

УДК 621.77.014

Молодов А. В.
Калпина Н. Ю.
Филиппов Ю. К.
Зайцев А. Г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ХОЛОДНОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ЭКСЦЕНТРИК

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

Одним из наиболее прогрессивных способом пластической обработки материалов на сегодняшний день является холодная объемная штамповка. При холодной объемной штамповке обработка материалов происходит в условиях холодной деформации, что неразрывно связано с упрочнением, благодаря которому физико-механические свойства и структура приобретают более высокие показатели и, в том числе, выдавливанием и высадкой.

Холодная объемная штамповка позволяет получать высокую точность деталей и хорошее качество поверхности, повышать надежность, износостойкость и долговечность деталей, снижать трудоемкость их изготовления и повысить производительность труда.

Внимание ученых и исследователей уделено теоретическому и экспериментальному определению зависимости силы деформирования при основных формоизменяющих операциях (осадке, высадке, боковом, прямом и обратном выдавливании) от величины деформации, профиля рабочей части инструмента и условий на его контакте, а также изучению напряженно-деформируемого состояния. Разработка прогрессивных технологических процессов с учетом качества получаемых деталей является актуальным в настоящее время [2].

Целью настоящей работы является разработка и исследование технологического процесса холодного комбинированного выдавливания детали с эксцентричным фланцем с заданной конфигурацией и геометрическими размерами. В данной работе исследование технологического процесса проводится с помощью конечно-элементной системы QForm 2D.

Исследуемой деталью является «эксцентрик» насоса высокого давления дизельного двигателя автомобиля. Детали такого типа изготавливаются для автомобильной промышленности, где потребность в них достигает 2–3 млн штук в год. Для изготовления детали эксцентрик с целью обеспечения конкурентоспособности необходимо снижать себестоимость изделия за счет внедрения новых технических решений [3].

При существующей технологии изготовления данная деталь получается механической обработкой резанием на станках с ЧПУ. Такая технология приводит к чрезмерному расходу металла (более 50 %) и увеличению времени на изготовление готового изделия.

Чертеж детали «эксцентрик» представляет полу цилиндрическую деталь с фланцевым эксцентриситетом (рис. 1). Наружные и внутренние размеры соответствуют допускам класса точности H14, js14 по ГОСТ 25347-82.

Для согласования размеров и энергосиловых параметров технологического процесса холодной объемной штамповки было проведено компьютерное моделирование переходов пластического деформирования методом конечных элементов.

Моделирование выдавливания по переходам штамповки выполняется с целью получения рекомендаций по выбору оптимальных условий проведения этих процессов.

Под оптимальными условиями следует понимать условия такого деформирования, в результате которого могут быть получены образцы или заготовки без дефектов с необходимым качеством формы детали (согласно чертежу детали).

