

УДК 621.73.06-52

Филиппов Ю. К.
Рагулин А. В.
Игнатенко В. Н.
Молодов А. В.
Федосов Д. А.

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРШНЯ ТОРМОЗНОГО ЦИЛИНДРА ПРИ ХОЛОДНОМ КОМБИНИРОВАННОМ ВЫДАВЛИВАНИИ

В современном производстве, когда закупка экспериментального инструмента и оборудования становится крайне невыгодной, важнейшую роль играет теоретическое моделирование методом конечно-элементного анализа [1, 2]. Такой анализ показывает все интересующие инженера характеристики при разработке новых технологических процессов. Как показывает практика, при производстве изделий, процесс, которых был рассчитан на ЭВМ конечно-элементной системой, не отличается от действительного [3].

Целью данной работы является сравнение технологических процессов изготовления детали «поршень тормозного цилиндра» с применением холодного комбинированного выдавливания. Для моделирования процессов холодной объемной штамповки используется конечно-элементная среда QForm-2D.

На рис. 1 показана деталь «поршень тормозного цилиндра» для автомобиля ВАЗ-2121. Поршень представляет собой ступенчатую осесимметричную деталь с наружным отроостком, имеющую внутреннюю цилиндрическую полость. Поршень служит для передачи давления тормозной жидкости через рычажную систему тормозным колодкам. Объем производства данных деталей в автомобильной промышленности составляет 2...3 млн в год.

На рис. 2 представлены предлагаемые варианты изготовления детали «поршень тормозного цилиндра». Разработанная конструкция позволяет снизить вес детали за счет уменьшения объема металла, что приводит к экономии материала. Для изготовления рассматриваемого изделия лучше всего подходит процесс холодного комбинированного выдавливания, т. к. такой процесс позволяет получать детали с точными геометрическими размерами, а так же способствует сокращению, а порой и исключению последующего этап механической обработки. За счет таких решений значительно сокращаются финансовые и временные затраты на изготовление данной детали [4]. Разработанная конструкция соблюдает все технические требования к готовой детали, а так же сохраняет все важные размеры, заданные конструкторами ОАО «АвтоВаз».

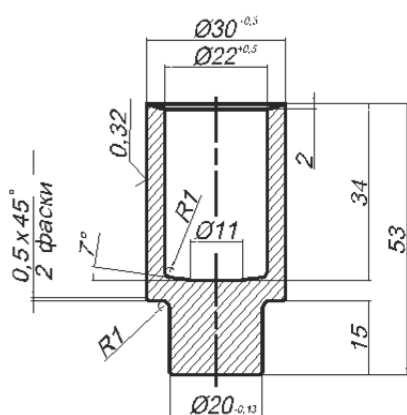


Рис. 1. Чертеж детали «поршень тормозного цилиндра»

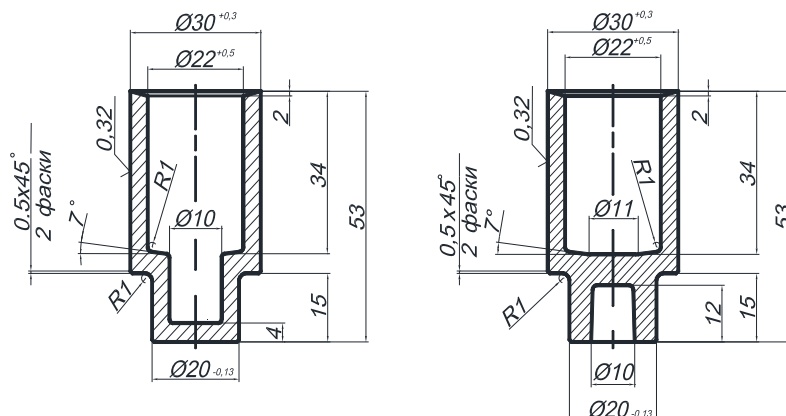


Рис. 2. Чертежи предлагаемой конструкции детали

На рис. 3 показан чертеж разработанных технологических процессов получения детали «поршень тормозного цилиндра». На первом переходе из заготовки диаметром 26 мм в верхней части полуфабриката образуется «юбка» высотой 12 мм, а в нижней части формируется наметка для точного позиционирования заготовки на последующем переходе. Первый переход одинаков для всех вариантов изготовления детали.

