

УДК 621.7

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТОЧНОЙ ШТАМПОВКИ КОНИЧЕСКОЙ ШЕСТЕРНИ, БЕЗ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЬЕВ

Рабига Ураловна Янгазина

*Студентка 6 курса,**кафедра «Технологии обработки металлов давлением»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: А.В. Власов,**доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки металлов давлением»***1. Введение**

Основная идея совершенствования технологии горячей штамповки в настоящее время состоит в том, чтобы получать штамповки не требующие или почти не требующие механической обработки. Эта задача зависит от степени точности оборудования, инструмента и от квалификации рабочих. Точная штамповка была одним из важных направлений в кузнечной промышленности в последние несколько десятилетий. Различные технологии были использованы для изготовления конических, прямозубых и косозубых колес, в попытке достичь законченной формы без финишной механической обработки.

Изготовление шестерен с конической поверхностью сложный процесс. Стандартный технологический процесс предполагает выполнение двух переходов открытой штамповки и последующую механическую обработку. Использование закрытой штамповки в изготовлении шестерен позволяет осуществить формирование зубьев без дополнительного облоя, что повышает коэффициент использования материала, обеспечивает высокую производительность и хорошие динамические свойства([1]).

Но существуют ряд проблем, а именно незаполнение зубьев, учет лишнего объема на компенсатор, использование специального оборудования. Чаще всего используется кривошипные горячештамповочные прессы двойного действия[2].

В данной же статье рассматривается технологический процесс изготовления конических шестерен без механической обработки с помощью закрытой штамповки, осуществляемой в составном штампе на стандартном оборудовании.

2. Постановка задачи

Целью данного исследования является разработка технологического процесса изготовления конической шестерни (см. рис. 1) из стали 18ХГТ, с помощью точной горячей штамповки, без последующей механической обработки.



Рис. 1. 3D модель детали

3. Разработка технологии

Основную часть технологического процесса составляет горячая закрытая объемная штамповка с последующей калибровкой, производимая за один переход на кривошипном горячештамповочном прессе простого действия. Особую роль в этом процессе играет специальный составной штамп, который реализует схему закрытой штамповки ([2]). После остывания поковки и очистки от окалины путем галтовки, она калибруется. Конечный переход дает возможность устранить незаполнение зубьев, возникнувшее во время горячей штамповки и повысить точность изготовленной детали.

Моделирование вариантов технологий проводилось в программе QForm V8.

3.1. Заготовка

В качестве исходной принята заготовка круглого сечения размером 28×44 мм, рассчитанная по объему поковки с учетом потерь на окалину и компенсатор, соотношения $H/D < 2$, обеспечивающего отсутствие потери устойчивости при осадке в соответствии с рекомендациями [3].

3.2. Схема процесса

Штамп состоит из трех основных инструментов верхней и нижней полуматриц и нижнего пуансона для выдавливания. Нижняя полуматрица подпружинена. Поверхность разъема штампа – сложная. Начальное расстояние между верхней (Рис. 2б, 1) и нижней (Рис. 2б, 2) полуматрицы составляет 10 мм. При соприкосновении полуматриц начинается совместное движение вниз. Пуансон для выдавливания (Рис. 2б, 3) во время всего процесса остается неподвижным.

