

УДК 004.942

С. Н. Князев, аспирант
 Ю. О. Михайлов, доктор технических наук, профессор
 Д. Г. Дресвянников, кандидат технических наук, доцент
 ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕДУЦИРОВАНИЯ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ С ОПРАВКОЙ

Компьютерное моделирование технологического процесса редуцирования трубной заготовки с оправкой позволило уйти от традиционного способа проб и ошибок во время эксперимента. Результаты компьютерного моделирования подтвердили адекватность предложенной методики расчета технологического усилия.

Ключевые слова: оправка, технологическое усилие, редуцирование, трубные заготовки, QForm 7.

В данной статье объектом исследования является технологический процесс изготовления деталей типа «Корпус» с внутренними спиральными рифлениями, который включает редуцирование трубной заготовки за две последовательные операции. Каждую операцию осуществляют путем совместного продавливания через калибровочную матрицу трубной заготовки и оправки со спиральными выступами на боковой поверхности, прикладывая при этом усилие на торец заготовки. В этом случае на указанных операциях редуцирования используют оправки со спиральными выступами противоположного направления и калибровочные матрицы разного диаметра [1–2].

Для разработки технологического процесса изготовления деталей типа «Корпус» с внутренними спиральными рифлениями, основанного на редуцировании трубной заготовки с оправкой, была разработана методика расчета, которая подразумевает выполнение нескольких этапов:

- 1) составление схемы напряженно-деформированного состояния заготовки;
- 2) описание очага деформации при помощи метода линий скольжения;
- 3) применение метода верхней оценки к описанной форме очага деформации;
- 4) расчет методом верхней оценки удельного давления внедрения отдельного выступа оправки в полость трубной заготовки;
- 5) расчет усилия внедрения n выступов оправки в полость трубной заготовки, гарантировано обеспечивающего заполнение профиля оправки;
- 6) расчет технологического усилия, необходимого для выполнения операций редуцирования трубной заготовки с оправкой, при котором будет выполняться условие заполнения профиля оправки.

По предложенной методике расчета были получены результаты, достоверность которых возможно проверить при помощи компьютерного моделирования технологического процесса.

Для проведения компьютерного моделирования использован программный комплекс QForm 7. Исходные данные, такие как 3D-модели заготовки и инструмента, подготовлены в SolidWorks 2013. В программном комплексе QForm 7 выбран материал

заготовки (сталь 20), температура заготовки и инструмента (20 °С), смазка (на оправку наносят консистентную смазку на основе графита, заготовка покрыта фосфатом и мыльным раствором), а также максимальный размер элемента наносимой на заготовку конечно-элементной сетки (оптимальный размер элемента выбран 0,8 мм) (рис. 1, 2).

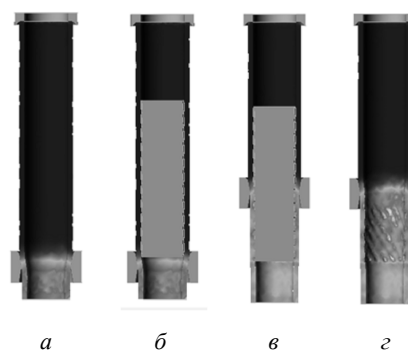


Рис. 1. Моделирование технологического процесса редуцирования трубной заготовки в программной среде QForm 7: а – получение буртика; б – установка оправки с многозаходными спиральными выступами; в – редуцирование трубной заготовки с оправкой; з – трубная заготовка с внутренними спиральными рифлениями после 1-го перехода 1-го редуцирования

