

МОДЕЛИРОВАНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ПРОБКА»
 ДЛЯ КРАНА ШАРОВОГО В ПРОГРАММЕ QFORM

Игнатьев К.А.

ИжГТУ

Кафедра «Машины и технология обработки металлов давлением»

Научный руководитель: к.т.н., доцент Морозов С.А.

Деталь «Пробка» (сталь 09Г2С ГОСТ 19281-89) является основной частью изделия «Кран шаровой Ду 300», широко используемого в газовой промышленности. Кран шаровой устанавливается на пунктах сбора и подготовки газа, на компрессорных и газораспределительных станциях в качестве запорного устройства. Ещё сравнительно недавно потребность в данных шаровых кранах составляла 50-100 шт. в год и деталь «Пробка» штамповалась свободной ковкой на прессах. В последнее время спрос на данную деталь значительно возрос, причем увеличилась и их номенклатура. На рис. 1 приведена наиболее распространенная номенклатура типовой детали «Пробка».

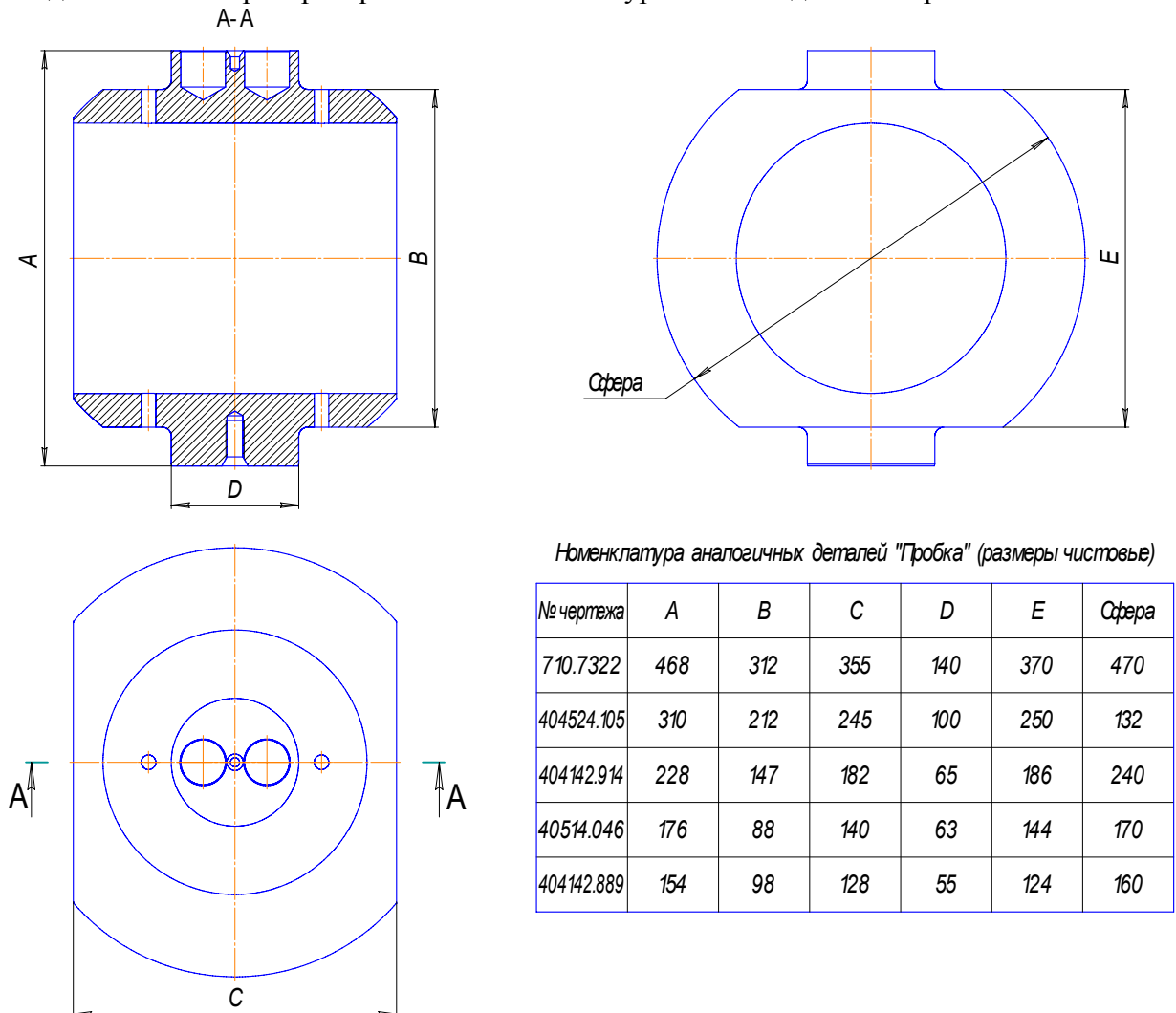


Рис. 1. Номенклатура типовой детали «Пробка» для крана шарового

