

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ ПОКОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ QFORM

Паршиков Александр Сергеевич

5 курс, очная форма обучения

Российская Федерация, г. Москва

Московский Государственный Университет Приборостроения и Информатики,
кафедра «Информационные технологии обработки давлением»

Научный руководитель: В.Б. Лентяшин, к.т.н, доцент кафедры.

Введение

Целью данной работы является выбор оптимального способа штамповки для осесимметричной поковки на примере детали «шестерня со ступицей» сложной формы, состоящей из двух конструктивных элементов: фланец и конический стержень.

В качестве исходной заготовки используется цилиндрическая заготовка. Пластическое деформирование данной поковки может быть осуществлено тремя способами с применением соответствующих им типами штампов:

- 1) штамп для облойной штамповки;
- 2) штамп для безоблойной штамповки;
- 3) штамп для штамповки выдавливанием.

На рисунке №1 изображен совмещенный эскиз поковки по трем способам штамповки.

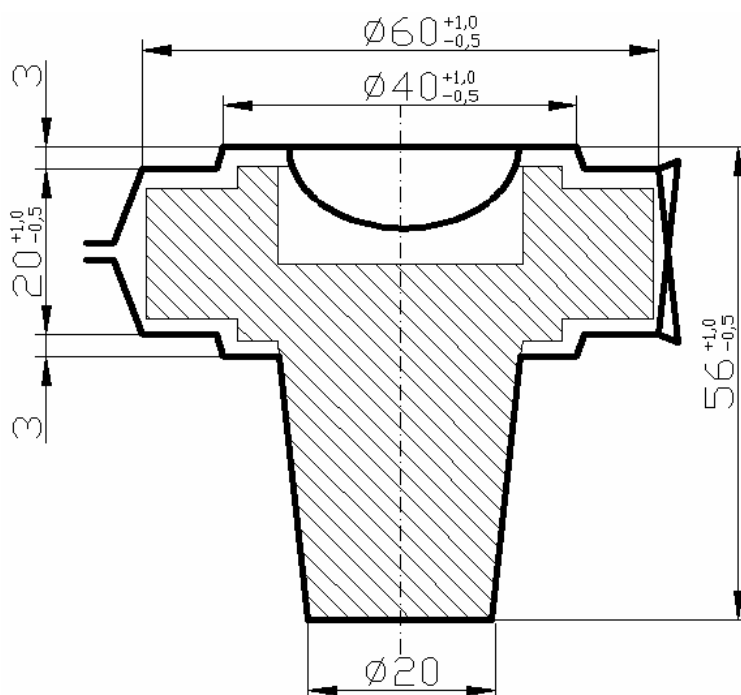


Рис. 1. Эскиз поковки

Данные способы штамповки имеют лишь качественные различия направления течения металла, действия внешних сил и сил трения, как правило, на конечной стадии [1].

В настоящей работе сделана попытка выбрать оптимальный способ штамповки для заданной поковки количественной оценкой распределения температуры, напряжения, деформации, необходимого усилия штамповки, характер течения металла (с учетом образования возможных дефектов) в процессе пластического формоизменения путем моделирования в компьютерном комплексе QForm2D/3D. Рассматривается моделирование процесса ГОШ с комбинацией операций: осадка, выдавливание, прошивка в одноручьевом штампе.

Сравнительный анализ результатов моделирования.

Параметры моделирования:

- материал заготовки – Сталь 45
- температура заготовки – 1200°C
- температура инструмента – 300°C
- смазка – графит+вода
- фактор трения – 0,4

Результаты исследования моделирования представлены в таблице №1, а так же на рисунках № .

Таблица № 1

	Сила, МН	Температура, °C			Накопленная деформация	Среднее напряжение, МПа
		max	min	диапазон изменения	max	min
Облойная штамповка	3,4	1252	1012	240	5,2	-1140
Безоблойная штамповка	2,6	1238	1024	214	4,9	-894
Штамповка выдавливанием	2,0	1232	1023	209	4,5	-686

Примечание: результаты получены при штамповке заготовок с соотношением H/D=1.

Так как для продольной штамповки рекомендуются[2] заготовки с соотношением $H/D = 1 \div 2,5$, то были проведены исследования для заготовок с соотношением $H/D = 1; 1,5; 2,5$ (табл. 2). Изменение H/D в этом диапазоне практически не меняет результаты параметров процесса.

