

УДК 621.73.06-52

Рагулин В. А.  
Молодов А. В.  
Филиппов Ю. К.  
Гневашев Д. А.  
Кругина Е. В.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОЦЕССА ВЫДАВЛИВАНИЯ ПОЛЫХ ПОЛУСФЕРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ С ФЛАНЦЕМ

В современном производстве, когда закупка экспериментального инструмента и оборудования становится крайне невыгодной, важнейшую роль играет теоретическое моделирование методом конечно-элементного анализа [1–3]. Такой анализ показывает все интересующие инженера характеристики при разработке новых технологических процессов [2–3].

В данной работе исследованию подвергается комбинированный процесс выдавливания полых полусферических деталей с фланцем конечно-элементной системой QForm-2D.

Целью работы является разработка и исследование различных технологических процессов штамповки полусферической детали с фланцем с заданной конфигурацией и геометрическими размерами.

На рис. 1 показана исследуемая деталь «корпус шаровой опоры». Детали такого типа изготавливаются для автомобильной промышленности, где потребность в них достигает 2...3 млн шт в год. Для шаровой опоры подвески автомобиля с целью обеспечения конкурентоспособности изготовления изделий необходимо снижать себестоимость за счет внедрения новых технических решений [4–6].

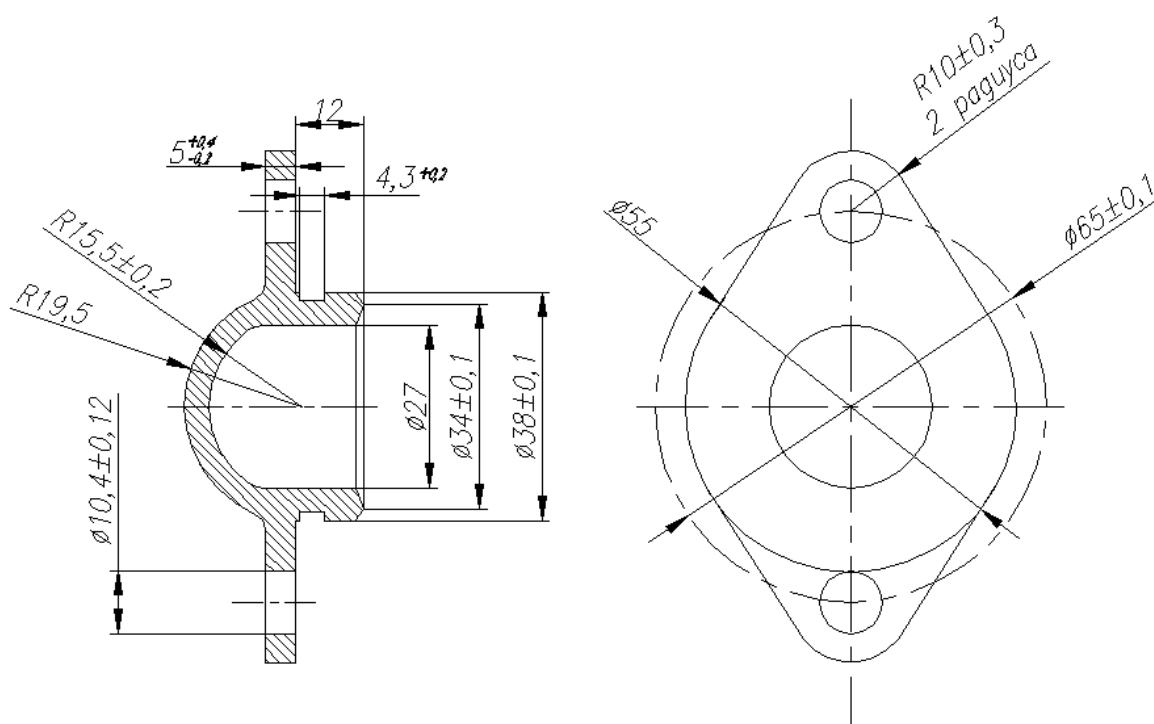
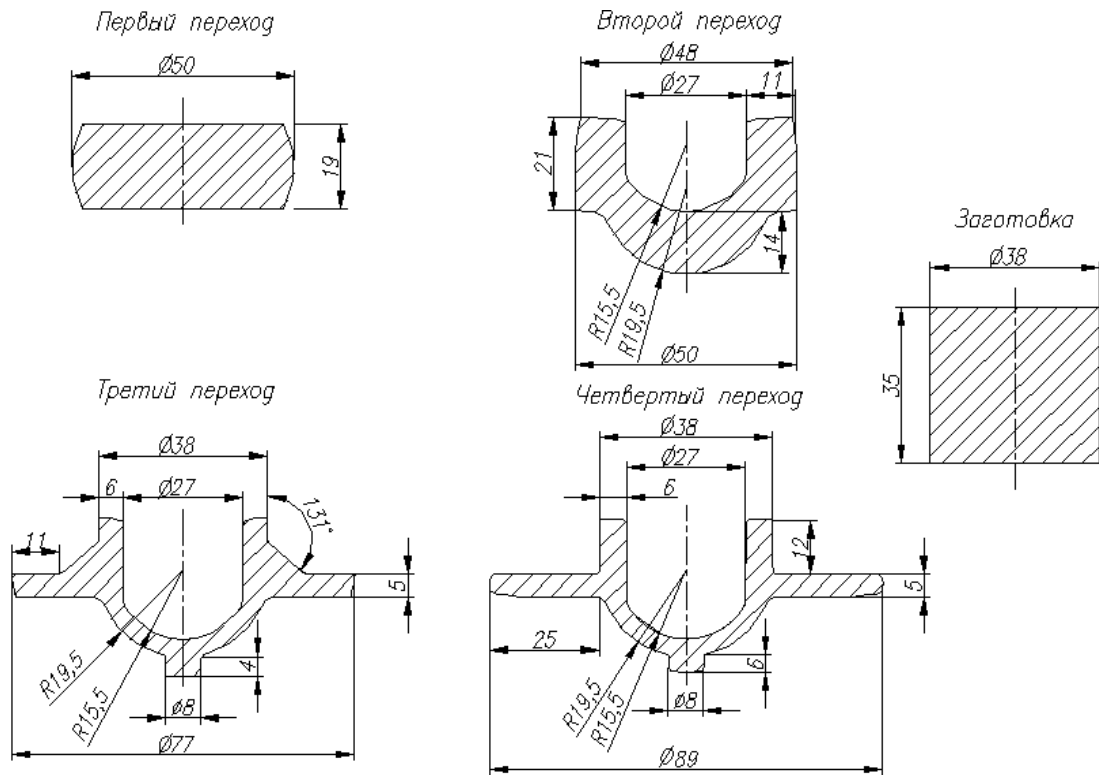


