УДК 621.983.31:623.452.5-034

**НЕРАВНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ БОЕПРИПАСОВ**

Затеруха Е. В., Сидоров А. Ю.

Россия, г. Санкт-Петербург, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова

Главной задачей развития современного машиностроения является повышение эффективности производства, а также качества изделий. В патронно-гильзовом производстве к металлическим элементам, таким как гильза, сердечник и оболочка, предъявляются высокие требования по обеспечению механических свойств, что связано с выполнением условий надежного функционирования при выстреле: жесткость дна гильзы, прочность корпуса гильзы, надежная обтюрация, экстракция и т.д. В случае если в одном месте по сечению твердость меньше, а в другом больше, при выстреле возможно образование продольных трещин на корпусе гильзы, что может привести к разрыву гильзы, поломки оружия и, как следствие, к травмированию стрелка. Поэтому для обеспечения надежного функционирования гильзы при выстреле устранение неравномерности механических свойств является первостепенной задачей [1].

Рис. 1. Продольный разрыв гильзы

Объектом исследования является стальная гильза клб. 57 мм, эскиз которой представлен на рис. 2.

Гильза – элемент артиллерийского выстрела, предназначенный для размещения порохового заряда, средств воспламенения, а также для обтюрации газов в процессе выстрела.

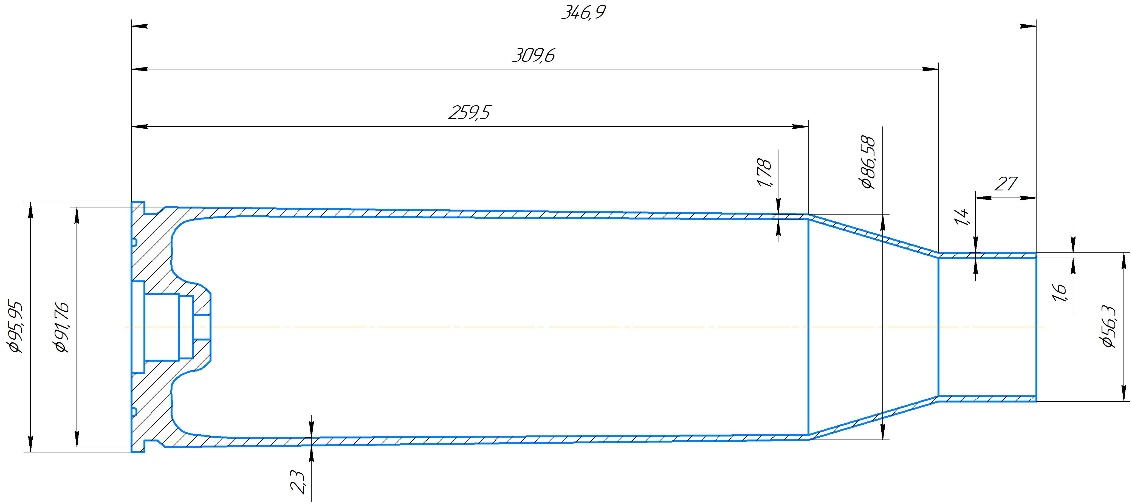


Рис. 2. Эскиз гильзы клб. 57 мм

Механические свойства формируются при изготовлении гильзы, структура которого включает в себя следующие этапы:

1. Изготовление исходной сплошной заготовки (вырубка).

2. Формообразование исходной полой заготовки (свертка).

3. Формообразование стенки (вытяжки с утонением 1-5).

4. Предварительное формообразование конструктивных элементов дна детали (штамповки 1-2).

5. Окончательное формирование конструктивных элементов стенки – дульце, скат (обжим 1-3).

Основной формообразующей и формирующей механические свойства корпуса гильзы операцией является вытяжка с утонением [2].

Вытяжка с утонением – это операция вытяжки полой заготовки с обусловленным уменьшением толщины стенок исходной полой заготовки без изменения ее внутреннего диаметра.

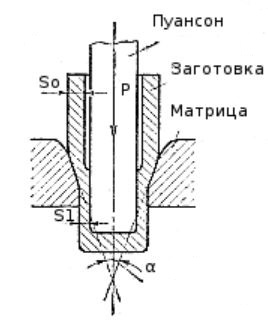


Рис. 3. Схема вытяжки с утонением стенки

Вытяжка с утонением стенки применяется для получения высоких пустотелых деталей или полуфабрикатов, у которых толщина дна больше толщины стенки (гильзы, баллоны и т.п.).

Исходя из анализа научно-технической литературы можно сделать вывод, что на равномерность распределения формируемых механических свойств при вытяжке с утонением стенки влияют следующие факторы:

1. Степень деформации.

2. Скорость деформации.

3. Геометрия инструмента (углы конусности пуансона и матрицы).

4. Условия контактного трения.

5. Относительная разностенность.