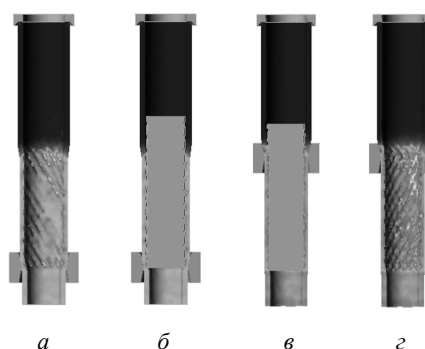
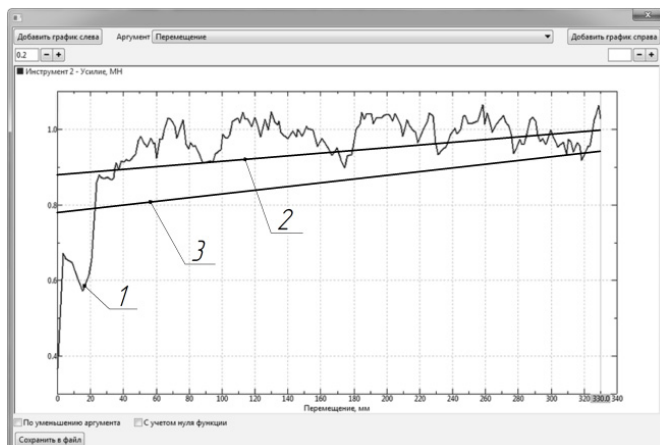


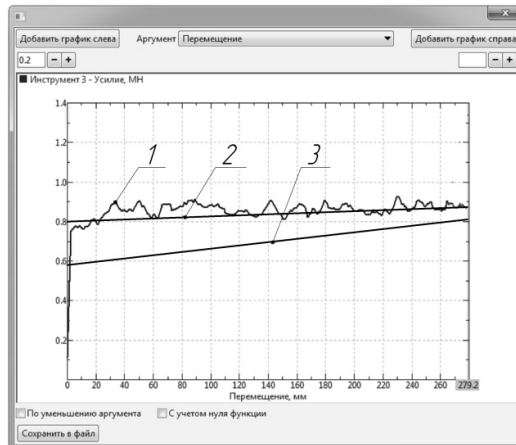
Рис. 2. Моделирование технологического процесса редуцирования трубной заготовки в программной среде QForm 7: а – получение буртика; б – установка оправки с многозаходными спиральными выступами встречного направления; в – редуцирование трубной заготовки с оправкой; з – трубная заготовка с внутренними спиральными рифлениями после 1-го перехода 2-го редуцирования

Полученные результаты моделирования технологического процесса редуцирования трубной заготовки были сопоставлены с результатами, получен-

ными в ходе расчетов по предложенной методике (рис. 3, а, б).



а



б

Рис. 3. График зависимости технологического усилия от длины деформируемой заготовки: а – 1-е редуцирование; б – 2-е редуцирование: 1 – график, полученный автоматически в программном комплексе QForm 7; 2 – аппроксимированный график, полученный в программном комплексе QForm 7; 3 – график, построенный по результатам, полученным по предложенной методике

Как видно из графиков, технологическое усилие, которое определено по предложенной методике расчетов, отличается от результатов, полученных в ходе компьютерного моделирования в пределах 15 %. Такое расхождение результатов является незначительным для инженерных расчетов и подтверждает адекватность предложенной методики.

Библиографические ссылки

1. Пат. РФ №113189 МПК В21J5/12 Устройство изготовления деталей с внутренними спиральными рифлями / Михайлов Ю. О., Дресвянников Д. Г., Князев С. Н. ; опубл. 10.02.2012.
2. Михайлов Ю. О., Дресвянников Д. Г., Князев С. Н. Способ получения трубчатых заготовок с нарезками // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 1. – 81 с.

* * *

S. N. Knyazev, Post-graduate, Kalashnikov ISTU

Yu. O. Mikhailov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

D. G. Dresvyannikov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

Mathematical and computer modeling of the reduction process for tubular part with mandrel

Computer modeling of the reduction process for tubular parts with mandrel allowed getting away from the traditional method of "trial and error" during the experiment. The results of computer simulation confirmed the adequacy of the proposed method for calculation of technological stress.

Keywords: mandrel, technological stress, reduction, tubular parts, QForm 7.

Получено: 11.02.15