Размеры заготовок

Таблица № 2

Соотношение, H/D	Облойная штамповка		Безоблойная штамповка	Штамповка выдавливанием
	$H \times D$, мм	масса, кг	$H \times D$, мм	масса, кг
1	48x47	0,645	47x46	0,605
1,5	67x40*	0,652	62x40	0,603
2,5	87x35	0,648	86x34	0,604

*Соотношение H/D при облойной штамповке составило 1,7.

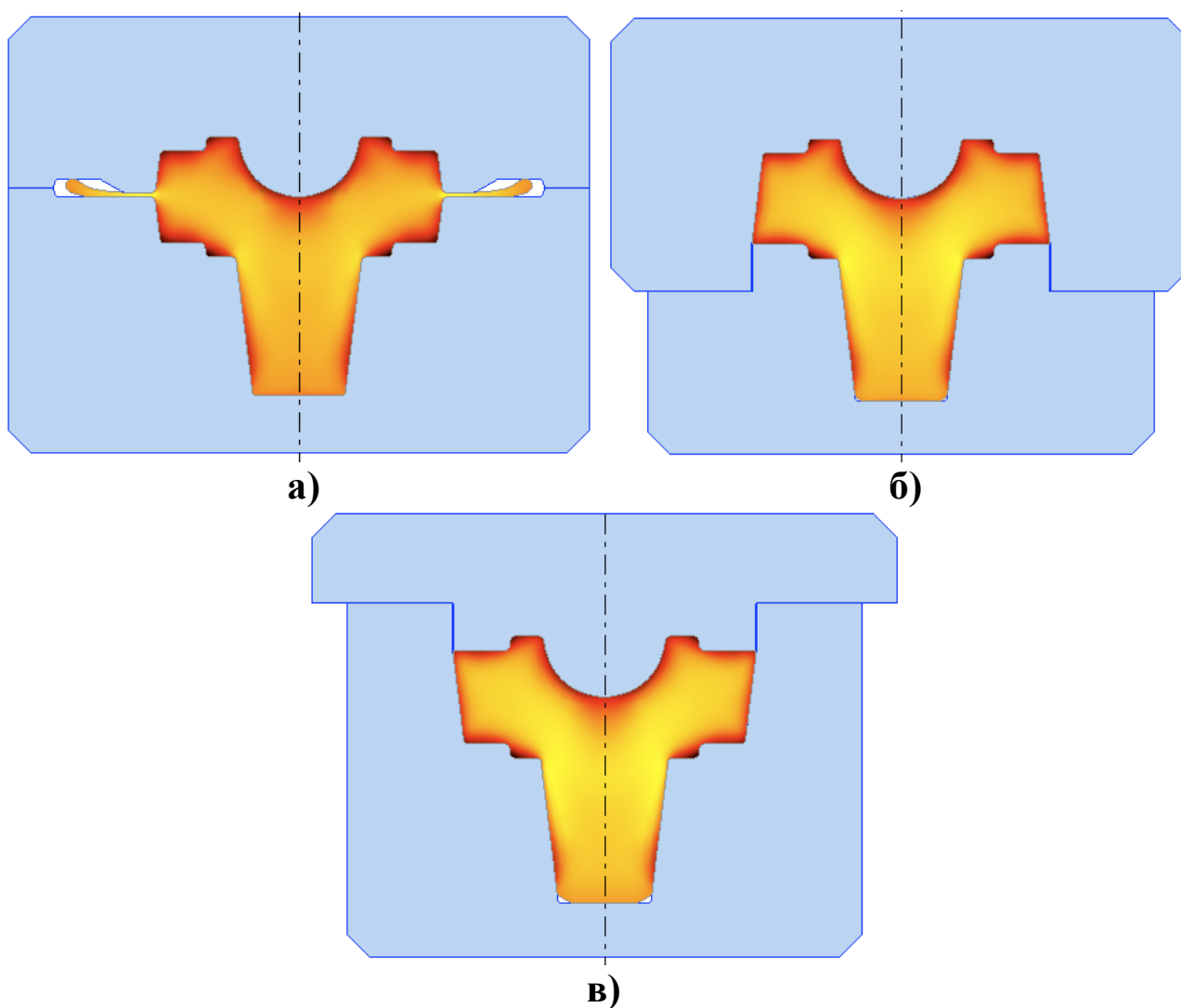


Рис. 2. Распределение температуры в поковке в конечный момент при штамповке заготовки с соотношением $H/D=1$: а) облойная штамповка; б) безоблойная штамповка; в) штамповка выдавливанием.