На втором переходе технологического процесса происходит комбинированное выдавливание деформируемого металла в матрицу. В обоих случаях, в процессе формообразования детали, в отрезке поршня образуется дополнительная цилиндрическая полость диаметром 10 мм, различие только в её положении (снаружи или внутри детали).

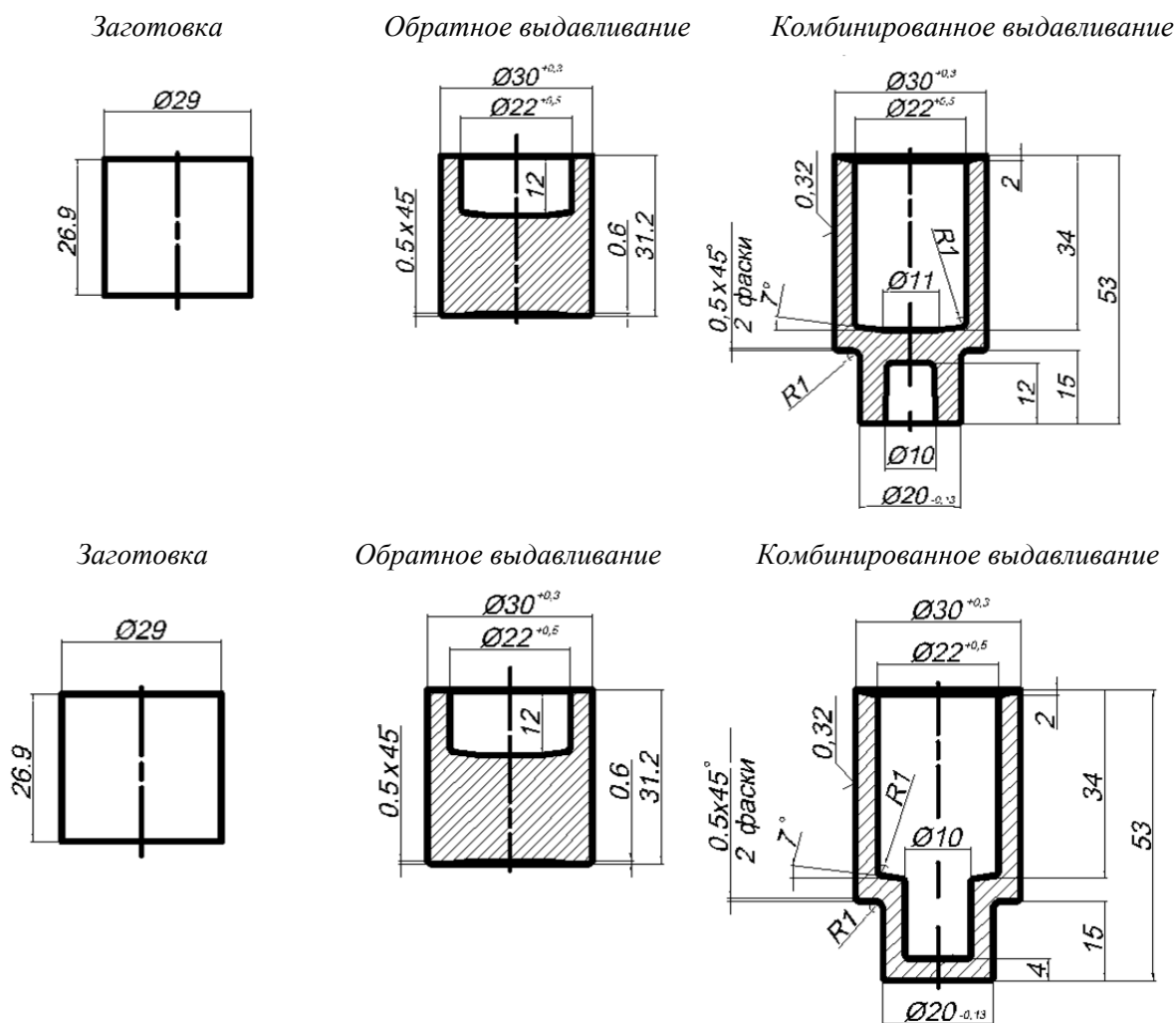


Рис. 3. Технологические переходы изготовления детали «поршень тормозного цилиндра»

Следующий этап требует переноса параметров технологических переходов в конечно-элементную систему QForm-2D. Это позволит отыскать такие значения деформации и кинематики течения металла, при которых работа деформирования будет наименьшей. QForm-2D так же позволяет оценить физико-механическое состояние деформируемого металла в каждой точке очага деформации.