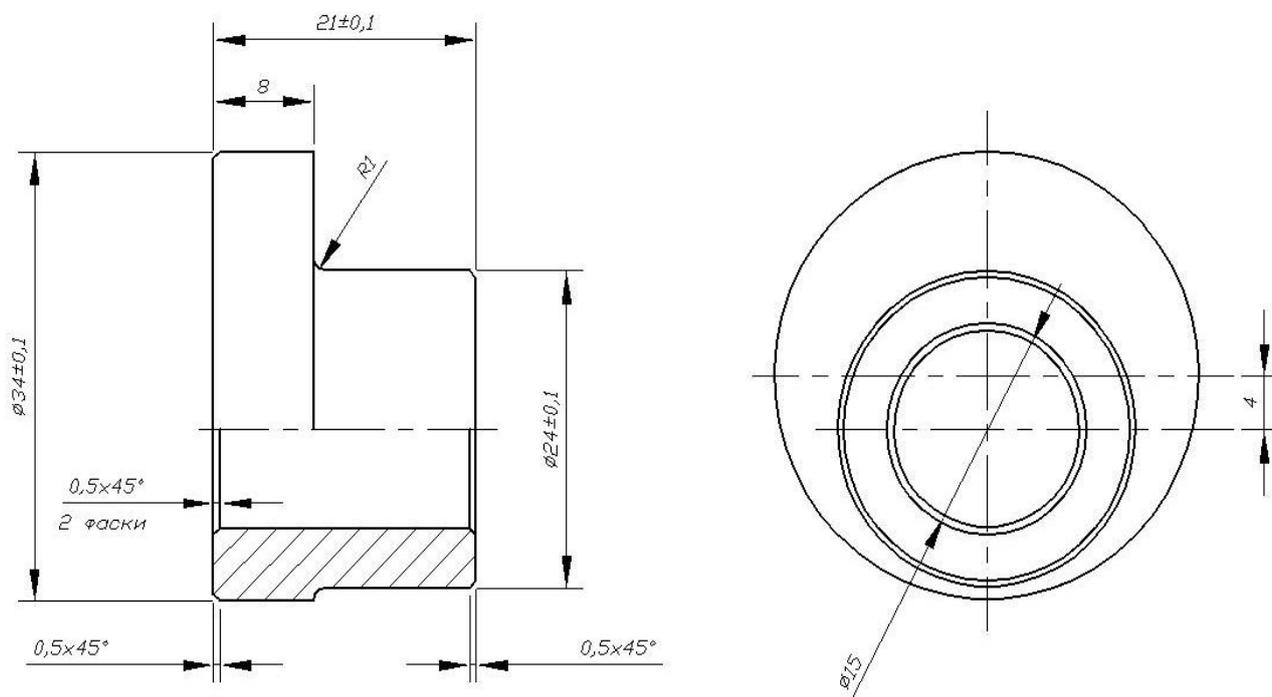


Рис. 1. Чертеж детали «эксцентрик» для насоса высокого давления дизельного двигателя

Критериями, определяющими выбор оптимального технологического процесса холодной объемной штамповки, являются величины технологических сил и деформации при формообразовании различных участков исследуемой детали, жестко связанные с механическими характеристиками применяемого материала.

На рис. 2 представлен разработанный процесс обратного и комбинированного выдавливания детали «эксцентрик». На первом технологическом переходе осуществляется отрезка заготовки из прутка диаметром 24 мм. На втором переходе при прямом выдавливании нижней части заготовки целесообразно формировать цилиндрическую полость пуансоном, находящимся в нижней части штамповой оснастки. Такой подход изначально дает возможность получения правильных геометрических размеров будущей детали без последующей механической обработки. На третьем переходе происходит предварительный набор объема металла в будущий фланец детали. На четвертом переходе происходит процесс комбинированного выдавливания, включающий в себя окончательное формообразование внешней поверхности детали с заданными геометрическими размерами. На последнем переходе происходит прошивка технологической перемычки.

На виртуальных моделях видно, что в процессе выдавливания наблюдается течение металла как в обратном, так и в прямом направлении. Оптимальным на данном переходе является неполное заполнение стержневой части заготовки одновременно с конечным формированием внутренней полости.

Исходя из геометрических данных, полученных при разработке технологического процесса, авторами была создана виртуальная модель процесса изготовления детали «эксцентрик» с помощью конечно-элементной системы QForm 3D. Исходными данными для моделирования условий протекания технологического процесса служили: материал заготовки – сталь 10; коэффициент трения – 0,1; температура окружающей среды, штампового инструмента и заготовки на каждом переходе – 20 °С. Технологическое оборудование – механический пресс силой 4,0 МН.