С учетом увеличения программ выпуска типовой детали «Пробка» необходимо стало разработать новую технологию, позволяющую изготовить любую деталь из указанной номенклатуры.

В качестве базовой детали была выбрана наибольшая по размерам «Пробка» со сферой 470 мм. Масса детали – 216 кг, степень сложности поковки – С4, класс точности поковки – Т4, группа стали – М3, конфигурация по поверхности разъема – (П) плоская, исходный индекс – 21, штамповочное оборудование – молот ковочный паровоздушный двойного действия с м.п.ч. 10 т., нагрев – пламенный (печь полуметодическая с толкателем). Чертеж поковки приведен на рис. 2.

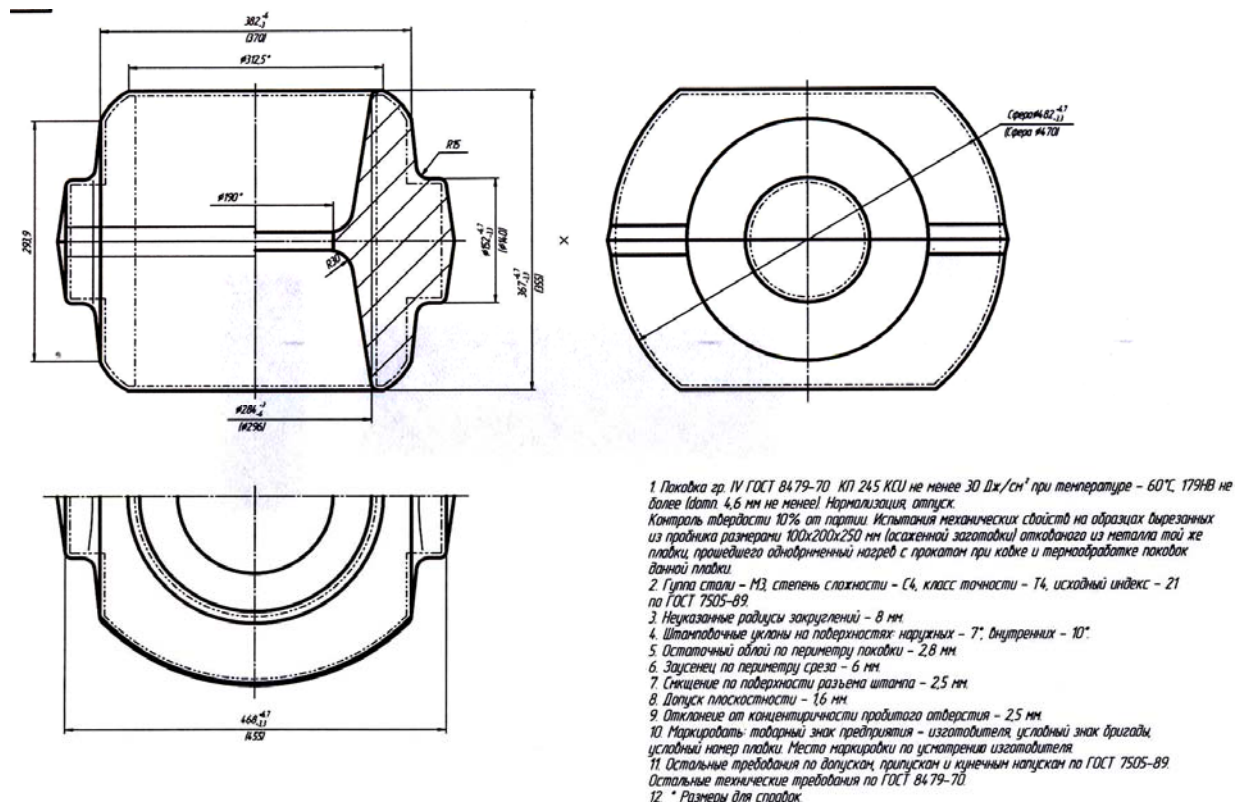


Рис. 2. Чертеж базовой поковки

Разработанная технология включала в себя следующие операции: контроль (сверка номера плавки и марки стали с сертификатом, проверка размеров проката), нагрев, отрубка, осадка, нагрев, штамповка, обрезка заусенца, прошивка и правка, нормализация с высоким отпуском, контроль.