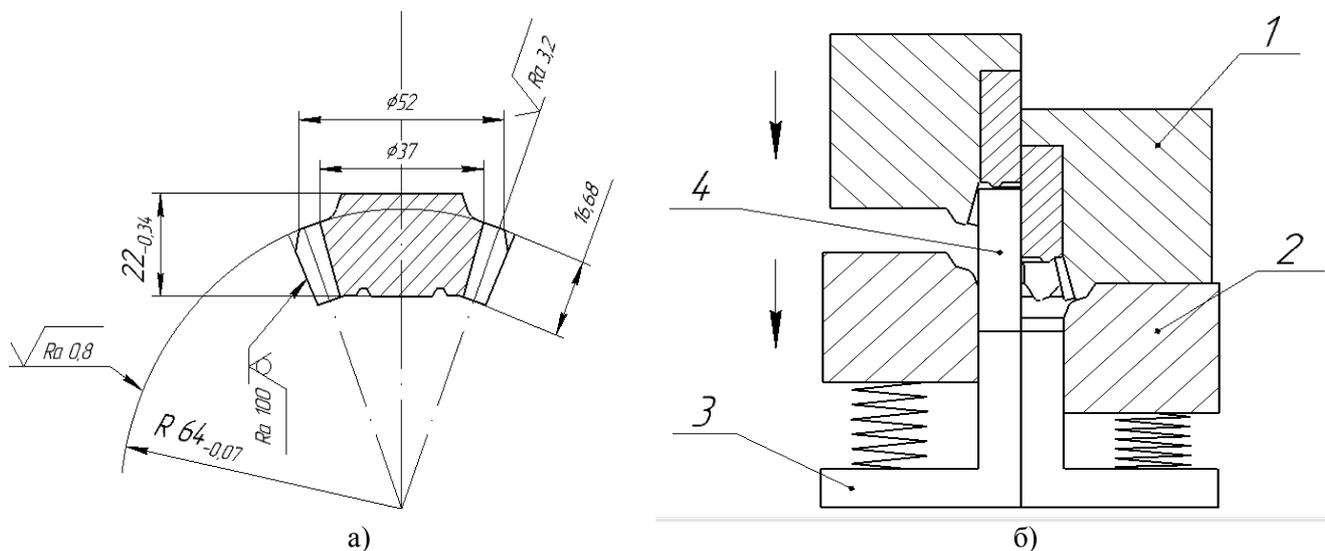


Рис. 2. а) чертеж детали; б) схема штампа (1 – верхняя полуматрица, 2 – нижняя полуматрица, 3 – пуансон для выдавливания, 4 – заготовка)

4. Исследование модели.

Во время разработки технологического процесса в программе QForm V8, прослеживалось влияние начального расстояния между полуматрицами и расположения компенсатора на течение металла и силу штамповки. Варьированием этих величин были найдены оптимальные интервалы параметров процесса.

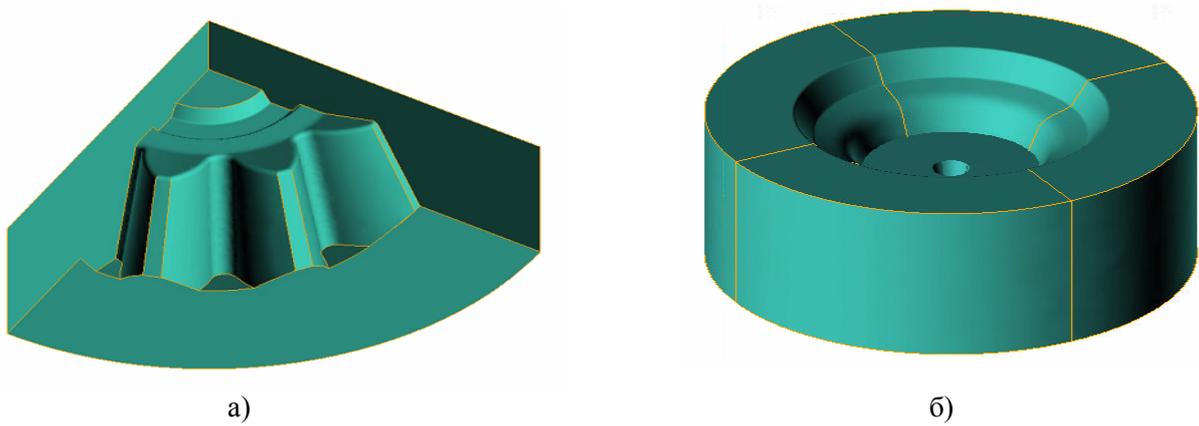


Рис. 2. Расчетные модели верхней (а) и нижней (б) полуматриц.

4.1. Влияние начального расстояния

Варьирование начального расстояния между полуматрицами (см. рис. 3–5) показало затекание металла на поверхность контакта при превышении начального расстояния величины 10 мм. Таким образом, оптимальным для параметра начального расстояния между полуматрицами является интервал 0–10 мм.

1) Начальное расстояние между инструментами: 0 мм.