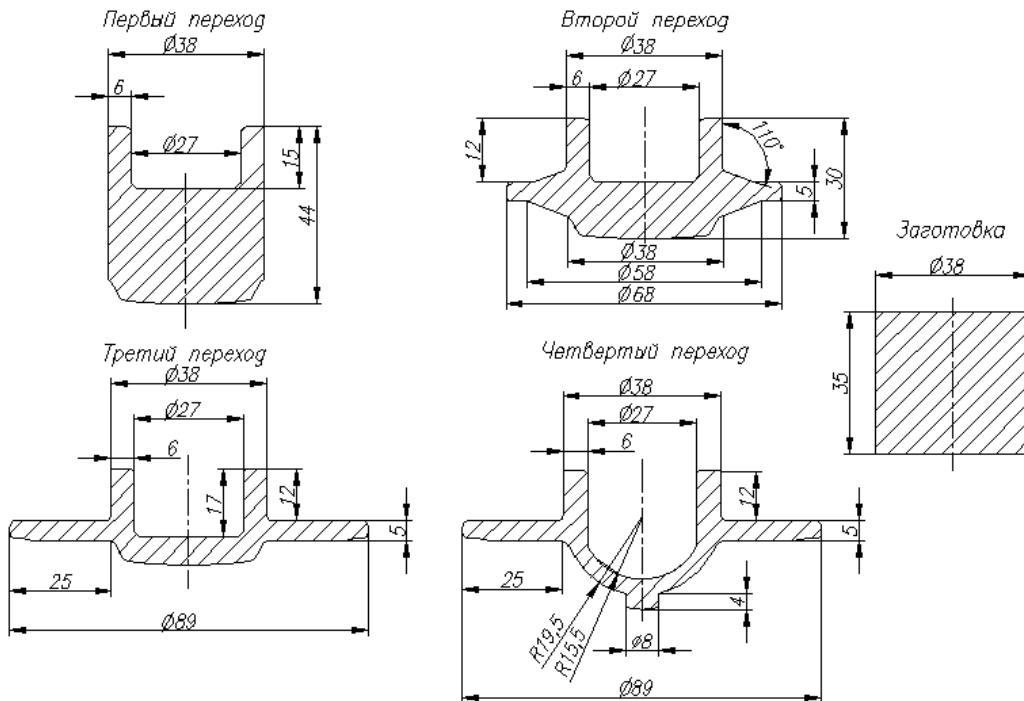
Рис. 1. Чертёж детали «корпус шаровой опоры»

На рис. 2, а, б показаны исследуемые технологические процессы получения заданной детали. В первом случае (рис. 2, а) начальное формообразование получает коническая часть заготовки, а во втором (рис. 2, б) фланец детали. Конечный результат двух исследуемых технологий абсолютно одинаков, не выходит за рамки заданной геометрии и допускаемых размеров.