Для моделирования новой технологии использовалась программа QForm [1].

Создав трехмерную модель поковки, и вычитая её из трехмерных кубиков прототипа инструмента, получаем модель инструмента. Модели инструмента импортируем в графический редактор программы QForm QDraft, присваиваем им наименования Tool 1 (Инструмент 1 – верхний штамп) и Tool 2 (Инструмент 2 – нижний штамп), заготовка передается с первой операции осадки. На рис. 3 показана последовательность подготовки графических данных для операции штамповка.

Проводился анализ влияния формы заусенечной канавки, длины мостика и коэффициента трения смазки на заполнение полостей штампа.

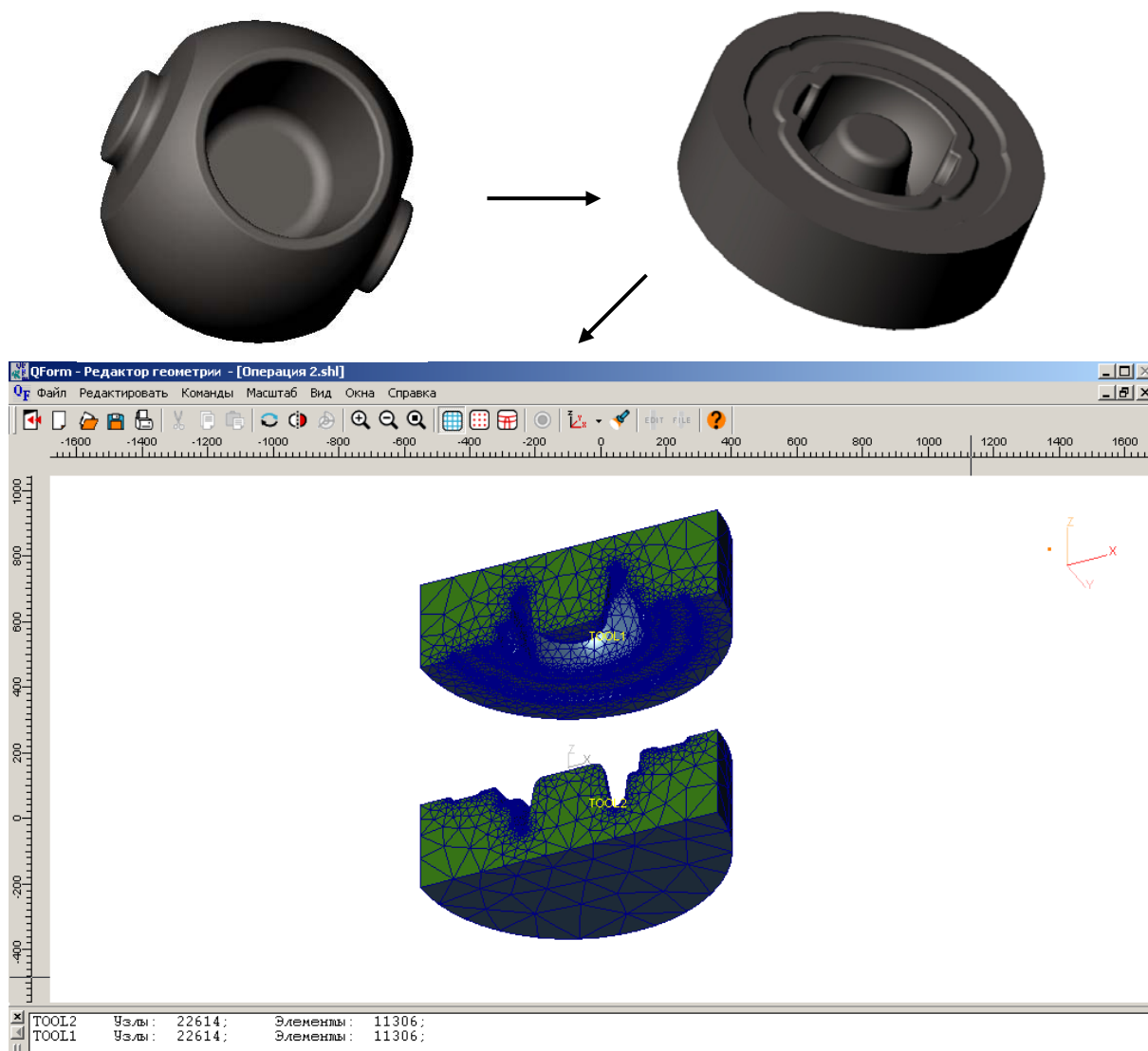


Рис. 3. Последовательность подготовки графических данных для операции штамповки

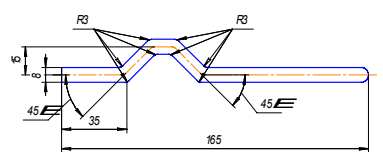
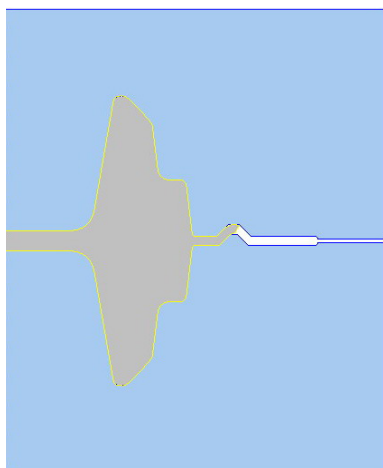
