

## **ПРИМЕНЕНИЯ ПАКЕТА QFORM 3D ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАЗЖИМНЫХ КУЛАКОВ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ**

**Шибakov В.Г., Панкратов Д.Л., Швеёв А.И., Астащенко Т.В., Зиганшин Р.Ф.**  
(ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия»,  
г. Набережные Челны, Российская Федерация)

*In the article it is described in short about the research in parts reconstruction. The model of expansion cam deterioration is analysed, and the new method of reconstruction is given. The new method depends on the modern IT development.*

Сегодня не вызывает сомнений, что прогресс достигается только там, где максимально удастся внедрить современные информационные технологии. Симбиоз технологий - информационных и производственных - позволяет добиться высочайшего качества, производительности и технологичности.

Сегодня активно развиваются системы численного моделирования процессов, эффективные для анализа пластического формообразования, разработки новых технологий и оценки качества металлопродукции. На сегодняшний день наиболее известны пакеты прикладных программ для математического моделирования технологических операций обработки металлов давлением: DEFORM<sup>тм</sup> 2D/ DEFORM<sup>тм</sup> 3D, ANTARES, MARC/Autoforge, MSC/SuperForge, MSC/SuperForm (США); Forge 2/ Forge 3 (Франция); РАПИД, ШТАМП, QForm 2D/3D (Россия). Но наиболее интересен с практической и экономической точки зрения разработанный в России пакет QForm 3D, потому что данный программный продукт является эффективным средством моделирования, анализа и оптимизации объемной штамповки, предназначенной непосредственно для технологов и конструкторов штампов.

Прикладной пакет QForm 3D даёт возможность решить главную задачу, решаемую при изготовлении штампов восстановления изношенных деталей – выбрать рациональную форму обрабатывающего инструмента. В частности, в случае штампа восстановления разжимного кулака, ответственной детали тормозной системы автомобиля, обеспечить как минимум четыре условия выбора формы пуансона.

Для определения параметров формы инструмента восстановления разжимного кулака были проанализированы несколько прототипов и на основе полученных данных выбрали наиболее рациональную форму инструмента, позволяющую получить целенаправленное перемещение металла в зоны износа.

При моделировании инструмента восстановления руководствуются следующими условиями:

1. Форма передней поверхности пуансона (поверхность пуансона, обращенная в сторону восстанавливаемой детали) должна быть эквидистантна восстанавливаемой поверхности.
2. Форма задней части пуансона (со стороны поверхности детали, которая не нуждается в деформировании) должна быть подобрана с учетом минимизации деформации задней части поверхности детали.
3. Для неосесимметричных поковок необходимо, чтобы расстояние от восстанавливаемой поверхности до поверхности внедряемого инструмента  $S$  было равно или больше минимально допустимому, вычисленному учитывая прочностные характеристики материала и условия работы детали.

4. При выборе формы торца пуансона следует руководствоваться теми же соображениями, что и при подборе пуансона для одностороннего асимметричного внедрения.

При подборе инструмента восстановления разжимного кулака было выполнено внедрение пуансонов представленных на рисунке 1 в цилиндрический образец с высотой равной  $O$  образца.

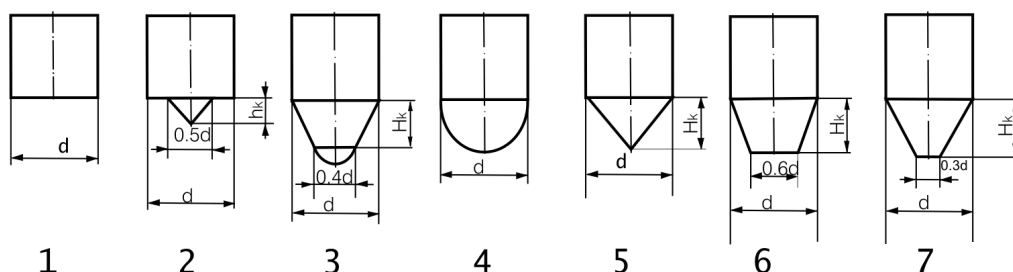


Рис. 1. Прототипы формы пуансона

Результаты полученные при моделировании каждого из семи видов инструментов в цилиндрический образец, представлены в таблице 1. Здесь  $d_v$  – диаметр заготовки в верхней части,  $d_{cp}$  – диаметр заготовки в центре,  $d_n$  – диаметр заготовки в нижней части,  $h$  – глубина погружения пуансона,  $D_h$  – диаметр цилиндрического образца в который внедряется инструмент,  $h$  – высота цилиндрического образца после деформации.