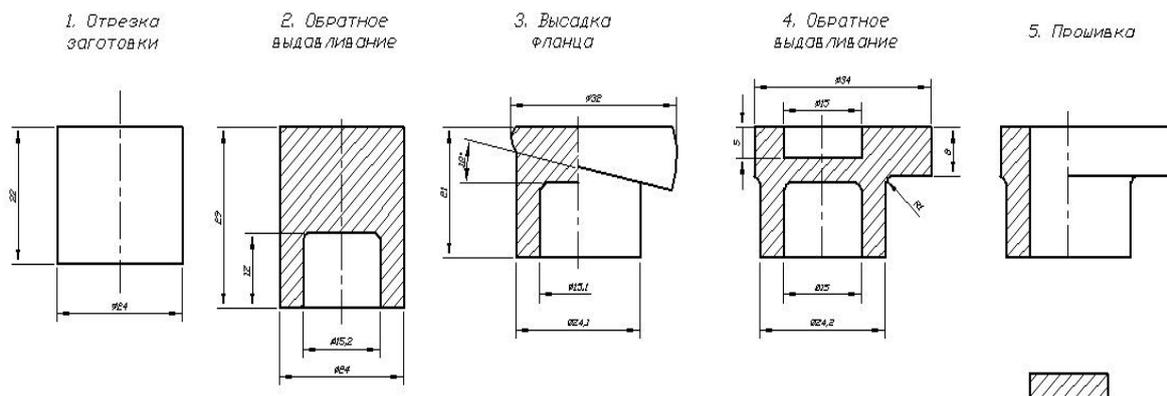


Рис. 2. Технологический процесс холодной объемной штамповки детали «эксцентрик»

Полученная модель (рис. 3) позволила отыскать такие значения деформации и кинематики течения металла в процессе холодного выдавливания детали «эксцентрик», при которых величина сил деформирования заготовки на всех переходах будет наименьшей, конечная деталь будет соответствовать заданным геометрическим параметрам и не иметь дефектов, возникающих в процессах холодного выдавливания [4].

ВЫВОДЫ

Предлагаемый технологический процесс холодного комбинированного выдавливания дает следующие преимущества по сравнению с действующим технологическим процессом получения детали методом резания: экономия используемого металла, более благоприятное формообразование геометрии детали, исключение типовых дефектов, возникающих в процессах холодной объемной штамповки (утяжины, прострелы, не полное заполнение полостей рабочего инструмента штамповой оснастки и т. д.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка технологического процесса холодной объемной штамповки полусферической детали «корпус шарового пальца» / Рагулин А. В., Молодов А. В., Калпина Н. Ю., Филиппов Ю. К., Кононов А. В. // *Материалы Междунар. науч.-техн. конф. Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ»*. – М. : МАМИ, 2010. – С. 132–136. – (Секция 6 «Машины и технологии заготовительного производства». Подсекция «МиТОМД»).
2. Молодов А. В. Разработка технологического процесса холодной объемной штамповки детали «корпус заряда» / А. В. Молодов // *Известия ТулГУ. Технические науки*. – Тула : Изд-во ТулГУ, 2011. – Вып. 5 : в 3 ч. Ч. 3. – С. 213–219.
3. Молодов А. В. Моделирование процессов холодного комбинированного выдавливания полусферических деталей с фланцем / А. В. Молодов, Ю. К. Филиппов // *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением*. – 2012. – № 5. – С. 27–30.
4. Сравнение технологических процессов изготовления поршня тормозного цилиндра при холодном комбинированном выдавливании / Филиппов Ю. К., Рагулин А. В., Игнатенко В. Н., Молодов А. В., Федосов Д. А. // *Обработка металлов давлением : сб. науч. тр.* – Краматорск : ДГМА, 2012. – № 2 (31). – С. 132–135.

Молодов А. В. – ст. преп. Университета машиностроения;
 Калпина Н. Ю. – канд. техн. наук, доц. Университета машиностроения;
 Филиппов Ю. К. – д-р техн., наук, проф. Университета машиностроения;
 Зайцев А. Г. – аспирант Университета машиностроения.

Университет машиностроения – Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), г. Москва, Россия.