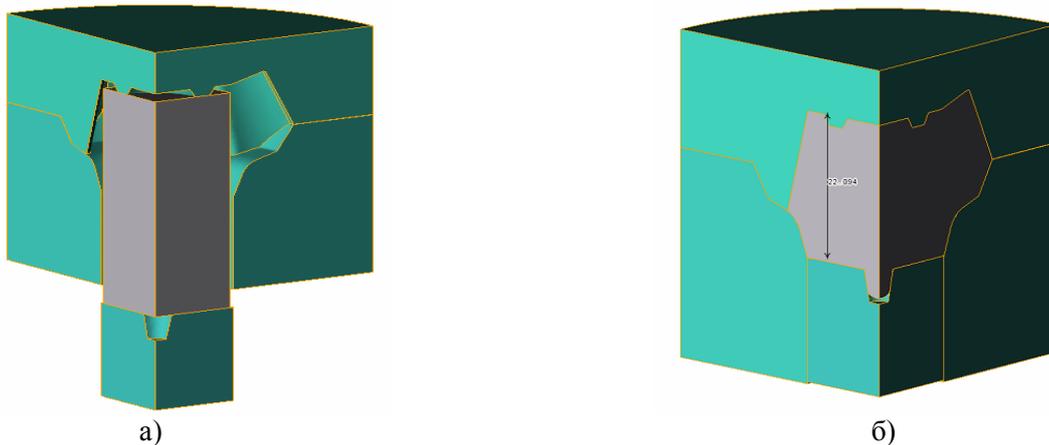


Рис. 3. Начальное (а) и конечное (б) положения

2) Начальное расстояние между инструментами 10 мм.

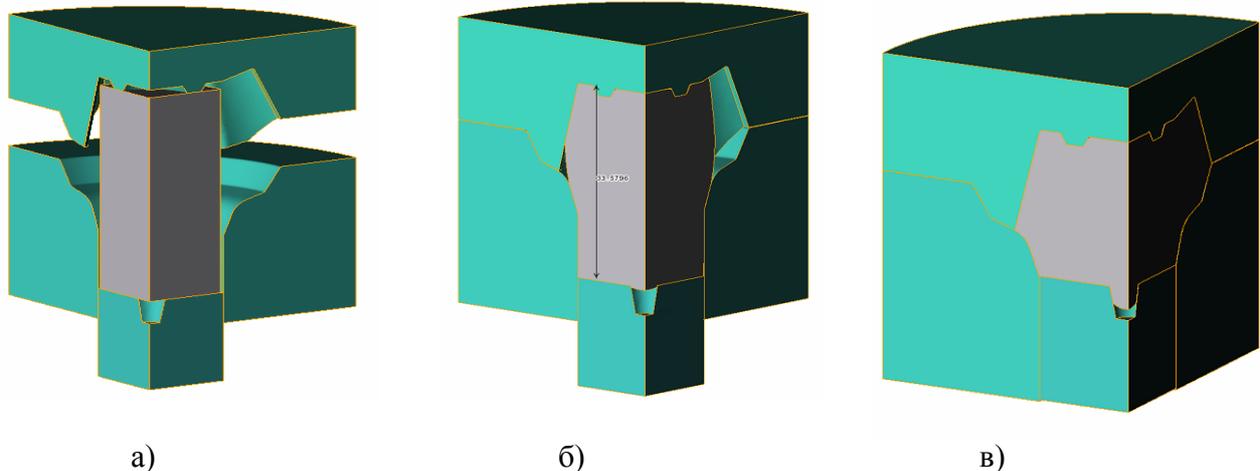


Рис. 4. Начальное (а), промежуточное (б) и конечное (в) положения.

3) Начальное расстояние между инструментами 15 мм.