Из научно-технической литературы [2,3] были выбраны 6 форм заусенечных канавок, которые показаны на рис. 4. Все виды канавок обеспечивали заполнение штампа. Оптимальная форма канавки оценивалась по минимальной массе облоя и минимальному количеству ударов молота. Результаты компьютерного эксперимента приведены в табл. 1.

Результаты исследования влияния формы заусенечной канавки

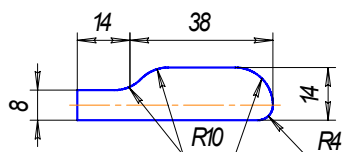
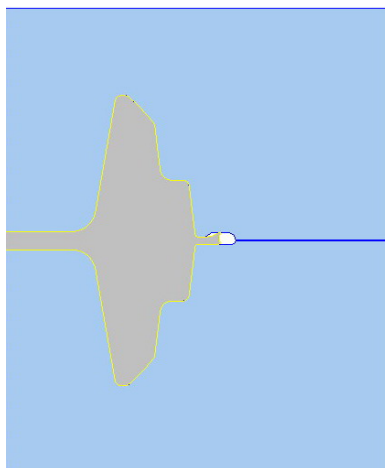
Таблица 1

Номер канавки	1	2	3	4	5	6
Масса облоя, кг	10	3,9	4	5,3	5,7	4
Количество ударов молота	15	8	8	9	9	8

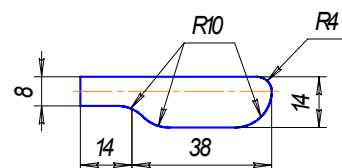
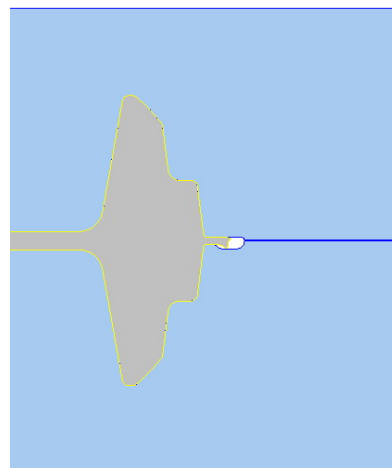
Оптимальными по форме являются канавки 2,3 и 6. Заусенечная канавка формы 3 в практике используется редко, и поэтому её исключаем из дальнейшего исследования.