6. Форма исходной заготовки.

7. Неравномерность распределения степени накопленной за время штамповки деформации по толщине стенки.

8. Степень неоднородности свойств обрабатываемого металла.

Первым фактором для исследования выбрано контактное трение, так как при вытяжки с утонением оно оказывает наибольшее влияние на формирование механических свойств.

Авторами выполнено компьютерное моделирование процесса с применением метода конечных элементов. Выделены верхнее и нижнее расчетные сечения, в которых исследуется распределение деформации (рис. 5).

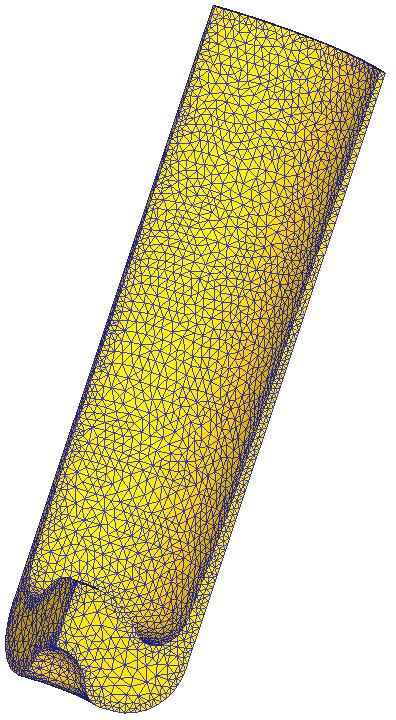


Рис. 4. Разбиение модели на конечные элементы

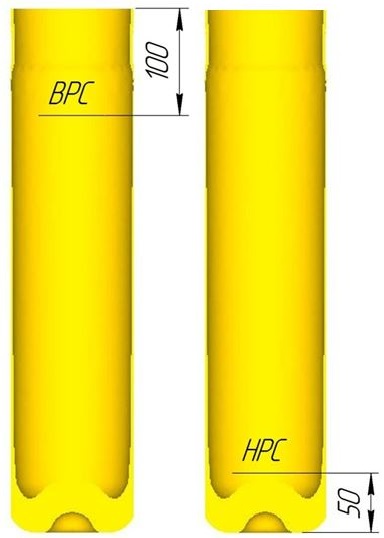


Рис. 5. Верхнее и нижнее расчетные сечения

Исходными данными для моделирования являются полуфабрикат третей вытяжки без утонения и механические свойства стали 11ЮА в отожженном состоянии, которые представлены в табл. 1.

Табл. 1. Механические свойства стали 11ЮА

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| МПа | , МПа | МПа | МПа |  |  | , % | , % |
| 280 | 400 | 480 | 810 | 0.18 | 1.30 | 0.16 | 0.72 |

По результатам исследования построены графики распределения деформации по толщине стенки в верхнем и нижнем расчетных сечениях для коэффициентов трения равных 0,07 и 0,15.

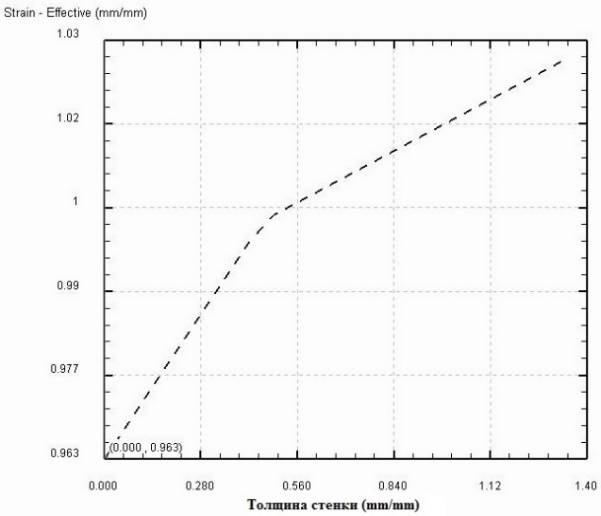
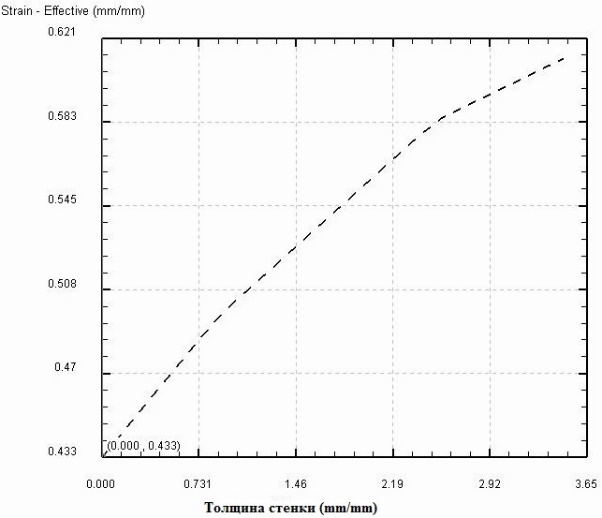


Рис. 6. Графики распределения деформации по толщине стенки в верхнем и нижнем расчетных сечениях при

Видно, что интенсивность деформации возрастает от внутренней поверхности к наружной в обоих сечениях. Однако, в нижнем расчетном сечении неравномерность распределения деформации выражена ярче и изменяется от 0,43 до 0,62.

