

осевых напряжений σ_z на пуансоне показано на рисунке 10, где максимальное значение по абсолютной величине на оси составило 1900 МПа. Распределение напряжений на рабочей поверхности инструмента позволяет выбрать материал для пуансонов и количество бандажной матрицы.

Было проведено экспериментальное исследование выдавливания полостей матриц в условиях действия противодействия на гидравлическом прессе ПО443 усилием 20 МН. На рисунке 11а показан мастер-пуансон. Заготовки полостей матриц из стали Р6М5, полученные ХВ с противодействием, приведены на рисунке 11б.

Выводы

Инженерным методом с учетом трения и упрочнения получены зависимости для расчета напряжений на контактных поверхностях заготовки и инструмента, усилия выдавливания полостей сферическим пуансоном.

Компьютерным моделированием методом конечных элементов проведены численные эксперименты на примере выдавливания сферическим пуансоном полости в заготовке из стали Р6М5 в условиях действия противодействия. Установлено необходимое максимальное противодействие, которое обеспечивает выдавливание без разрушения, усилие процесса, распределение напряжений на деформирующем инструменте, напряженно-деформированное состояние и степень использования ресурса пластичности металла, а также конечные размеры полученных изделий.

Проведено экспериментальное выдавливание полостей сферическим пуансоном в заготовках из стали Р6М5.

Литература

1. Хыбемяги А.И. Выдавливание точных заготовок деталей штампов и пресс-форм / А.И. Хыбемяги., П.С. Лернер; - М.: Машиностроение, 1986. – 150 с.
2. Береснев Б. И. Некоторые вопросы больших пластических деформаций металлов при высоких давлениях / Б.И. Береснев, Л.Ф. Верещагин, Ю.Н. Рябинин и др. - М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 80 с.
3. Пью Х.Л. Механические свойства материалов под высоким давлением / Под ред. Пью Х.Л. Том 1. - М.: Изд-во «Мир», 1973. – 296 с.
4. Уральский В. И. Деформации металлов жидкостью высокого давления / В.И. Уральский, В.С. Плахотин, Н.И. Шефтель и др. - М.: Металлургия, 1976. – 423 с.
5. Белошенко В. А. Теория и практика гидроэкструзии. / В.А. Белошенко., В.Н. Варюхин, В.З. Спусканюк. - К.: Наукова думка, 2007. – 246 с.
6. Калюжный В.Л. Проблемы повышения стойкости чеканочных штампов // В.Л. Калюжный, В.А. Маковей, Н.П. Стародуб и др. //Обработка материалов давлением: сб. науч. трудов, - Краматорск: ДГМА, 2008. - №1(19). С. – 316-323.
7. Калюжный В.Л. Холодное выдавливание ступенчатых полостей прессформ из стали 12ХН3А в условиях действия дифференцированного противодействия на заготовку / В.Л. Калюжный, В.В. Пиманов //Вестник НТУ «ХПИ», Харьков. – 46'2011. С. – 34-41.
8. Степанский Л.Г. Расчёты процессов обработки металлов давлением. / Степанский Л.Г. - М: Машиностроение, 1979.– 215 с.
9. Сторожев М.В. Теория обработки металлов давлением. / М.В.Сторожев, Е.А Попов.- М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.

Технология высадки детали с прямоугольной в плане головкой и радиусами закругления

Глазунов Д.А., Калпин Ю.Г. Филиппов Ю.К., Молодов А.В.
Университет машиностроения

Аннотация. Исследованию подвергается процесс высадки детали с прямоугольной в плане головкой. Проводится моделирование процессов комбинированной высадки прямоугольной головки болта. Для моделирования используется

конечно-элементная система Q-Form 3D. Приводятся исходные данные и результаты моделирования.

Ключевые слова: Холодная объемная штамповка, высадка стержневых деталей с прямоугольной головкой, холодная высадка, расчет холодной высадки.

Введение

Насущные требования по снижению отходов металла, энергоемкости, повышению производительности на основе эффективного использования оборудования при производстве клеммных болтов железнодорожного полотна могут быть реализованы путем применения малоотходных и безотходных технологий [4-10].