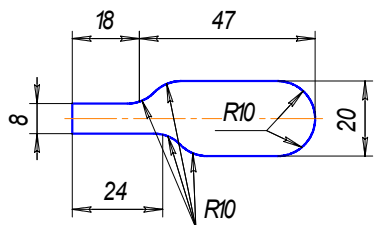
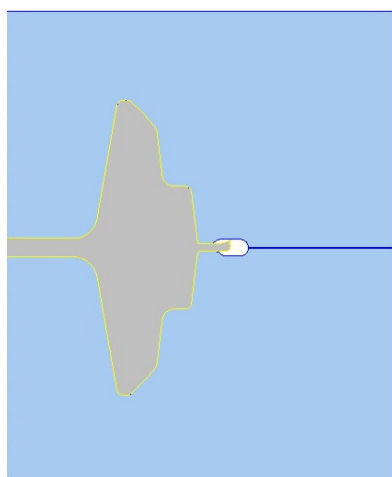
Канавка 1
(ОАО "Ижсталь")



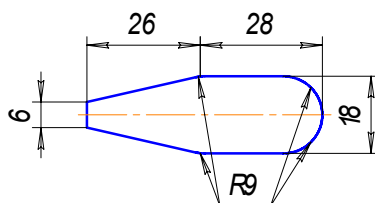
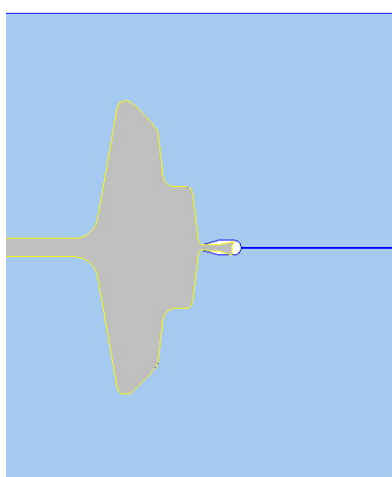
Канавка 2
(Сторожев М.В. Ковка и
объемная штамповка стали)



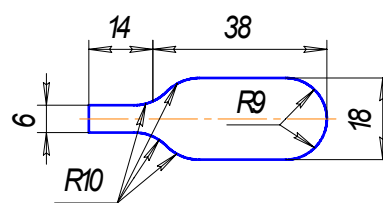
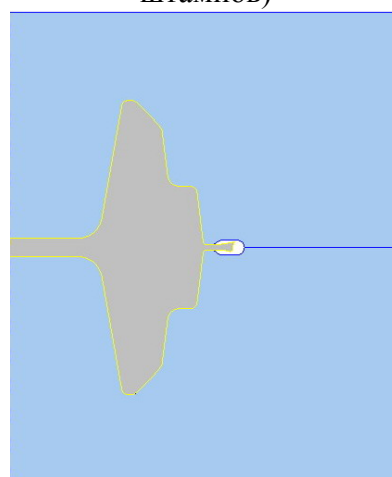
Канавка 3
(Бабенко В.А. Атлас
типовых конструкций
штампов)



Канавка 4
(Сторожев М.В. Ковка и
объемная штамповка стали)



Канавка 5
(Бабенко В.А. Атлас
типовых конструкций
штампов)



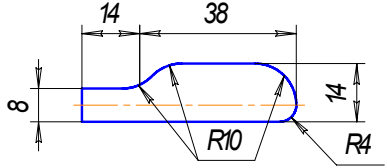
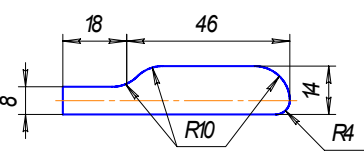
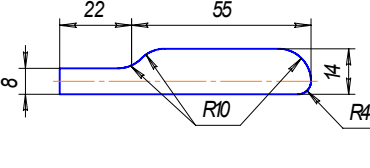
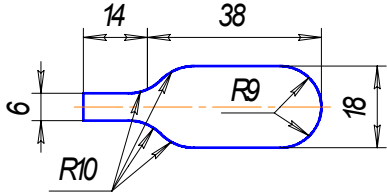
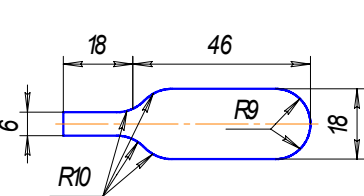
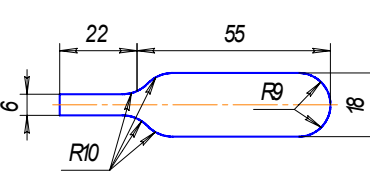
Канавка 6
(Бабенко В.А. Атлас
типовых конструкций
штампов)

Рис. 4. Виды исследуемых заусенечных канавок

Далее исследовали влияние длины мостика в канавках 2 и 6. По мере увеличения длины мостика канавкам присвоены номера 2.1, 2.2, 2.3 и 6.1, 6.2, 6.3. В программе QForm каждый удар молота разделен на 30 этапов расчета. В табл. 2 число перед скобкой показывает количество ударов молота, необходимых для заполнения полостей штампа, а число в скобках показывает этап, на котором завершилось действие.