E-mail: yulianf@mail.ru; molodov@mami.ru

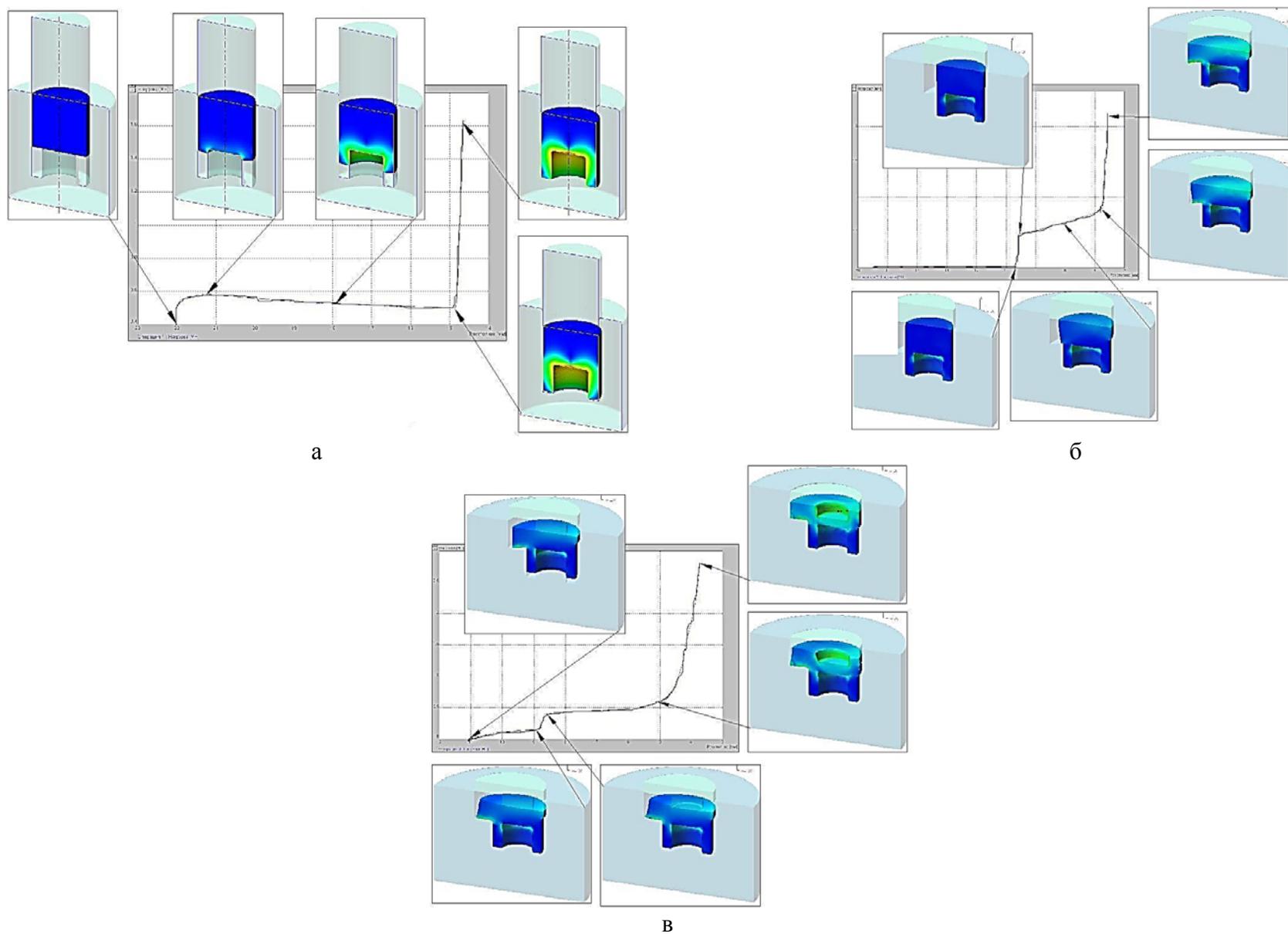


Рис. 3. Результаты моделирования в конечно-элементной программа QForm 3D:
 а – прямое выдавливание; б – радиальное выдавливание; в – комбинированное выдавливание