Постановка задачи. Производство указанных деталей в настоящее время осуществляется на непроизводительных, конструктивно сложных и трудоемких в наладке, обслуживании и ремонте автоматических линиях с использованием устаревших технологий (комбинированные методы горячей и холодной штамповки), с большими энергозатратами и высоким отходом металла. В состав автоматической линии по производству болтов входят правильно-разматывающее устройство, отрезной пресс, установка индукционного нагрева, горячевысадочный автомат, установка для охлаждения, два транспортера, дробеметная установка для очистки окалины, фаскоподрезные автоматы. Обслуживают автоматическую линию 15 человек. Занимает она значительную производственную площадь. Кроме того, готовые болты имеют невысокую прочность и точность размеров.

На основе анализа формы и размеров клеммного болта и процессов холодной объемной штамповки разработан технологический процесс производства клеммного болта на автоматах для холодной объемной штамповки. При разработке технологических процессов холодной объемной штамповки такого типа болтов основная сложность заключается в нетрадиционной, прямоугольной в плане формой их головки.

Предлагаемый технологический процесс штамповки клеммного болта на четырехпозиционном холодновысадочном автомате состоит из следующих операций: предварительная высадка головки с коническим набором, высадка в цилиндрической полости пуансона, высадка головки болта в матрице с полостью прямоугольной формы, объемная калибровка головки болта. Накатка резьбы на стержне болта осуществляется на резьбонакатном устройстве самого автомата.

Для экспериментальной проверки разработанной технологии на гидравлическом прессе модели ПО-54 усилием 20000 кН изготовлен инструмент и устройство, имитирующее условия работы на многопозиционном автомате.

Высадка деталей с прямоугольной в плане головкой требует значительных удельных усилий – намного выше, чем высадка круглых головок. При этом отмечено, что наибольшее влияние на усилие оказывает величина радиуса закругления головки. В то же время прямоугольный пуансон подвергается интенсивному износу, и именно угловые его элементы изнашиваются в первую очередь. А силовой режим высадки таких деталей еще недостаточно изучен. Разработка методики определения нагрузок на инструмент в зависимости от радиуса закругления в угловых элементах поковки является актуальной задачей.

Такой анализ показывает все интересующие инженера характеристики при разработке новых технологических процессов. Как показывает практика, при производстве изделий, процесс изготовления которых был рассчитан на ЭВМ конечно-элементной системой, не отличается от действительного.

В данной работе исследованию подвергается процесс высадки стержневых деталей с прямоугольной в плане головкой конечно-элементной системой Q-Form 3D. Целью работы является разработка и исследование технологических процессов штамповки стержневых деталей с прямоугольной в плане головкой с заданной конфигурацией и геометрическими размерами.

На рисунке 1 показана исследуемая деталь «клеммный болт». Детали такого типа изготавливаются для железнодорожной промышленности, где потребность в них достигает 2...3 млн. штук в год. Для рельсового полотна железной дороги для изготовления изделий необ-

ходимо снизить себестоимость за счет внедрения новых технических решений.

На рисунке 2 показаны исследуемые технологические процессы получения заданной детали.