Таблица 1. Сравнительные расчёты для выбора формы пуансона

Диаметр пуансона	Тип пуансона	$d_v$	$d_{cp}$	$d_n$	$h$	Форма контура деформ. детали
0,5D	1	0,97	1,08	1,06	0,89H	бочка
	2	0,98	1,06	1,04	0,9H	бочка
	3	1,06	1,04	1,01	0,94H	прямой конус
	4	1,03	1,04	1,01	0,92H	бочка
	5	1,04	1,045	1,02	0,93H	бочка
	6	1,05	1,045	1,02	0,92H	прямой конус
	7	1,05	1,045	1,015	0,92H	прямой конус

Результаты при моделировании в программе QForm показали, что наиболее рациональным для восстановления детали разжимной кулак являются пуансоны конического и шаровидного типов. Так как позволяет получить увеличение наружной поверхности образца по всей образующей. Для получения результатов внедрения были использованы инструменты 4 и 5 (рис.1). На рисунке 2 представлены данные по замерам радиусов восстанавливаемой части детали.

На основе данных рисунка 2 можно сделать вывод, что наиболее приемлемой формой пуансона является пуансон шаровидной формы, так как он приводит к увеличению изношенной части детали до размеров, максимально превышающих номинальные.

Алгоритм восстановления разжимного кулака предоставлен на рис.3.

	Глубина погружения инструмента		
	30%	50%	70%
$R_B$	$1,08R_{изн}$	$1,12R_{изн}$	$1,10R_{изн}$
$R_{cp}$	$1,04R_{изн}$	$1,08R_{изн}$	$1,12R_{изн}$
$R_H$	$1,01R_{изн}$	$1,02R_{изн}$	$1,05R_{изн}$


	Глубина погружения инструмента		
	30%	50%	70%
$R_B$	$1,09R_{изн}$	$1,13R_{изн}$	$1,12R_{изн}$
$R_{cp}$	$1,03R_{изн}$	$1,09R_{изн}$	$1,12R_{изн}$
$R_H$	$1,01R_{изн}$	$1,01R_{изн}$	$1,04R_{изн}$

Рис. 2. Сравнительный анализ радиусов восстанавливаемой части детали



Рис. 3. Алгоритм восстановления разжимного кулака штампом

Для восстановления изношенного разжимного кулака (рис. 4) – ответственной детали тормозной системы автомобиля – необходимо обеспечить полное восстановление формы детали без влияния на прочностные и эксплуатационные свойства перераспределения объемов металла.



Рис. 4. Разжимной кулак после эксплуатации

В результате полученных расчетов предлагается способ реновации разжимного кулака двумя рассечёнными пуансонами с шаровидными торцами (рис. 5). Данная схема внедрения позволяет получить целенаправленное перемещение металла в зоны износа.

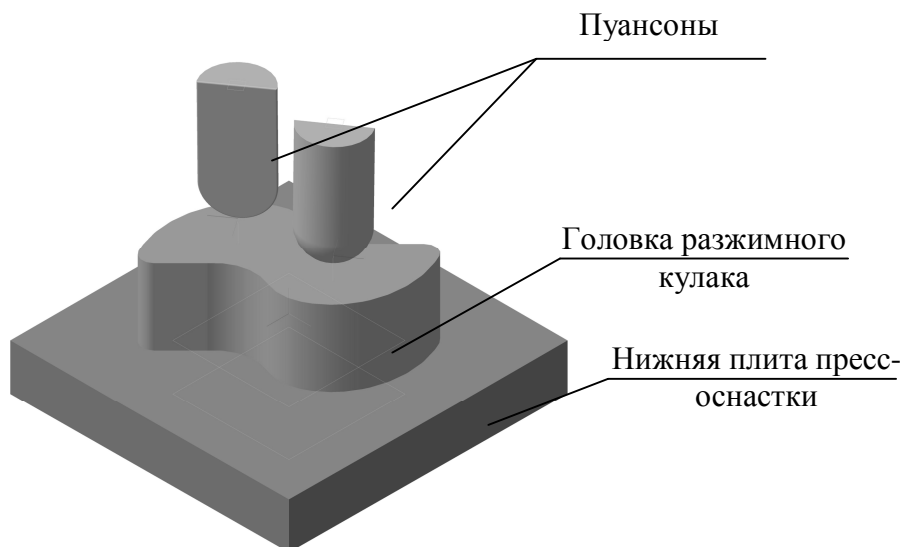


Рис. 5. Блок инструментов вместе с деталью

Деталь тормозной системы типа «разжимной кулак» восстанавливается на разработанном стенде с пресс-оснасткой, который позволяет произвести реновацию деталей с требованиями, близкими к техническим требованиям, предъявляемым заводом-изготовителем к новым деталям (рис. 6). Стенд работает следующим образом:

Головка восстанавливаемой детали 18 предварительно нагревается в установке безокислительного нагрева (соляная ванна) до температуры горячей деформации (от 0,8 до 0,9 Тпл) и устанавливается хвостовиком в отверстие нижней плиты, обеспечивающее фиксирование детали до закрытия секций матрицы. При движении ползуна прессы вниз правая секция матрицы посредством клина 13 по направляющим 16 передвигается в рабочее положение. Геометрические размеры клина подобраны таким образом, чтобы создаваемый предварительный натяг между матрицами обеспечивал исключение возможности их раскрытия, тем самым гарантируя отсутствие

затекания металла встык. Восстанавливаемая деталь 18 зажимается между двумя секциями матрицы 2 и 17. Пуансоны 4, внедряясь в деталь, за счет пластического деформирования металла детали заполняют полости матрицы.