Из результатов моделирования (Рис.2) видно, что в местах соприкосновения металла с поверхностью ручья штампа охлаждение происходит наиболее интенсивно, при этом в центре и в облойной канавке наоборот металл несколько разогревается. Тепловыделение внутри поковки происходит за счет работы деформации. Это приводит к появлению дополнительных напряжений внутри заготовки. Картина температурных полей в целом схожа по всем типам штампов. Для данной поковки разница температур между поверхностными и внутренними слоями около 200 градусов по всем способам штамповки. Объясняется это соотношением площади поверхности поковки к ее объему.

В целом характер распределения деформаций в самой поковке похож (рис 3), как при облойной, так и безоблойной видах штамповки, что объясняется величиной смещенного объема металла. Наибольшие величины деформации (4,6 до 5) в местах, где есть выступы и другие естественные препятствия течению металла, а наименьшие в нижней части стержня, где накопленная деформация не превышает 0,5. Лишь на облойном мостике величина накопленной деформации достигает максимальной величины 5,2.

Средние напряжения характеризуют давление, оказываемое инструментом на металл, и соответственно, воздействие распирающих сил со стороны металла на штамп. В данном случае наибольшие значения напряжений наблюдаются при облойной штамповке (-1140 МПа), это связано с тем, что полость ручья штампа, в отличие от безоблойных методов, полностью заполнилась, а лишний металл вытек в облой. При безоблойной штамповке и штамповке выдавливанием необходимо точно рассчитать объем заготовки, потому что, если заготовка окажется слишком большой и полость штампа будет переполнена, напряжения возрастут в разы и это может привести к разрушению штампа. Из результатов (Рис.3) видно, что углы в нижней части ступицы заполняются в последнюю очередь. Углы являются концентраторами напряжений, поэтому все плоскости должны быть сопряжены по радиусу. По этим причинам при отработке поковки на технологичность необходимо либо увеличить радиусы сопряжения в нижней части стержня, либо предусмотреть компенсатор.

Во всех трех случаях средние напряжения являются нормальными для штамповки углеродистой стали марки Ст45.

