



Cold Forging Computer Simulation of Bushing from Steel GX120Mn13

Tatyana MECHKAROVA, Yaroslav ARGIROV, Nikolay ATANASOV,
Aneliya STOYANOVA

Technical University of Varna, Varna, Bulgaria
e-mail: tatqna13@abv.bg; jaroslav.1955@abv.bg; nm_atanasov@abv.bg; tatuna10@abv.bg

Abstract

In the thermal power plants for the heavily loaded equipment are used machine parts made of high-strength materials having a long service life, such as high-alloy steel type GX120Mn13 (DIN EN 10349). But these steels are difficult to process and very often expensive as a processing technology. Existing methods for the production of cylindrical bushings are centrifugal casting, metal cutting or cold plastic deformation of sheet material, but cold plastic deformation has proven to be the most reliable. The aim of this article is 3D modeling and simulation of cold plastic deformation process of GX120Mn13 steel bushing.

Keywords: cold forging, bushing, computer simulation

Симуляционно деформационен анализ на процес студена пластична деформация на втулка от високолегирана манганова стомана GX120Mn13

Татяна МЕЧКАРОВА, Ярослав АРГИРОВ, Николай АТАНАСОВ,
Анелия СТОЯНОВА

1. Увод

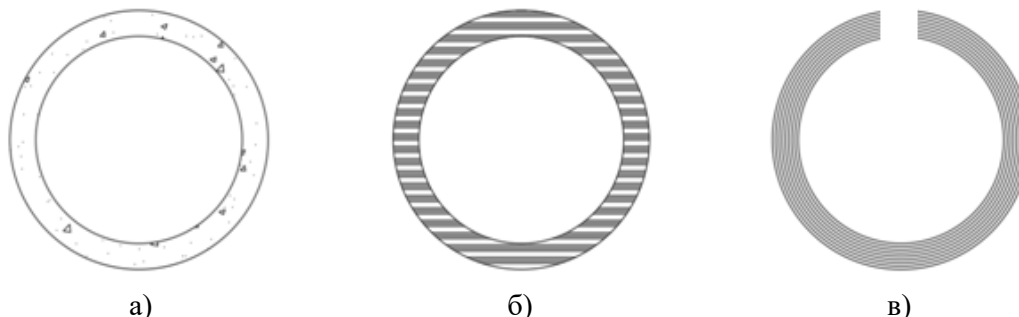
Високолегираните стомани и сплави са широко използвани метали в химическата, нефтената, енергийната и други индустрии за производството на конструкции, работещи в широк температурен диапазон, понеже в химичния си състав съдържат специфичен избор на легиращи елементи (Mn, Cr, Si).[2, 4]

Технологичните операции като огъване, изрязване, пробиване, шлайфане и други видове обработка на високолегираните стомани са сложни технологични процеси, като за създаването на висококачествен продукт се изисква специално оборудване и стриктно придържане към определена технология. Особено това важи за високолегирана стомана GX120Mn13 (DIN EN 10349), която е една от най широко използваните стомани в тежкото машиностроене за детайли притежаващи много добра износостойчивост и работа при натискови натоварвания понеже притежава уникалната способност да се наклепва при студена пластична деформация.[1, 3]

При процеса студената пластична деформация се получава изкривяване на кристалната структура на материала и всички зърна се издължават в една посока, като структурата се видоизменя в деформационна текстура.[1, 5]

2. Теоретична постановка

Известни са следните три метода за производството на втулки: центробежно леене, металорежеща обработка и студено пластично деформиране на листов материал. Те се характеризират със следните технологични особености (фиг.1).



Фигура 1. Форма на структурата при различни обработки на втулки:
 а) зърна след леене, няма наличие на влакнеста структура;
 б) прерязани влакна след металорежеща обработка;
 в) влакнеста структура след огъване;

Леенето е най-евтиния от трите метода, а най-качествени структурни и механични показатели получаваме след пластична деформация. Поради характерния химичен състав и механични свойства (Табл.1. и Табл.2) тази стомана се обработва много трудно с металорежеща обработка (стругова и фрезова).

Таблица 1. Химичен състав

	материал	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	S	P
БДС 2797-74	110Г13Л	0.90 ~ 1.5	11.5 ~ 15.0	0.30 ~ 1.00	≤1.00	≤1.00	~	≤0.050	≤0.120

При този химичен състав (Табл.1) на стомана GX120Mn13 тя има аустенитна структура, която има способността да се наклепва при студена пластична деформация с което повишава износоустойчивостта си по време на триене при условия на високо налягане и удар, висока работоспособност на студ.

Таблица 2. Свойства на стомана GX120Mn13

Механични свойства
Rm _{0,2} : 800 – 1100 (N/mm ²)
Re: 350 – 450 (N/mm ²)
Удължение A до 40%
Относително свиване Z: 40 – 55 %
Твърдост: 190-250 HB
Твърдост след закаляване около 180-200 HB
Линейно свиване: 2,6 – 2,7%
Модул на еластичност: 190-210x10 ³ (N/mm ²)

Опитно е установено, че втулките, които са студено деформирани, имат много по-голям ресурс на използване от такива, получени чрез обработките центробежно леене или металорежеща обработка на прокатни материали. Причината е в получаваната структура след трите вида обработки, която придава различни механични характеристики (фиг.1).