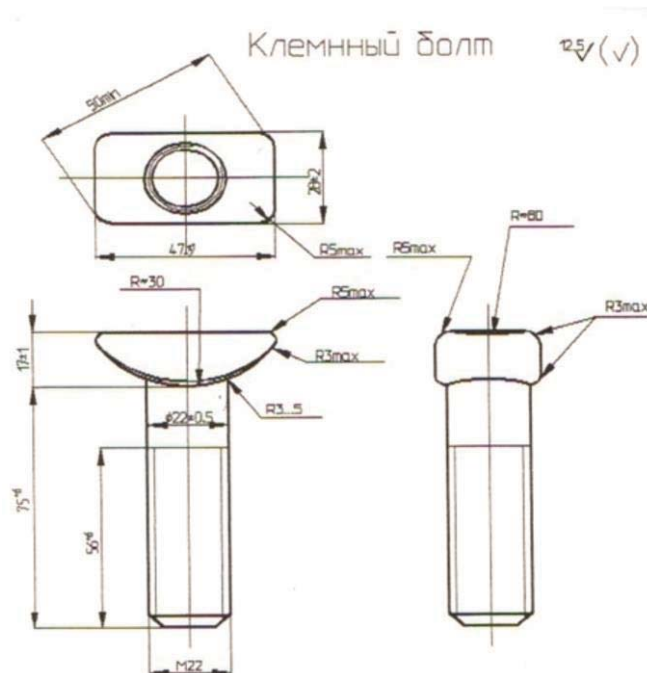


Рисунок 1. Чертеж детали «Клеммный болт»

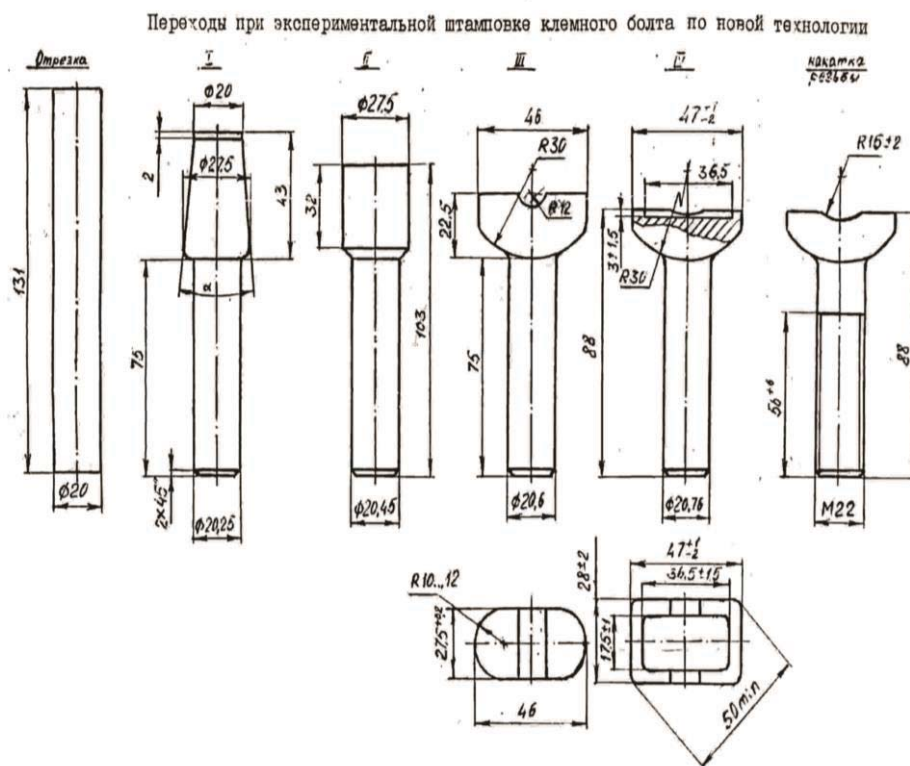


Рисунок 2. Технология штамповки клеммного болта

Исходя из полученных технологических процессов переносим параметры технологических переходов в конечно-элементную систему Q-Form 3D. Это позволит отыскать такие значения деформации и кинематики течения металла на каждой технологической операции, при которых работа деформирования будет наименьшей, а также позволит оценить физико-механическое состояние деформируемого металла в каждой точке очага деформации.

На рисунках 3,4,5 показаны результаты моделирования технологического процесса, где в первую очередь из стержневой заготовки формируется стержневая деталь с прямоугольной

в плане головкой. Такая технология состоит пяти переходов: предварительная высадка головки с коническим набором, высадка в цилиндрической полости пуансона, высадка головки болта в матрице с полостью прямоугольной формы, объемная калибровка головки болта. Материал заготовки сталь 10, коэффициент трения 0,09, температура окружающей среды и заготовки на каждом переходе 20°C. Деформация производится в механическом прессе усилием 10 МН.