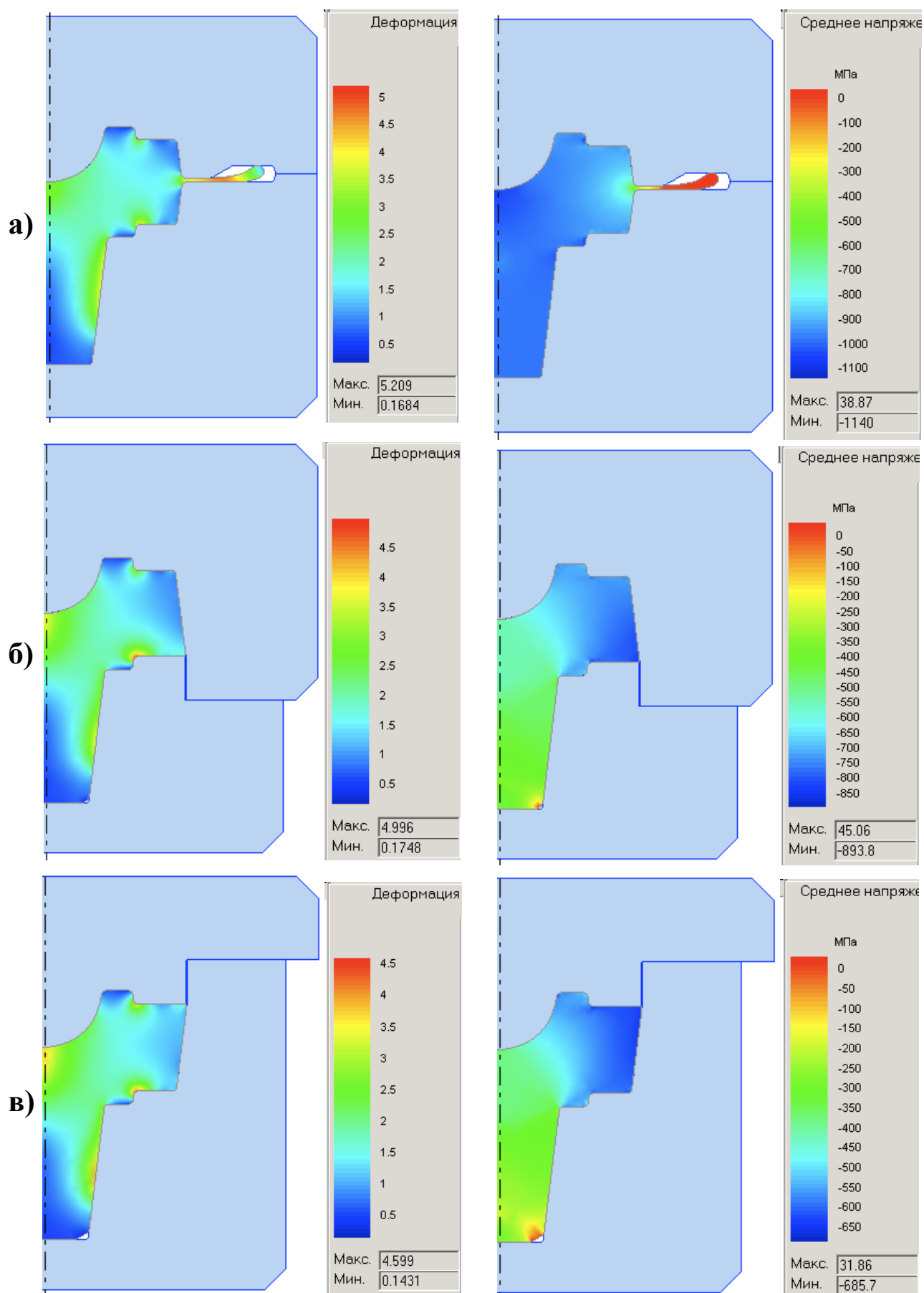


Рис. 3. Распределение накопленных деформаций и средних напряжений в поковке в конечный момент при штамповке заготовки с соотношением $H/D=1$: а) облойная штамповка; б) безоблойная штамповка; в) штамповка выдавливанием.

Как показало исследование, характер течения металла и возможность образования дефектов в виде «прострела» зависит от соотношения H/D . Так как этот дефект появляется на границе разделения потоков течения металла, где поверхностные слои металла затягивает вглубь поковки, что приводит к возникновению трещин. Их обнаружение в программе QForm реализовано моделированием распределения поверхностных линий. На рисунке 4; видна возможность образования дефекта типа «прострел» при безоблойной штамповке заготовки с $H/D=2,5$. Но при облойной штамповке (рис. 5) появление данного дефекта не наблюдается, вследствие течения металла в сторону облойной канавки.