Результаты исследования влияния длины мостика заусенечной канавки

Таблица 2

 <p>Канавка 2.1 8 (27)</p>	 <p>Канавка 2.2 8 (27)</p>	 <p>Канавка 2.3 8 (30)</p>
 <p>Канавка 6.1 8 (25)</p>	 <p>Канавка 6.2 8 (27)</p>	 <p>Канавка 6.3 8 (29)</p>

Как видим, длина мостика не оказывает существенного влияния на заполнение полостей штампа, её влияние проявляется в большей степени на необходимое количество ударов молота для смыкания штампов. Например, для исследуемых заусенечных канавок эти значения показаны в табл. 3.

Необходимое количество удара молота для смыкания штампов

Таблица 3

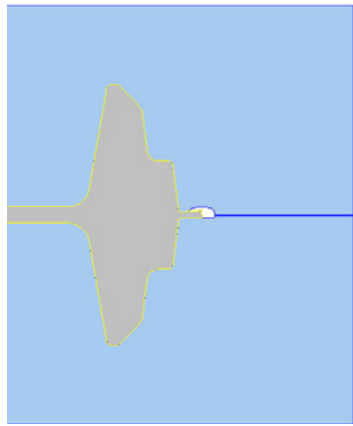
Номер канавки	2.1	2.2	2.3	6.1	6.2	6.2
Количество ударов молота	8(30)	9(10)	9(30)	9(9)	9(16)	11(30)

Учитывая полученные данные, наилучший результат для штамповки обеспечивают канавки 2.1, 2.2 и 6.1. Для них и исследовалось влияние коэффициента трения смазки на протекание процесса штамповки.

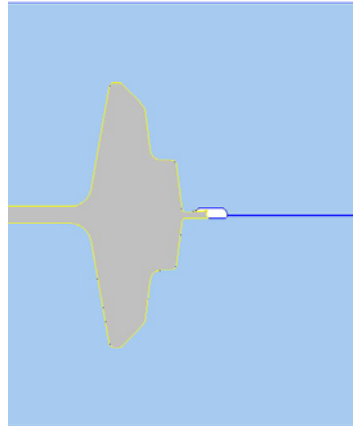
В качестве смазки была выбрана смазка на основе графита+стекло, которая широко используется на ОАО «Ижсталь». Результаты исследования показаны на рис. 5. Для каждой канавки показано и количество ударов молота, необходимых для заполнения полостей штампа.

Исследование показало, что, начиная с коэффициента трения 0,7 и выше принятой смазки, а тем более при штамповке без смазки, происходит незаполнение полостей штампа. Наименьшее количество удара молота обеспечивается при коэффициенте трения смазки 0,1 и использовании заусенечной канавки типа 6.1.

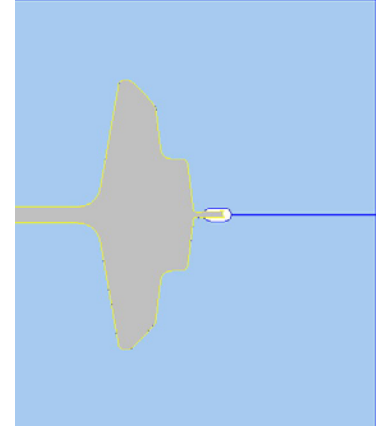
Оптимальной для штамповки базовой детали является канавка 6.1, предложенная В.А. Бабенко и отраженная в атласе типовых конструкций штампов [3]. На рис. 6 показано моделирование штамповки поковки «Пробка».