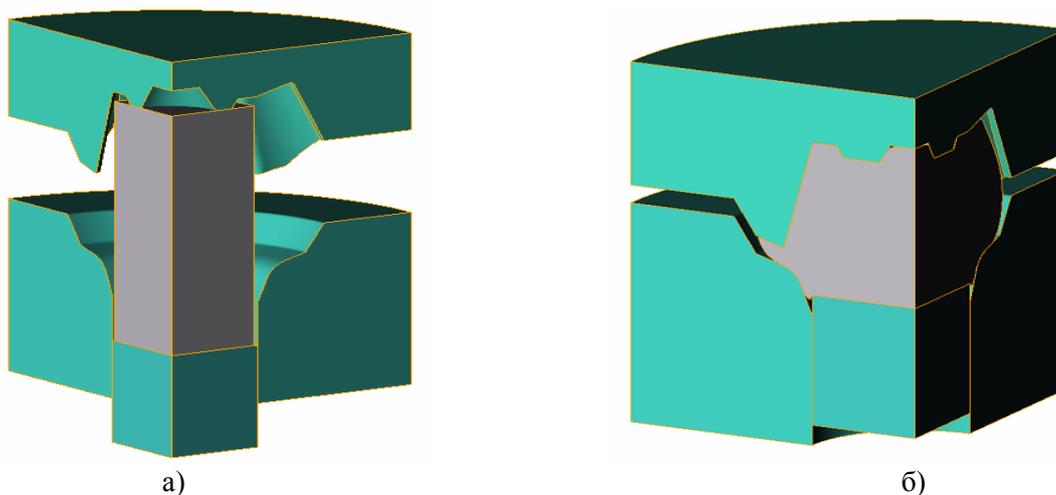


Рис. 5. Начальное (а) и конечное (б) положения

4.2. Расположение компенсатора

Критерием при выборе расположения компенсатора в инструменте служит заполнение металлоучастков штампа, соответствующих концам зубьев поковки.

1) Заполнение углов зубьев при расположении компенсатора в верхней части штампа.

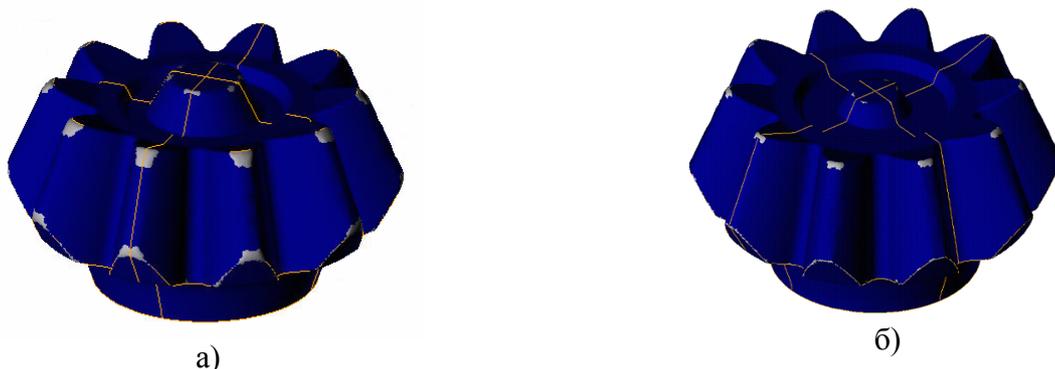


Рис. 6. Зона контакта заготовки с инструментами в конце штамповки при начальном расстоянии между полуматрицами 0 мм (а) и 10 мм (б)

2) Заполнение углов зубьев при расположении компенсатора в нижней части штампа.

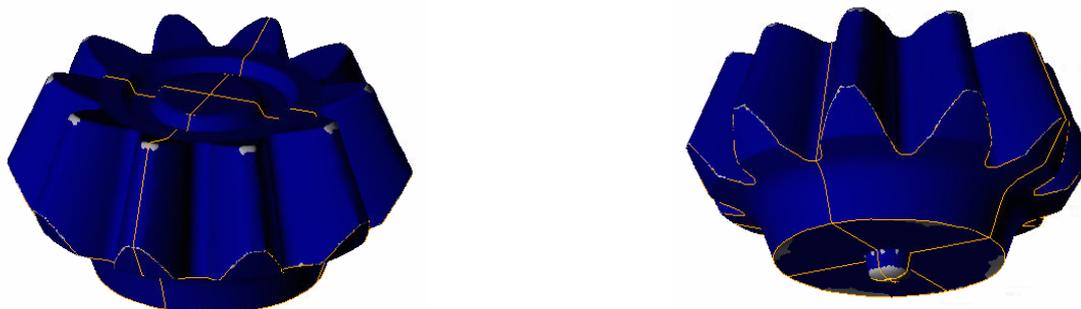


Рис. 7. Зона контакта заготовки с инструментом в конце штамповки при начальном расстоянии между полуматрицами 0 мм.