Исходя из полученных технологических процессов, переносим параметры технологических переходов в конечно-элементную систему QForm-2D. Это позволит отыскать такие значения деформации и кинематику течения металла при равной толщине стенки и дна, при которых работа деформирования будет наименьшей, а так же позволит оценить физико-механическое состояние деформируемого металла в каждой точке очага деформации.



а



б

Рис. 2. Варианты технологического процесса получения детали «корпус шаровой опоры»

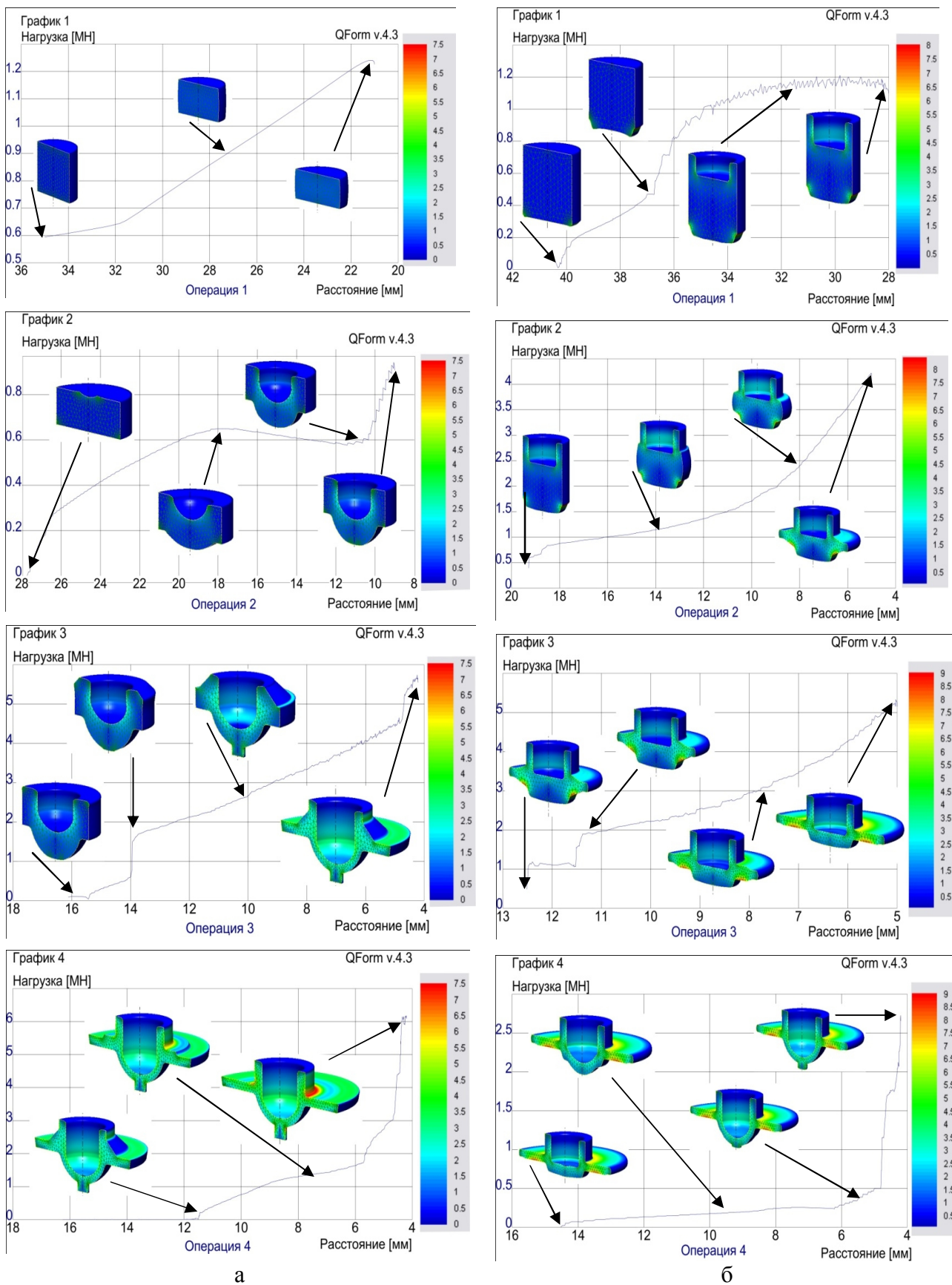


Рис. 3. Варианты моделирования процессов штамповки

На рис. 3, а показаны результаты моделирования технологического процесса, где в первую очередь из цилиндрической заготовки формируется полусфера. Такая технология состоит из четырёх переходов: осадка заготовки, прямое выдавливание полусферы,

