпус» – стальная, тонкостенная, полая, несквозная деталь, является основной составной частью ответственного изделия, которое подвергается работе при больших циклических и динамических нагрузках. «Корпус» состоит из конструкционной, легированной, высококачественной стали 30ХГСН2А. Данную деталь получают механической обработкой полой заготовки. Заготовку получают неполной прошивкой на стане поперечно-винтовой прокатки. Для обеспечения максимальной точности размеров и улучшения поверхности прошивной заготовки необходимо ввести в технологию изготовления детали «Корпус» операцию калибровки [3]. После такой холодной деформации уменьшается объем механической обработки, и, соответственно, размеры заготовки становятся приближенными к размерам готовой детали.

Математическое моделирование процесса калибровки заготовки для детали «Корпус» проводится в программном продукте QForm с целью получения

требуемой формы заготовки и выявления основных параметров деформирования: скорость деформации, среднее напряжение, сопротивление деформации, усилие.

На основе чертежа прошивной заготовки и готовой детали сконструированы основные элементы инструмента для калибровки.

Чертежи инструмента и заготовки для QForm импортируются из САПР Компас-3D, затем вводятся необходимые характеристики и параметры оборудования и заготовки.

Оборудование для процесса калибровки – пресс гидравлический П7836. Основные параметры пресса гидравлического: номинальное усилие – 400 тс, наибольший ход ползуна – 1 800 мм, номинальная скорость – 15 мм/с, тип привода – аккумуляторный. Материал заготовки: сталь 30ХГСН2А. В качестве смазки рабочего инструмента применяется графит. Процесс проходит при температуре 20 °С.

В процессе моделирования отображаются промежуточные результаты, которые одновременно записываются в файл. Одновременно с расчетом можно увидеть в окне просмотра текущее состояние заготовки.

Все полученные результаты моделирования процесса калибровки представлены ниже (рис. 1–4).

На рис. 1 представлено поле распределения скорости деформации на начальном и конечном этапе процесса калибровки. Максимальное значение скорости деформации составляет 22,53 (1/с), минимальное – приближается к нулю.

На рис. 2 представлено поле распределения среднего напряжения деформации на начальном и конечном этапе процесса калибровки. Максимальное значение растягивающего среднего напряжения составляет 834,2 МПа, максимальное сжимающее – 1 088 МПа.

На рис. 3 представлено поле распределения сопротивления деформации на начальном и конечном этапе процесса калибровки. Максимальное значение сопротивления деформации составляет 1 042 МПа, минимальное – 430,4 МПа.

На рис. 4 представлено расположение рабочих инструментов (пуансон и матрица) и заготовки в разрезе для визуального представления процесса холодной деформации на начальном и конечном этапах.

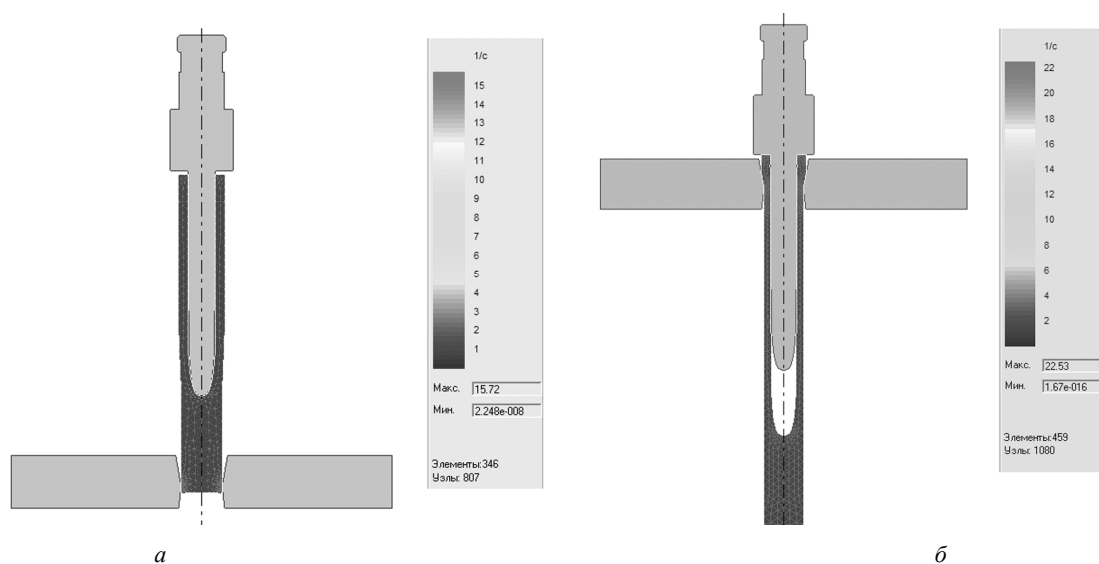


Рис. 1. Поле распределения скорости деформации: *a* – начальный этап; *б* – конечный этап