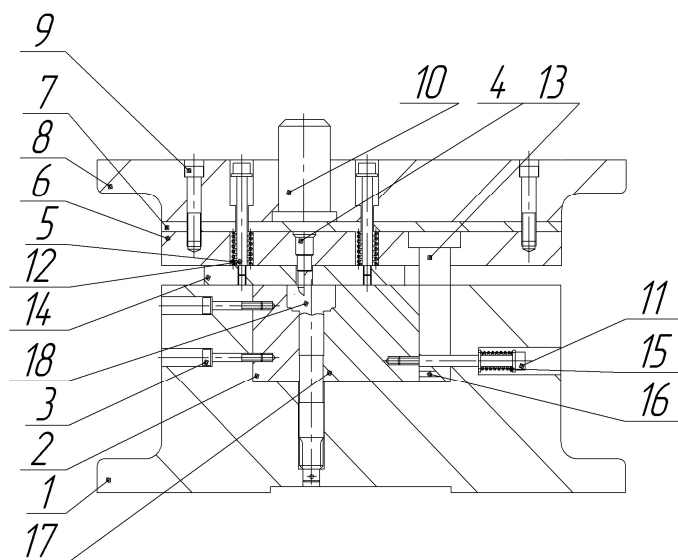


Рис. 6. Стенд для восстановления разжимного кулака: 1 – нижняя плита; 2 – левая секция матрицы; 3 – болты; 4 – пуансоны; 5 – оттяжная пружина; 6 – пуансонодержатель; 7 – промежуточная плита; 8 – верхняя плита; 9 – стяжные болты; 10 – хвостовик; 11 – упорные болты; 12 – упорные болты; 13 – клин; 14 – съемник; 15 – пружина; 16 – направляющие устройства; 17 – правая секция матрицы; 18 – головка восстанавливаемой детали

После осуществления процесса восстановления возвращение устройства в исходное положение обеспечивается наличием оттяжных пружин 5. Ход пружин ограничивают упорные болты 12. Во время движения верхней плиты 8 вверх деталь снимается с пуансона посредством съемника 14, также поднимается и клин 13, позволяя правой секции матрицы 17 за счет пружин 15, действующих через упорные болты 11, вернуться в исходное положение. После восстановления деталь удаляется клещами.

В собранном состоянии между матрицами образуется полость, соответствующая геометрическим размерам нагретой головки разжимного кулака с припуском на последующую механическую обработку восстановленной детали. Восстановление геометрических размеров обеспечивается целенаправленным перемещением материала детали из нерабочих зон в область изношенной поверхности за счет внедрения двух пуансонов заданной конфигурации.

Таким образом, разработанный способ восстановления и моделирования пуансона позволил произвести реновацию изношенных деталей типа «разжимной кулак». Расчеты в пакете QForm показали, что направление течения металла происходит в нужном направлении. Восстановленная деталь и полости из которых вытеснен металл в изношенные зоны при деформации представлены на рисунке 7.



Рис. 7. Восстановленный разжимной кулак

**Список литературы:** 1. Алгоритмизация машинно-ориентированных задач расчета и испытаний автомобилей. Учеб. Пособие: Ч.2 / П.А. Кравченко, Ю.Г. Котиков, Е.И. Зайцев, С.И. Зайцев, Санкт-Петербург: Санкт-Петербург. инж. – стр.ин-т, 2001. – 160с. 2. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование. Учеб. Для вузов / В.Е. Канорчук, А.Д. Чигринд, О.Л. Голяк, Ш.Шодки. – И.: Транспорт, 2005. -303 с. 3. Информационные системы и модели. Элективный курс / И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер. – М.: БИОНОМ. Лаборатория знаний, 2006 – 87 с.: ил. 4. Шibaков, В.Г. Реновация деталей пластическим деформированием./ Шibaков В.Г., Панкратов Д.Л. - М.: Изд-во "Машиностроение", 2000. -219 с.

Надійшла до редколегії 12.05.2009 р.

#### **ПРИМЕНЕНИЯ ПАКЕТА QFORM 3D ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАЗЖИМНЫХ КУЛАКОВ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ**

**Шibaков В.Г., Панкратов Д.Л., Швеёв А.И., Астащенко Т.В., Зиганшин Р.Ф.**

У роботі представлений процес розробки способу відновлення і моделювання пуансона, який дозволив виробити реновацію зношених деталей типа «розтискний кулак». Розрахунки в пакеті QForm показали, що напрям перебігу металу відбувається в потрібному напрямі.

*восстановление, разжимной кулак, пуансон, восстановление, блок инструментов*