комбинированное выдавливание, высадка фланца. Материал заготовки сталь 10, коэффициент трения 0,1, температура окружающей среды и заготовки на каждом переходе 20 °С. Деформация производится в механическом прессе усилием 6,3 МН.

Отметим такие важные показатели, как: максимальное усилие, требующееся для данного технологического процесса, равное 6,1 МН, а так же максимальная степень деформации равная 7,5. Эти показатели потребуются в дальнейшем для выбора наиболее выгодного, с точки зрения серийного производства, технологического процесса.

На рис. 3, б показаны результаты моделирования технологического процесса, где в первую очередь формируется фланец детали, а полусферическая форма выдавливается в последнюю очередь. Такая технология состоит из четырёх переходов: калибровка отверстия, комбинированное выдавливание, высадка фланца, выдавливание полусферы. Материал заготовки сталь 10, коэффициент трения 0,1, температура окружающей среды и заготовки на каждом переходе 20 °С. Деформация производится в механическом прессе усилием 6,3 МН.

### ВЫВОДЫ

Как показывают результаты моделирования, при практически равных показателях (максимальное усилие 6,1 и 5,1 МН, степень деформации 7,5 и 8,2), для получения детали «корпус шаровой опоры» в условиях серийного производства лучше всего использовать технологию, показанную на рис. 3, б. Такие выводы исходят из формообразования полусферической части детали. Выдавливая полусферу на последнем переходе, мы, тем самым, получаем строго заданные чертёжные размеры, без дополнительных усилий на калибровку изделия.

При применении технологии, приведенной на рис. 3, а, строгий размер полусферы может измениться во время комбинированного выдавливания, что повлечёт за собой повышение усилия штамповки на последующих переходах, а так же быстрый износ формообразующего инструмента. Принцип такой технологии подойдёт для получения полых полусферических деталей без фланца.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Холодная объемная штамповка в автомобилестроении / Головин В. А., Филиппов Ю. К., Головина З. С., Игнатенко В. Н., Рагулин А. А. – М. : МАМИ, 2008. – 154 с.
2. Гуменюк Ю. И. Применение перестроения сетки при конечноэлементном моделировании процесса холодного продольного выдавливания / Ю. И. Гуменюк, С. В. Даниленко, Д. В. Усманов // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : темат. зб. наук. праць. – Краматорськ : ДДМА, 2004. – С. 235–240.
3. Алиева Л. И. Исследование процессов радиального выдавливания методом конечных элементов / Л. И. Алиева, Я. Г. Жбанков, П. Абхари // Обработка металлов давлением : сб. науч. Трудов. – Краматорск : ДГМА, 2009. – № 1 (20). – С. 19–24.
4. Филиппов Ю. К. Влияние упрочнения на пластичность металла при обработке поверхностным пластическим деформированием / Ю. К. Филиппов, Н. Н. Беззубов, Т. С. Басюк // Интенсивность производства и повышение качества изделий поверхностным пластическим деформированием. – Тольятти, 1989.
5. Миропольский Ю. А. Особенности технологии холодной объемной штамповки на многопозиционных автоматах / Ю. А. Миропольский, Ю. К. Филиппов, Н. Д. Павлов // Машины и автоматизация кузнечно-штамповочного производства. – М. : ВЗМИ, 1988. – С. 159–165.
6. А. с. СССР № 1648598. Способ изготовления полых деталей / Филиппов Ю. К. и др. Опубл. 15.01.1991.

Филиппов Ю. К. – д-р техн. наук, проф. МГТУ «МАМИ»;

Рагулин А. В. – канд. техн. наук МГТУ «МАМИ»;

Гневашев Д. А. – канд. техн. наук МГТУ «МАМИ»;

Молодов А. В. – аспирант МГТУ «МАМИ»;

Крутина Е. В. – канд. техн. наук МГТУ «МАМИ».

МГТУ «МАМИ» – Московский государственный технический университет «МАМИ», г. Москва.

E-mail: [odinokiy-cherniy-kot@yandex.ru](mailto:odinokiy-cherniy-kot@yandex.ru)