Отлетите втулки се характеризират с дендридна структура и множество дефекти, които пораждаат появата на пукнатини и намаляват експлоатационният им ресурс. Те се получават с най-слаби механични характеристики от трите вида обработки. От друга страна металорежещите операции прерязват влакната и също водят до предпоставки за бъдещо разрушаване и отслояване на работните повърхности. Тези недостатъци са намалени до минимум при студена пластична деформация, тъй като се формира влакнеста структура и се запазва целостта на зърната, което ги прави изключително жилави.

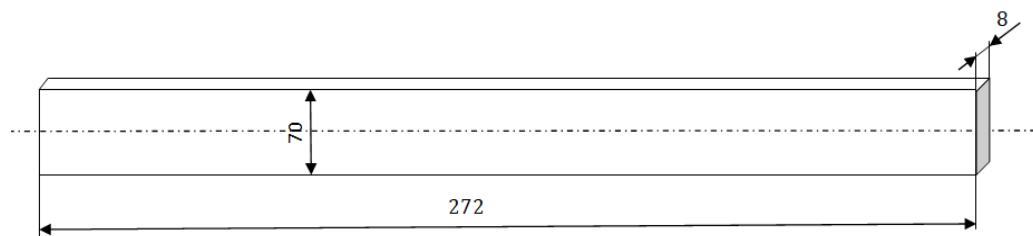
Затова целта на настоящия доклад е изследване якостните и деформационни свойства на втулка получена чрез огъване на листов материал от стомана GX120Mn13 изработена по метод студена пластична деформация, чрез използване възможностите на софтуер за симулации DeForm-F23 Ver. 11.0.

Задачата, която решава това изследване, е *създаване на реалистичен симулативен анализ на процес студена пластична деформация на втулка с радиус 25mm и дебелина на листовия материал 8mm при зададени реални работни параметри (температури, деформационно усилие и др.).*

3. Методика на експеримента

Предимството на метода студена пластична деформация и огъване на листов материал е в ниската консумация на енергия, но недостатък е трудното определяне на баланса на напреженията и деформациите. По време на огъването на материала, в него възникват напрежения, първо еластични, а след това пластични. Огъването на листовия материал се характеризира със значителна неравномерност на деформацията, като е поинтензивна в огънатата част и е почти невидима в краищата на заготовката. Ето защо, точното определяне на условната линия е едно от условията за огъване без дефекти.

За експеримента е подготвен образец от Хатфилгова стомана GX120Mn13 със следните геометрични размери фиг.2.



Фигура 2 Размери на експериментален образец от стомана GX120Mn13

Огъването му се извършва със специално разработена експериментална инструментална екипировка показана на фиг.3 състояща се в 2 матрици и 1 поансон, закрепвани към налична 20 t хидравлична преса собственост на ТУ-Варна.



а)



б)

Фигура 3. Експериментална установка:
а) инструментална екипировка
б) експериментален образец преди и след огъването

4. Компютърно симулативен анализ

За визуализиране деформацията на детайла и извършване на компютърно симулативния анализ са използвани възможностите на софтуер за моделиране на металообработващи процеси DeForm-F23 Ver. 11.

За нуждите на симулацията в програмата DeForm-F23, предварително в програмата AutoCAD са моделирани с реалните размери и форма образецът, матриците и поансона. След което са конвертирани като .stl файлове и внедрени в програмата DeForm.

В програмата DeForm от наличната библиотека материали са зададени типа на материала на образца с неговите механични характеристики, избран е материал на матриците и поансона. За реалистично представяне на процеса огъване и формиране на втулката е въведена и температура на заготовката.

4.1. Етапи на извършване на симулацията

Първа стъпка: Избор на материал на образца и матричните плочи.

- материал на матричните плочи и поансона L6(ASTM)
- материал на заготовката: GX120Mn13(DIN EN 10349);

Втора стъпка: въвеждане на работни температури.

- температура на заготовката: 20°C;

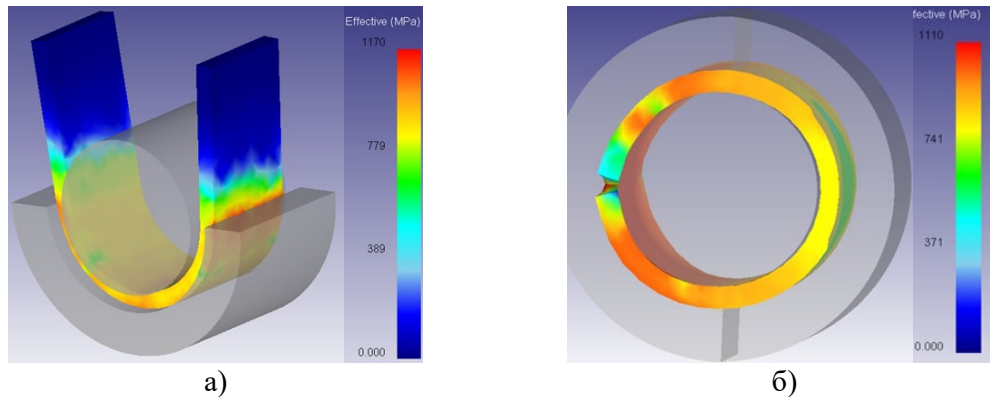
Трета стъпка: въвеждане режим на работа.