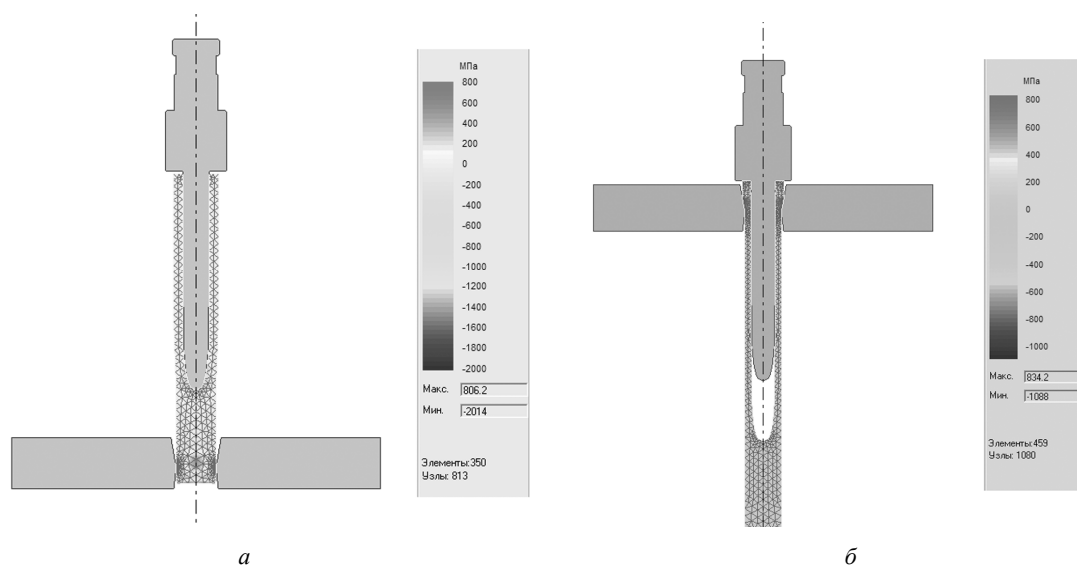


Рис. 2. Поле распределения среднего напряжения: *a* – начальный этап; *б* – конечный этап

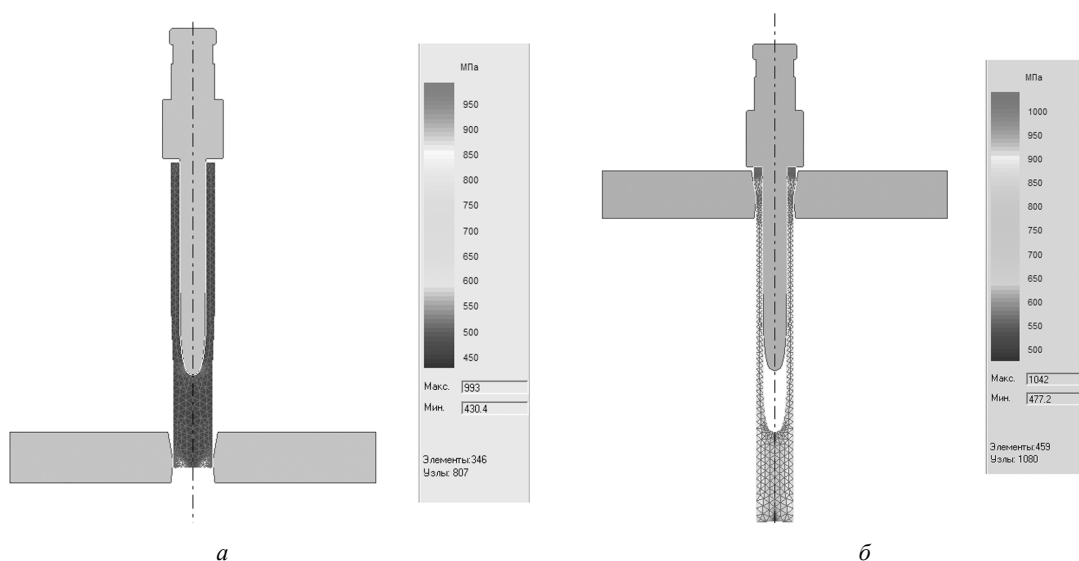


Рис. 3. Поле распределения сопротивления деформации: *a* – начальный этап; *б* – конечный этап