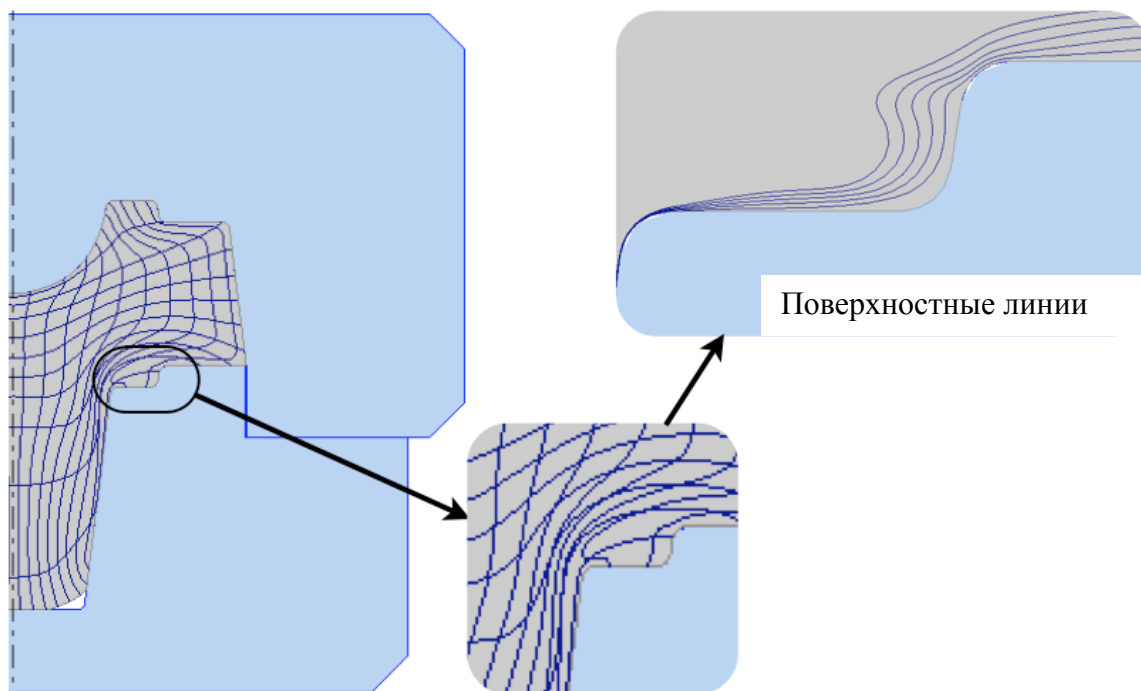


Рис. 2. Образование дефекта типа «прострел» при безоблойной штамповке заготовки с $H/D=2,5$ (по линиям Лагранжа)

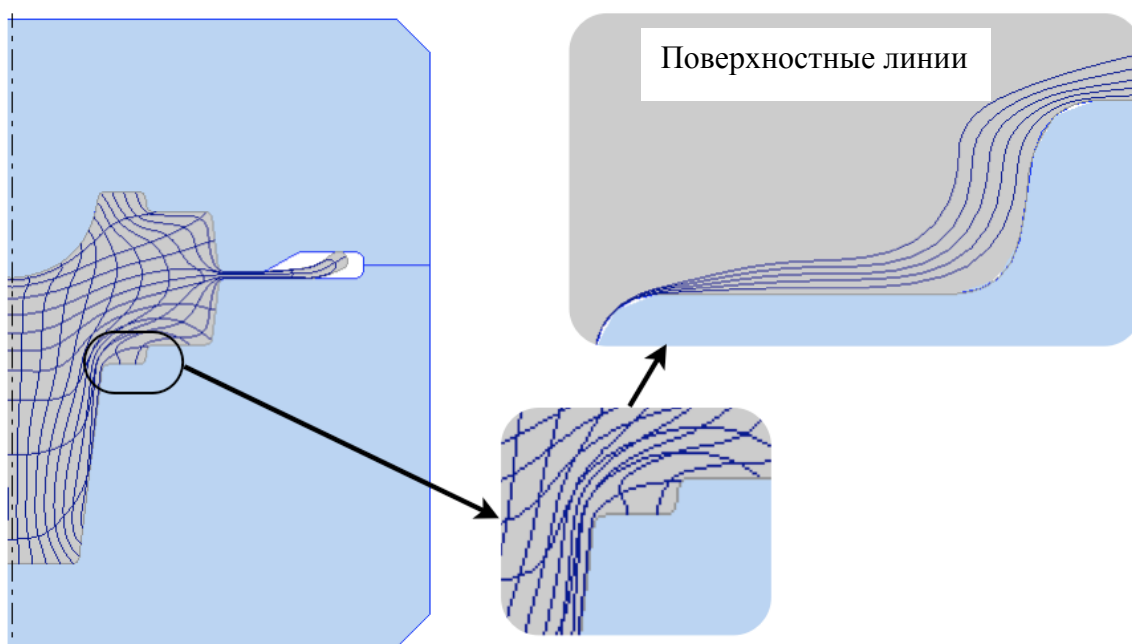


Рис. 3. Линии Лагранжа при облойной штамповке заготовки с $H/D=2,5$

Сравнивая полученные результаты по силе штамповки необходимо сказать, что для облойной штамповки характерны 4 стадии течения металла, а для безоблойной и штамповки выдавливанием - 3.[1]

Исследование показало следующее распределение силы штамповки по стадиям (при $H/D=1$):