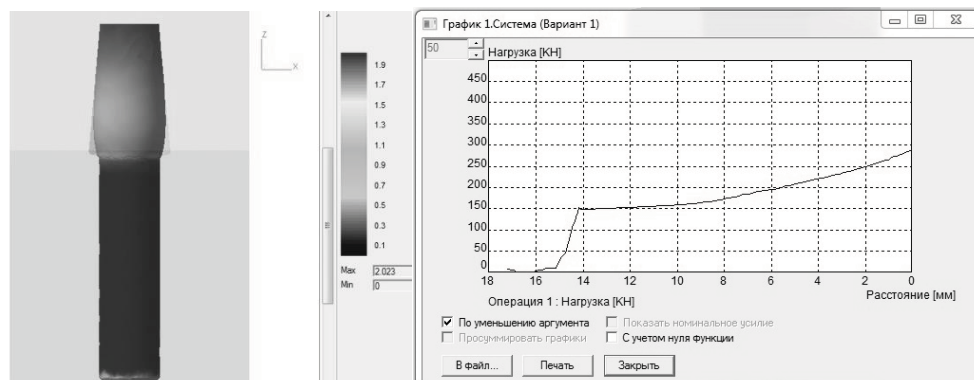


Рисунок 3. Первый переход, график силы

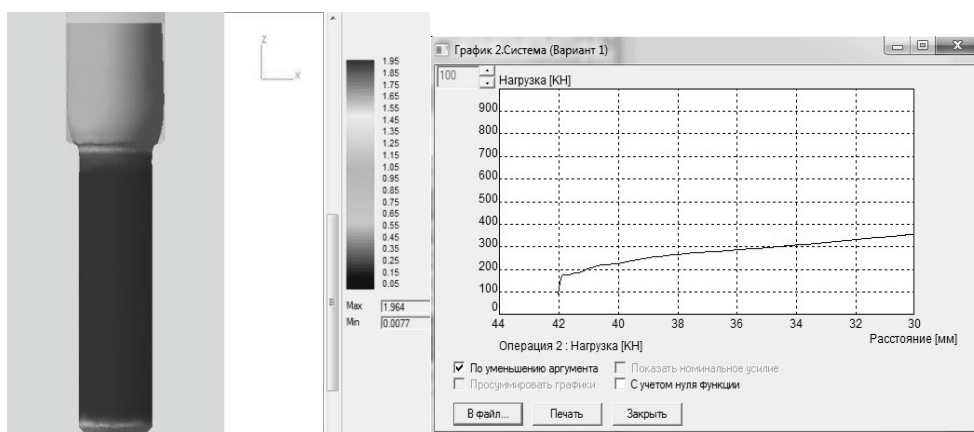


Рисунок 4. Второй переход, график силы

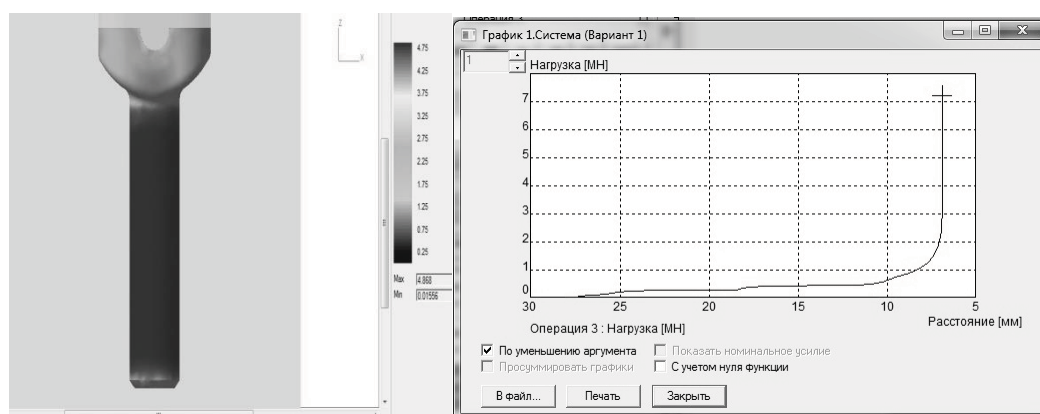


Рисунок 5. Третий переход, график силы

Высадка деталей с прямоугольной в плане головкой (3-я операция рекомендуемого технологического процесса штамповки болтов на автомате) требует значительных удельных усилий: намного выше, чем высадка круглых головок. При этом отметим, что наибольшее влияние на усилие оказывает величина радиуса закругления головки. В то же время прямоугольный пуансон подвергается интенсивному износу, а именно: угловые его элементы изнашиваются в первую очередь.

При экспериментальной проверке предлагаемого технологического процесса штамповки болтов регистрировались максимальные технологические усилия и вычислялись максимальные удельные нагрузки на инструмент, которые составляют:

№ операции	Сила (кН)
1	308
2	374
3	1863

Выводы

Как показывают результаты моделирования, при равных показателях с экспериментальными (максимальное усилие 7 МН, степень деформации 4,75) для получения детали «клеммный болт» в условиях серийного производства описанная технология применима и может быть использована. Такие выводы вытекают из формообразования 3 перехода. Высаживая прямоугольную в плане головку, получаем деталь с заполненными металлом радиусами.

Литература

1. Калпин Ю.Г., Филиппов Ю.К., Гипп Л.Б. Высадка стержневых деталей с прямоугольной в плане головкой - Механика деформированного тела и обработка металлов давлением, 2000г
2. Холодная объемная штамповка. Справочник / Под ред. Г.А. Навроцкого, В.А.Головина, А.Ф.Нистратова. М.: ВМашиностроение, 1973. 496 с.
3. Миропольский Ю.А., Филиппов Ю.К., Павлов Н.Д. Особенности технологии холодной объемной штамповки на многопозиционных автоматах. //Машины и автоматизация кузнечно-штамповочного производства. ВЗМИ. М.; 1988. С. 159-165.