Параметры моделирования: материал заготовки сталь 10, коэффициент трения 0,3, температура окружающей среды и заготовки на каждом переходе 20°C . Деформация производится в механическом прессе силой 4000 кН.

На рис. 4 показаны графики зависимости «сила-путь» при моделировании разработанных технологических процессов получения детали «поршень тормозного цилиндра». Максимальная сила для первого технологического перехода составляет 1600 кН (рис. 4, а).

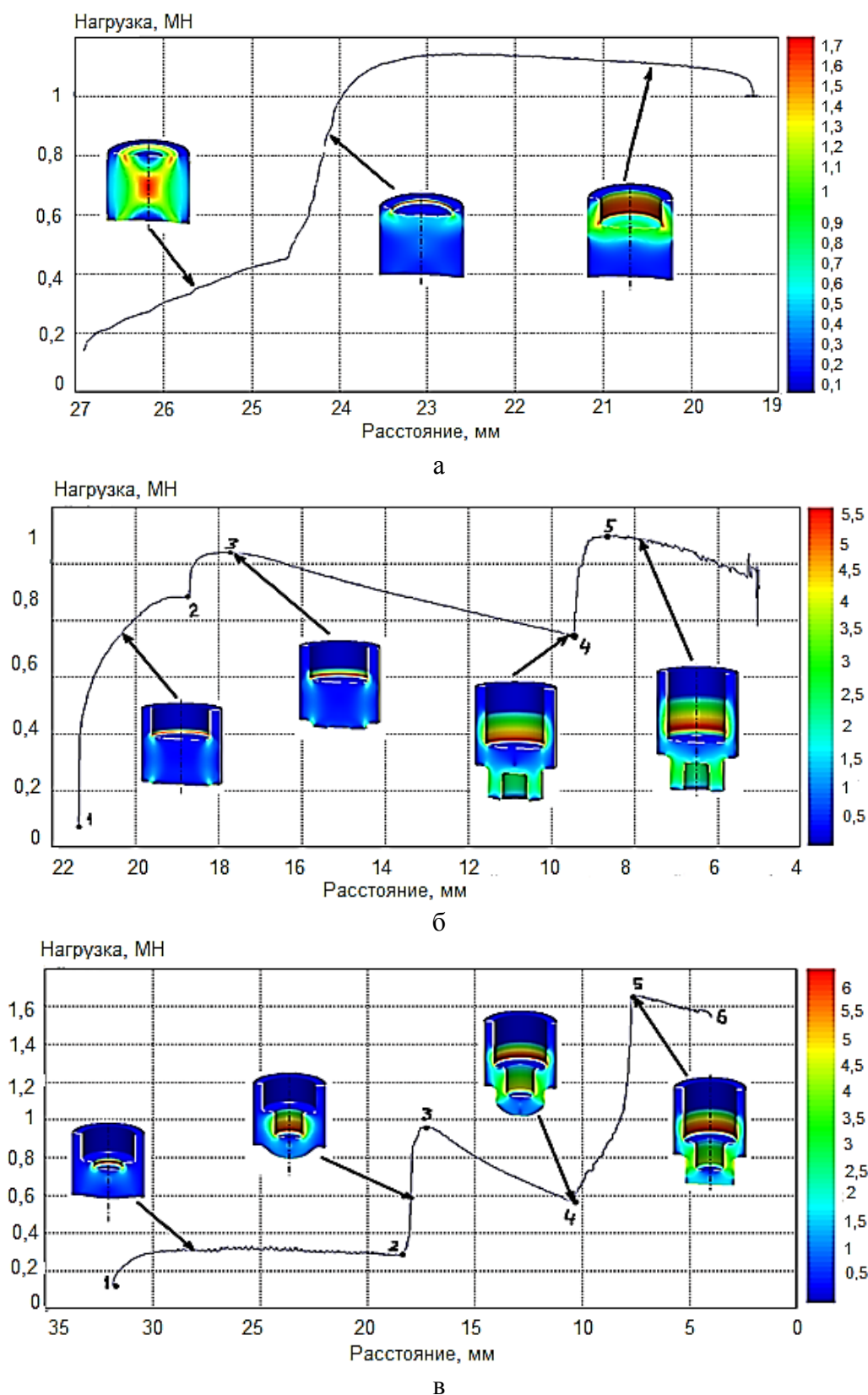


Рис. 4. Графики зависимости «сила-путь»