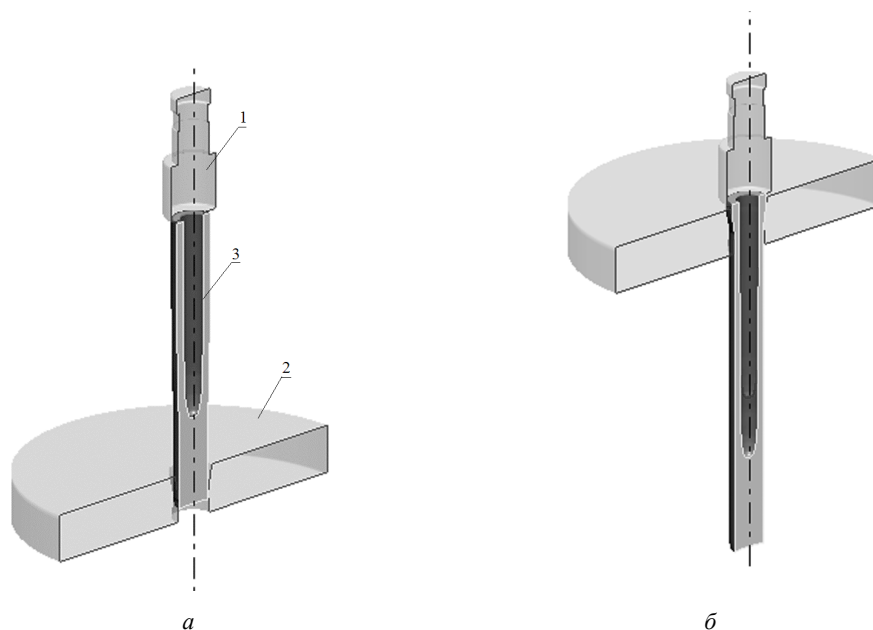


Рис. 4. Расположение рабочих инструментов и заготовки в процессе холодной деформации:
а – начальный этап; б – конечный этап; 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – заготовка

По результатам математического моделирования в программном продукте QForm процесса калибровки заготовки для детали «Корпус» получена требуемая форма заготовки и выявлены основные параметры деформирования: скорость деформации, среднее напряжение, сопротивление деформации, усилие. Значения деформации не достигают предельных величин (предел прочности составляет 1 620 МПа для стали 30ХГСН2А). Необходимое усилие для процесса калибровки составило 260 тс. Но для выбора прессы основным параметром стала величина его наибольшего хода (1 800 мм), при рабочем усилии 400 тс. Дефекты не обнаружены.

Моделирование показало, что при выбранных режиме обработки и геометрии инструмента достигаются необходимые геометрические размеры заготовки после деформирования. Следовательно, спроектированная оснастка для процесса калибровки детали «Корпус» на гидравлическом прессе соответствует требованиям внедрения в производство.

Моделирование позволяет анализировать процессы деформации металла, что дает возможность их совершенствования и оптимизации, а также разработки новых высокоэффективных ресурсосберегающих технологий.

Результаты моделирования отражают реальный процесс, поэтому при применении программного пакета QForm в условиях производства обеспечивается значительный экономический эффект за счет исключения необходимости изготовления пробных вариантов оснастки.

Библиографические ссылки

1. Покрас И. Б. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением : учеб. пособие. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2002. – 168 с.
2. Биба Н. В., Стебунов С. А. QForm – программа, созданная для технологов // Кузнеч.-штамповоч. пр-во. Обработка металлов давлением. – 2004. – № 9. – С. 38–41.
3. Семенов Е. И. Ковка и объемная штамповка : учеб. для вузов. – М. : Высш. шк., 1972. – 352 с.

V. G. Morozova, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

D. G. Dresvyannikov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Yu. O. Mikhaylov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Modeling of sizing process in QForm software product

The article discusses results of the mathematical modeling of sizing process of a billet for a "Casing" part in QForm software product.

Keywords: sizing, modeling, punch, die, deformation parameters

Получено: 18.11.13