- долната матрица е зададена да е неподвижна;
- избрана е хидравлична преса: 120MN;

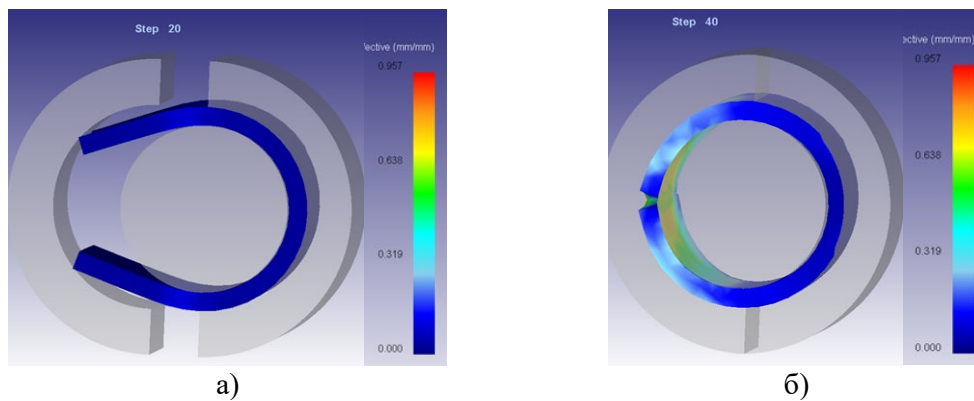
Четвърта стъпка: Стартиране на симулацията и получаване на резултати за:

- напрежения (фиг. 4 а, б),
- деформации (фиг. 5 а,б,в),
- скорости (фиг. 6).

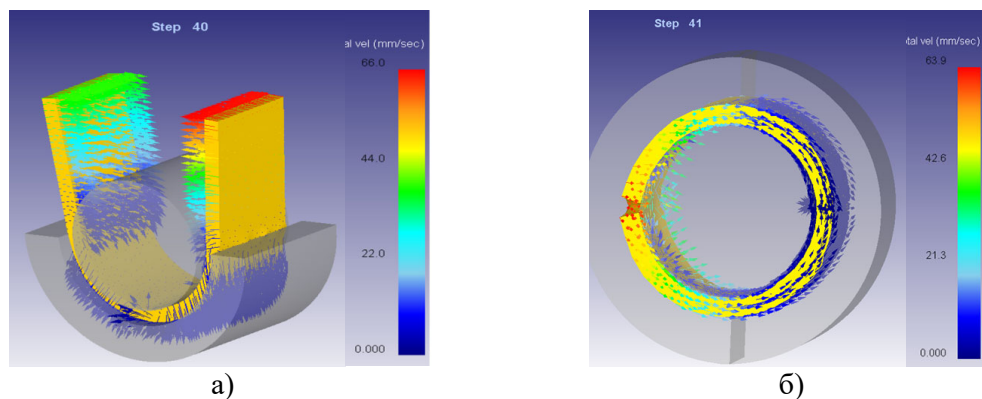
Програма DeForm дава в табличен и графичен вид резултатите от симулативния анализ на сили, деформации, напрежения, скорости на деформация на анализирания образец.



Фигура 4. Резултати за получени напрежения в образца:
а) в началото на огъването: максимални напрежения 1170MPa
б) в края на огъването: максимални напрежения 1110MPa



Фигура 5. Резултати за получени деформации в образца:
а) в началото на огъването: максимални деформации 0,957mm
б) в края на огъването: максимални деформации 0,957mm



Фигура 6. Резултати от получените скорости на деформацията в образца
а) в началото на огъването: максимални скорости на деформации 66 mm/sec
б) в края на огъването: максимални скорости на деформации 64 mm/sec

5. Заключение

Използването на симулативни 3D програми като DeForm-F23 позволява получаване на неограничен брой прогнозни резултати за реален процес на студена пластична деформация, което е икономически изгодно, тъй като пести изразходване на допълнителни финанси от реални изпитания.

Получените резултати за напрежения, деформации и скорости от симулационния анализ са под граничните стойности за зараждане на пукнатини за този материал GX120Mn13 (DIN EN 10349), което означава че са адекватни и позволяват тяхното приложение при реални процеси на студена пластична деформация.

Литература

1. Orhan Çakir “Machining of hadfield steel: an overview” pp:227-232, ICAME2016, 11-13 May 2016, Yildiz Technical University, Istanbul, Turkey.
2. Hadfield, Robert Abbott; Forrest, James (1888). Manganese-steel. Institution. p. 5
3. Elements of Metallurgy and Engineering Alloys By Flake C. Campbell – ASM International 2008 Page 376
4. R. Hadfield, 1886, “Self-hardening manganese steel”, US Patent No:333748, 2 pages