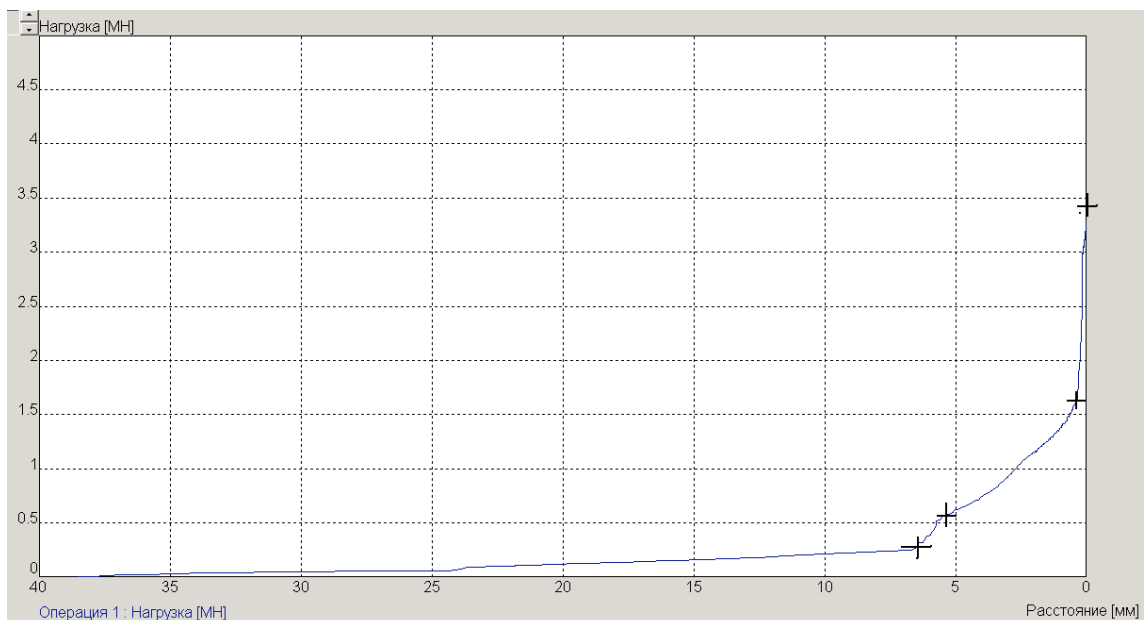
Таблица № 3

Стадии №	Сила штамповки, МН		
	Облойная штамповка	Безоблойная штамповка	Штамповка выдавливанием
1	0,25	0,25	0,25
2	0,6	1,1	1,0
3	1,6	2,56	2,01
4	3,41	-----	-----

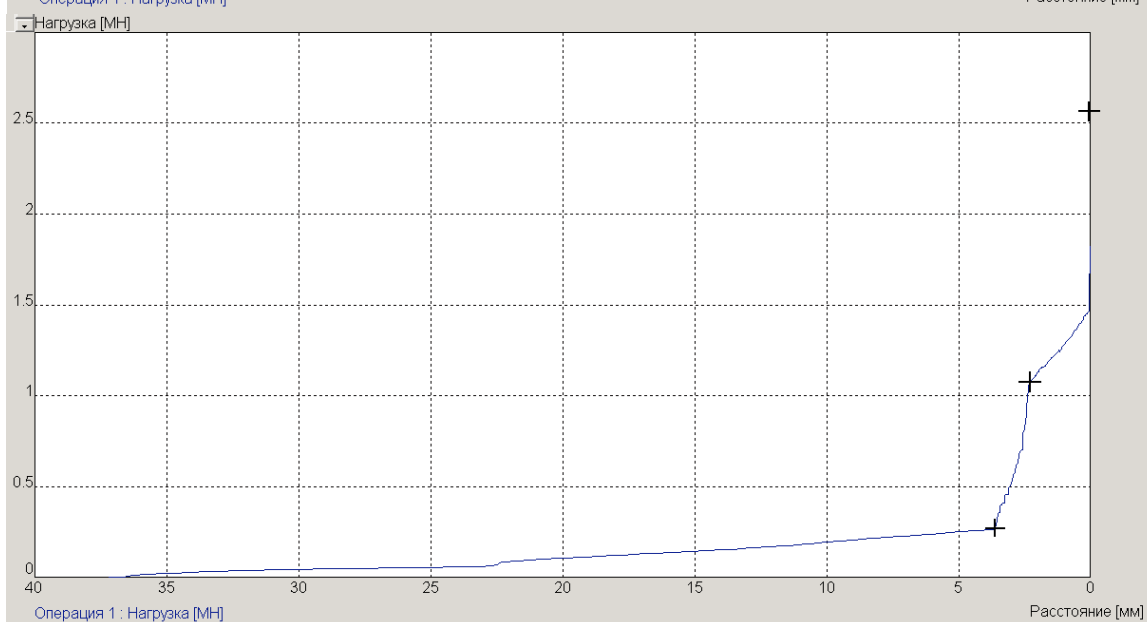
Сила деформирования при облойной штамповке складывается из силы, затрачиваемой на заполнение ручья штампа и на деформацию облойного мостика. При безоблойных способах штамповки сила затрачивается только на заполнение полости штампа, поэтому в этих случаях сила деформирования меньше, что подтверждают полученные результаты (Табл.№ 1).