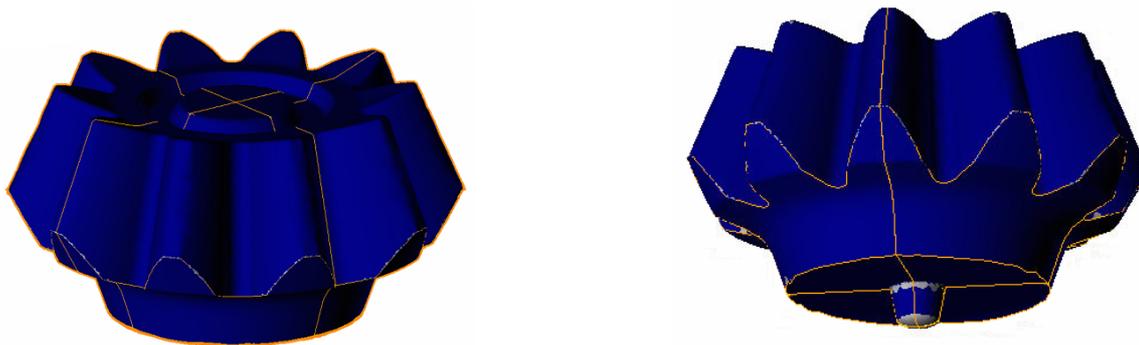


Рис. 8. Зона контакта заготовки с инструментом в конце штамповки при начальном расстоянии между полуматрицами 10 мм.

Моделирование показало лучшую заполняемость углов зубьев при нижнем расположении компенсатора и начальном расстоянии между полуматрицами в 10 мм.

Также расположение компенсатора внизу уменьшает наибольшую силу штамповки на 20–25% (0,4 МН в нижнем положении против 0,52 МН в верхнем) (см. рис. 9), что стоит учитывать при проектировании технологического процесса.

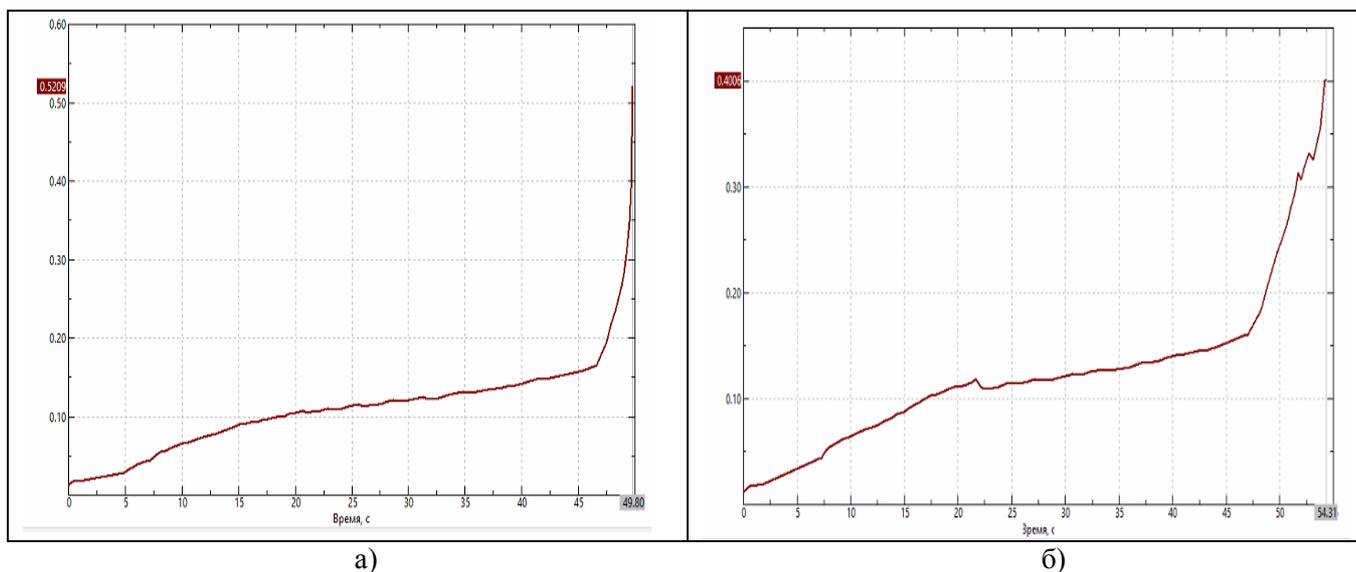


Рис. 9. Зависимости силы штамповки от времени при верхнем (а) и нижнем (б) расположении компенсатора

5. Исследование инструмента

Инструменты штампа имеют сложную форму и поверхность разъема, а также подвергаются высоким нагрузкам. Моделирование процесса с учетом прогибов инструментов (см. рис.10) показало, что наиболее нагруженной и подверженной износу является зона верхней кромки зуба, интенсивность напряжений которой достигает 1300 МПа.