- Типалин С.А. Экспериментальное исследование процесса выдавливания технологической канавки в оцинкованной полосе / Известия МГТУ «МАМИ» 2012. Т.2 .№2. С.208-213.
5. Филиппов Ю.К., Игнатенко В.Н., Головина З.С., Рагулин А.В., Анюхин А.С., Гневашев Д.А. Экспериментальное исследование течения металла при комбинированном процессе радиального и обратного выдавливания в конической матрице /Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2011. № 9. С. 33-35.
6. Петров М.А., Петров П.А., Калпин Ю.Г. Численное исследование трения при высадке с радиальным выдавливанием деталей типа «Стержень с утолщением» из алюминиевого сплава АД1. / Известия МГТУ «МАМИ» 2012. Т.1 .№1. С.200-210.
7. Соболев Я.А., Филиппов Ю.К., Рагулин А.В., Молодов А.В. Исследование различных типов смазки при холодном обратном выдавливании / Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2012. №2. С.166-170.
8. Филиппов Ю.К. Критерий оценки качества деталей, получаемых холодной объемной штамповкой. / Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 1999. № 2 . С. 3.
9. Крутина Е.В., Калпин Ю.Г. Определение пластичности металлов методом комбинированного поперечного выдавливания и высадки / Известия МГТУ «МАМИ». 2012. Т.2. №2. С.95-98.
10. Филиппов Ю.К., Молодов А.В. Моделирование процессов холодного комбинированного выдавливания полусферических деталей с фланцем / Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2012. № 5 . С.27-30.

Получение гнутых профилей с заданной продольной кривизной путем управления характеристиками пластического шарнира в очаге деформации

к.т.н. Марковцев В.А., Марковцева В.В.

ОАО «Ульяновский НИИТ», УлГТУ

(8422) 52-46-8, niat@mv.ru, valeria2505@yandex.ru

Анотация. В статье рассмотрены процессы формообразования гнутых профилей с заданной продольной кривизной. Исследованы теоретические основы формирования пластического шарнира в очаге деформации и управления его характеристиками.