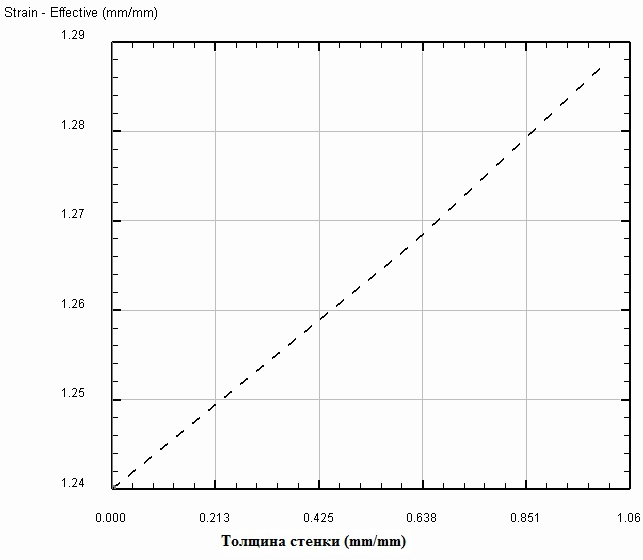
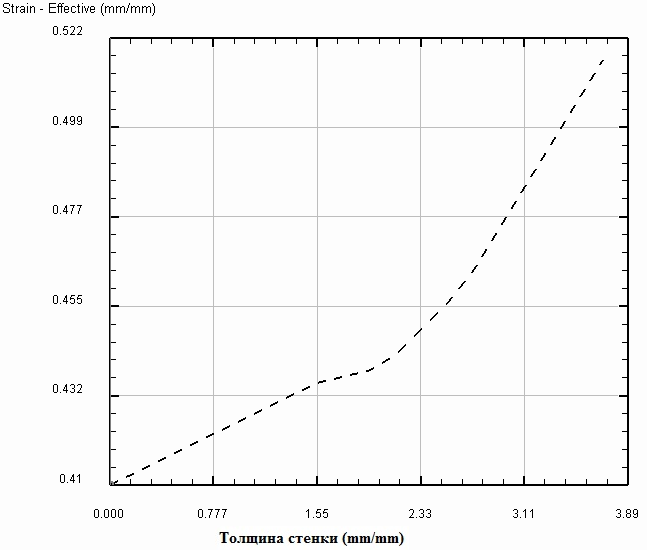


Рис. 7. Графики распределения деформации по толщине стенки в верхнем и нижнем расчетных сечениях при

Для коэффициента трения 0,15 характер распределения деформации по толщине стенки сохраняется. Значение интенсивности деформации максимально в нижнем расчетном сечении и изменятся от 0,41 до 0,52.

Табл. 2. Результаты исследования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетное значение | Коэффициент трения f | Интенсивность деформации по результатам моделирования εi | | | Неравномерность интенсивности деформации по толщине стенки |
| Наружная поверхность | Внутренняя поверхность | Среднее арифметическое значение по толщине стенки |
| ВРС | 0,07 | 1,028 | 0,963 | 0,996 | 1,070 |
| 0,15 | 1,288 | 1,240 | 1,264 | 1,040 |
| НРС | 0,07 | 0,621 | 0,433 | 0,527 | 1,434 |
| 0,15 | 0,522 | 0,412 | 0,466 | 1,273 |

В результате моделирования процесса с различными условиями контактного трения было выявлено что, с увеличением коэффициента трения неравномерность распределения деформации по объему детали уменьшается.

Таким образом, на этом этапе уже можно дать рекомендации по выбору смазочных материалов для вытяжки с утонением, обеспечивающих наибольшее трение.

Задачей дальнейших исследований является выявление и моделирование с помощью МКЭ такой комбинации технологических факторов, при которой неравномерность механических свойств будет сведена к минимуму.

**Библиографический список**

1. Агеев Н.П., Затеруха Е.В. Исследование неравномерности распределения степени деформации и механических свойств по сечению полых деталей, штампуемых способами вытяжки с утонением // Металлообработка. Обработка металлов давлением. 2014. № 3(81). с.36-43.2.

2. Агеев, Н.П. Технология производства патронов стрелкового оружия. Ч. 1. Технологические основы проектирования патронов / Н.П. Агеев, Г.А. Данилин, В.П. Огородников; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2005. – 352 с.