Канавка 2.1
8 (30)

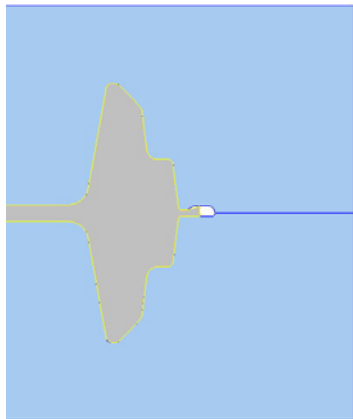


Канавка 2.2
8 (29)

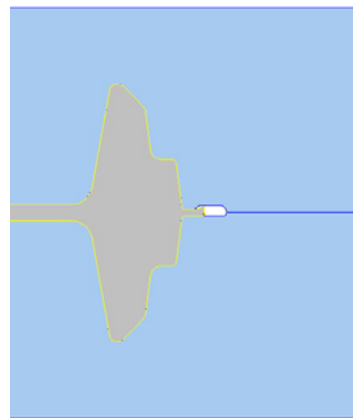


Канавка 6.1
8 (28)

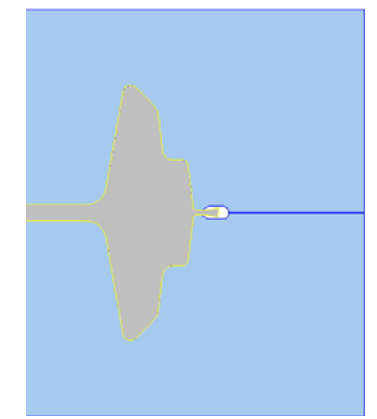
Коэффициент трения 0,1



Канавка 2.1
незаполнение

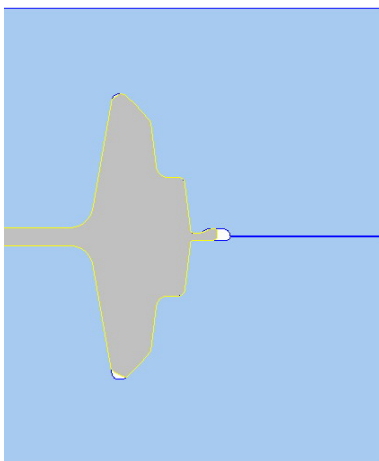


Канавка 2.2
9 (4)

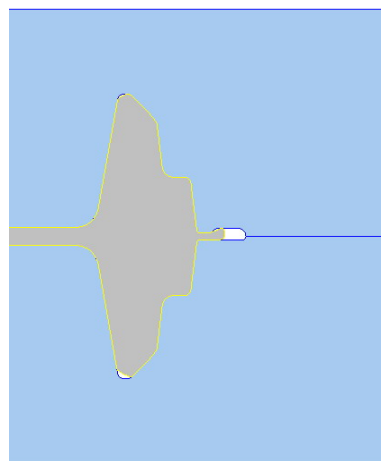


Канавка 6.1
9 (3)

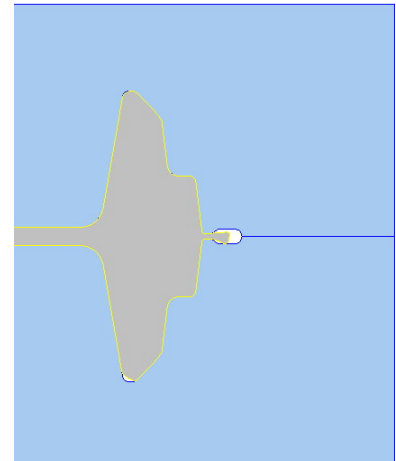
Коэффициент трения 0,4



Канавка 2.1
незаполнение



Канавка 2.2
незаполнение



Канавка 6.1
незаполнение

Коэффициент трения 0,7

Рис. 5.. Результаты исследования влияния коэффициента трения смазки на основе графита+стекло на заполнение штампа