Для второго перехода одного из рассматриваемых вариантов (рис. 4, б) характерны скачкообразные изменения графика зависимости «сила-путь» в процессе комбинированного выдавливания. Отрезок 1–2 показывает начало формирования цилиндрического отрезка поршня. На отрезке 2–3 происходит значительное увеличение технологической силы за счет перераспределения направления течения металла. На отрезке 3–4 прекращается обратное выдавливание «юбки» детали; процесс формообразования включает в себя только прямое

выдавливание цилиндрического отростка, за счет чего происходит плавное падение силы. Такой процесс длится до тех пор, пока деформируемый металл не заполнит всю нижнюю полость матрицы. Отрезок 4–5 показывает начало возобновления процесса обратного выдавливания «юбки» детали с сопутствующим увеличением технологической силы, за счет интенсивного перераспределения направления течения металла. Максимальная сила для данной операции составляет 1110 кН.

На рис. 4, в показан аналогичный характер изменения графика зависимости «сила-путь» для второго перехода технологического процесса изготовления детали «поршень тормозного цилиндра». Отрезок 1–2 характеризует прямое выдавливание отростка детали. На отрезке 2–3 прямое выдавливание переходит в комбинированное. Увеличение технологической силы происходит за счет добавления процесса обратного выдавливания «юбки» детали. Т. к. деформируемый металл течет по пути наименьшего сопротивления, то обратное выдавливание на отрезке 3–4 прекращается. Отрезок 4–5 показывает начало возобновления процесса обратного выдавливания. Максимальная сила для данной операции составляет 1650 кН.

ВЫВОДЫ

Проведенное моделирование технологических процессов показало возможность внедрения в производство любого из вышеприведенных вариантов формообразования детали «поршень тормозного цилиндра». Полученные графики «сила-путь» показали, что формообразование детали, показанное на рис. 4, б, более предпочтительное, т. к. диапазон изменения технологической силы в процессе комбинированного выдавливания значительно меньше, чем в процессе комбинированного выдавливания, показанного на рис. 4, в. Однако, геометрия детали, приведенная на рис. 4, б, значительно усложняет конструкцию выталкивания детали из штамповой оснастки. С точки зрения серийного производства, более выгодной представляется технология на рис. 4, в. В качестве материала будущей детали можно использовать низкоуглеродистую сталь 10, т. к. при холодном комбинированном выдавливании сталь 10 по своим механическим свойствам близка к стали 40 [5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоров А. *Настоящее и будущее моделирования процессов обработки металлов давлением* / А. Сидоров // САПР и графика. – 2007. – № 10. – С. 78–80.
2. Биба Н. В. *QForm для университетов: синтез отечественной науки и образования [Электронный ресурс]* / Н. В. Биба // Наука и образование. – 2007. – № 10. – Режим доступа : <http://technomag.edu.ru/doc/68424.html>.
3. Иванов К. М. *Метод конечных элементов в технологических задачах ОМД : учебное пособие* / К. М. Иванов, В. С. Шевченко, Э. Е. Юргенсон. – С-Пб : Ин-ститут Машиностроения, 2000. – 217 с.
4. А. с. 1648598 СССР. *Способ изготовления полых деталей* / Филиппов Ю.К. и др. – Оpubл. 15.01.1991.
5. 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. – С. 45–50.

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

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

Игнатенко В. Н. – канд. техн. наук МГТУ «МАМИ»;

Молодов А. В. – аспирант МГТУ «МАМИ»;

Федосов Д. А. – студент МГТУ «МАМИ».

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

E-mail: kiod@mami.ru

Статья поступила в редакцию 09.03.2012 г.