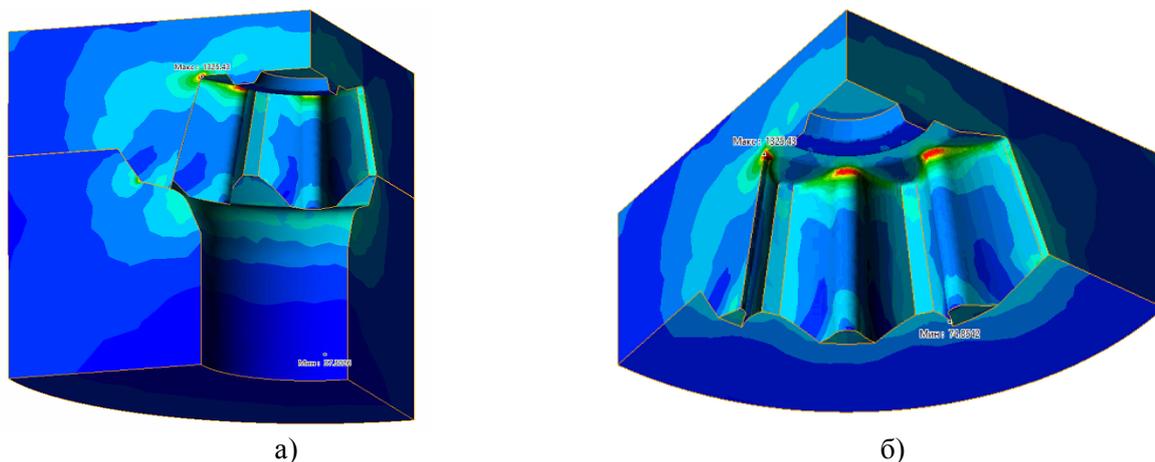


Рис. 10. Поля интенсивности напряжений в штампе (а) и верхней полуматрице (б).

В целях повышения износостойкости, прочности и сопротивляемости значительным нагрузкам, было принято решение о составной конструкции (см. рис. 11) верхней полуматрицы, с внутренней вставкой из высоколегированной стали или термообработанной рабочей поверхностью инструмента.

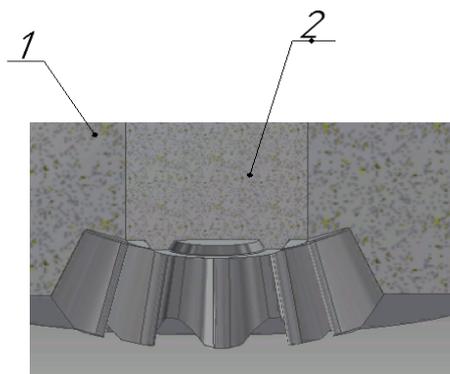


Рис. 11. Составная конструкция верхней полуматрицы (1 – полуматрица, 2 – вставка)

Выводы

Разработана технология производства шестерён по методу точной штамповки, не требующей последующей механической обработки. Это повышает коэффициент использования материала и удешевляет производство.

Предложена конструкция специального штампа для закрытой штамповки, состоящего из верхней полуматрицы, жёстко связанной с подвижной траверсой кривошипного пресса, неподвижного пуансона и подпружиненной нижней полуматрицы, обеспечивающей начальное позиционирование заготовки в штампе.

Исследовано влияние начального расстояния между полуматрицами, выявившее допустимый диапазон значений этого параметра: 0–10 мм.

Исследовано влияние расположения компенсатора на заполнение металлом полости штампа и наибольшее значение силы штамповки, по результатам которого принято решение о расположении компенсатора на нижней полуматрице.

Произведено моделирование деформаций инструментов штампа, показавшее необходимость упрочнения рабочей поверхности инструментов. Также предложена составная конструкция верхней полуматрицы, способная обеспечить повышенные прочность и износостойкость детали

Литература

1. *T.A. Dean*. The net-shape forming of gears: *Materials and Design* 21 (2000) 271-278.
2. *J.Cai, T.A. Dean, Z.M. Hub*. Alternative die designs in net-shape forging of gears: *Journal of Materials Processing Technology* 150 (2004) 48-55.
3. *Е.И. Семенов*. Горячая объемная штамповка. Том 2. Москва "Машиностроение" 1986.