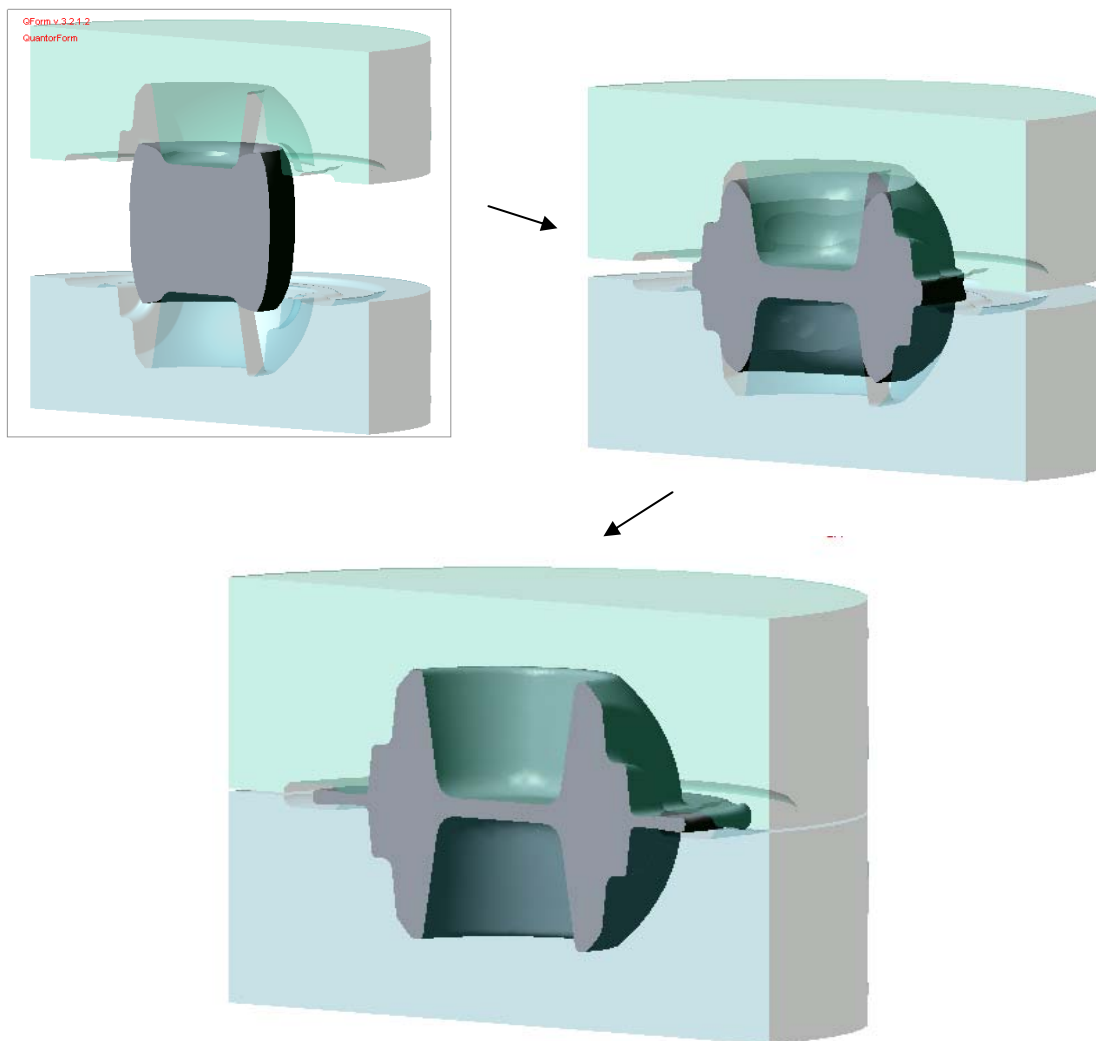


Рис. 6. Моделирование поковки «Пробка» (1,6 и 8 (окончательный) удар молота)

Таким образом, моделирование в программе QForm новой технологии изготовления базовой детали «Пробка» крана шарового позволило проанализировать влияния формы заусенечной канавки, длины мостика канавки, коэффициента трения смазки на основе графита+стекло на заполнение полостей штампа и выбрать их оптимальное сочетание, а также получить и проанализировать распределение по ходу процесса температуры, деформации, усилия и других характеристик процесса.

Проведенное моделирование технологии позволило успешно внедрить её на производстве (ОАО «Ижсталь», г. Ижевск) и сократить расход металла с 450 кг до 280 кг на одну поковку.

ЛИТЕРАТУРА

1. QForm3D, конечно-элементная программа для расчета процессов пластической деформации металлов и сплавов, ©1991-2008, ООО «КванторФорм», www.qform3d.com.
2. Ковка и объемная штамповка стали. Справочник в двух томах. Под ред. М.В. Сторожева. Том 2. – М.: Машиностроение, 1968. – 448 с.
3. Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов / В.А. Бабенко, В.В. Бойцов, Ю.П. Волик – М.: Машиностроение, 1982. – 104 с.