Различие силы деформирования при безоблойной штамповке и штамповке выдавливанием можно объяснить различным характером действия контактных сил трения в полости ручья штампов. Характер возрастания силы при безоблойной штамповке и штамповке выдавливанием одинаков (Рис. 6).

а)



б)



в)

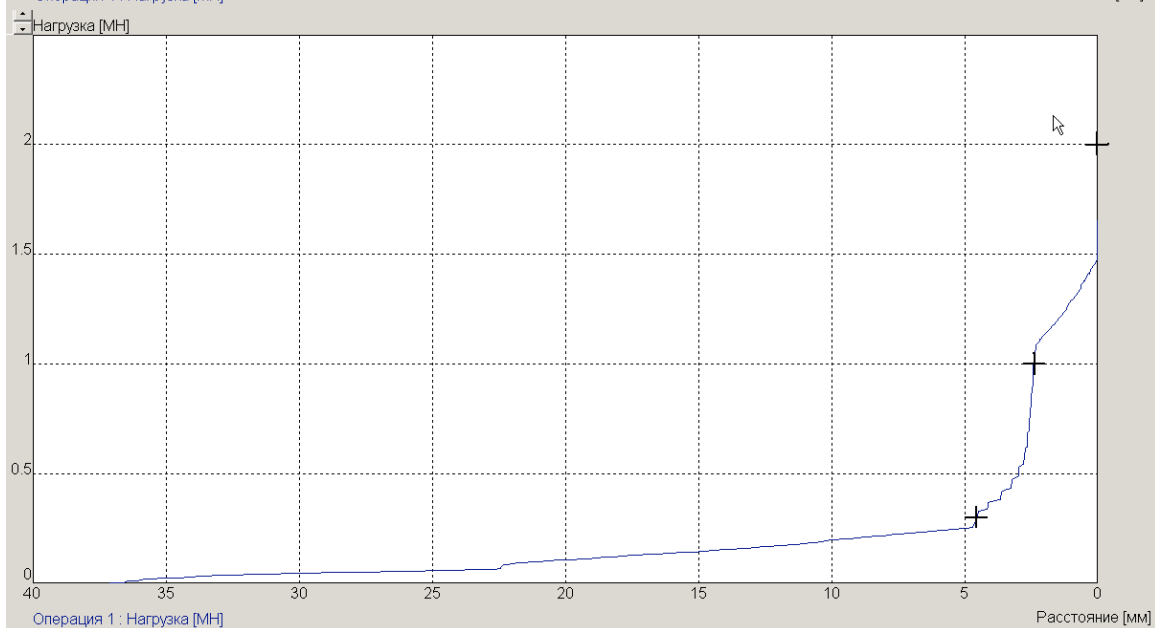


Рис. 4. Графики зависимости усилия штамповки заготовки с соотношением $H/D=1$ от расстояния между штампами: а) облойная штамповка; б) безоблойная штамповка; в) штамповка выдавливанием.

Заключение:

По результатам исследования динамических параметров процесса ГОШ оптимальным способом штамповки для данной поковки является штамповка выдавливанием (без учета точности объема заготовки). При этом сила штамповки на 20% меньше чем при безоблойном способе и на 70% меньше чем при облойной схеме.

Однако, при выборе способа штамповки необходимо учитывать возможность образование дефектов. Штамповка выдавливанием в одноручьевом штампе заданной по форме и размерам поковки без образования дефекта типа «прострел» целесообразна из заготовки с соотношением $H/D=1$.

Список литературы:

1. *Охрименко Я. М.* «Технология кузнечно-штамповочного производства» – М.: Машиностроение, 1975г
2. *Семенов Е.И.* Ковка и штамповка. Справочник в четырех томах. Том 2. Горячая объемная штамповка 1987, 592 с.