

Exploring the Technological Possibilities for 3d Scanning and Computer Simulation of Forging Gears from Steel 45

Tatyana MECHKAROVA, Aneliya STOYANOVA, Georgi ANTONOV

Technical University, Varna, Bulgaria,
e-mails: tatqna13@abv.bg, tatuna10@abv.bg, gea_print@abv.bg

Abstract

In research of new technological possibilities to study the mechanical properties of forging steel gears, is done 3d scanning and computer simulation of forging gears from steel 45. The results of the computer simulation are compared with measurements of the microhardness of the forging gears from steel 45.

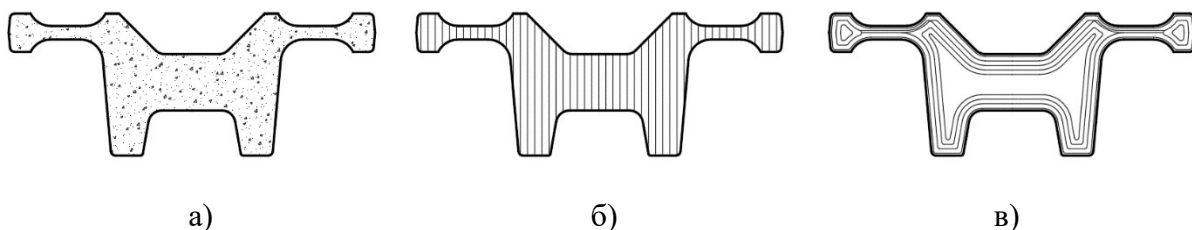
Keywords: 3d scanning, computer simulation, forging gears

Изследване технологичните възможности за обемно сканиране и изграждане на компютърен симулативен модел на шамповани зъбни колела от стомана 45

Татяна МЕЧКАРОВА, Анелия СТОЯНОВА, Георги АНТОНОВ

1. Увод

Зъбните предавки използвани в редукторите на повдигателни съоръжения тип телфери и кранове биха могли да бъдат изработени чрез: леене, металорежеща обработка със ЦПУ или шамповане на изковка. Леенето е най-евтиният от трите метода, а най-качествени структурни и механични показатели получаваме след горещо шамповане. Опитно е установено че шампованите зъбни колела имат много по голям ресурс на използване от такива получени чрез обработките леене или металорежеща обработка на прокатни материали. Причината е в получаваната структура след трите вида обработки, която придава различни механични характеристики (фиг.1).

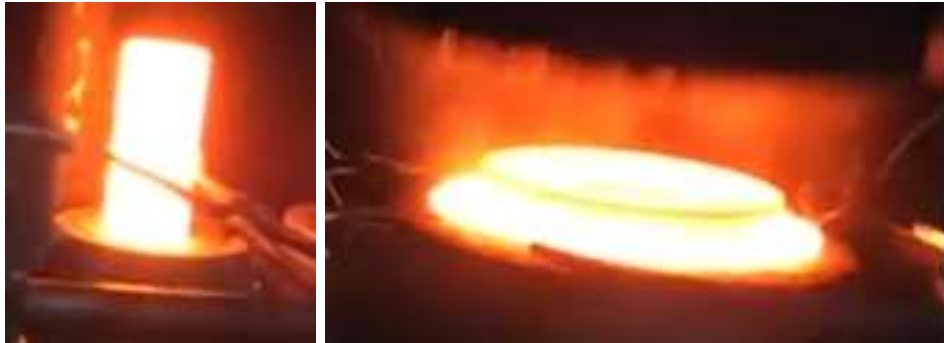


Фигура 1. Форма на структурата при различни обработки на зъбни колела:
а) зърна след леене, няма наличие на влакнеста структура;
б) прерязани зърна след металорежеща обработка;
в) влакнеста структура след горещо шамповане.

Отлетите зъбни колела се характеризират с множество дефекти които пораждат появата на пукнатини и отслабват якостта на зъбните предавки. Те се получават с най-

слаби механични характеристики от трите вида обработки. Металорежещите операции от друга страна прерязват зърната и също водят до предпоставки за бъдещо отчупване и отслояване на зъбите на зъбните колела. Тези недостатъци ги няма при горещото щамповане, тъй като се формира влакнеста структура и запазване целостта на зърната, което ги прави изключително жилави.

Затова при производството на зъбни колела на натоварени зъбни предавки основно се използва горещо щамповане (фиг.2), тъй като този процес увеличава жилавостта на стоманите включително и на разглежданата в тази статия стомана 45. Освен това стомана 45 позволява последващи термообработки, като подобряване и закаляване с ТВЧ, които допълнително подобряват структурните и механичните и свойства.



Фигура 2. Горещо щамповане на зъбни колела

2. Компютърно симулативен анализ на сканиран триизмерен модел на щампована заготовка.

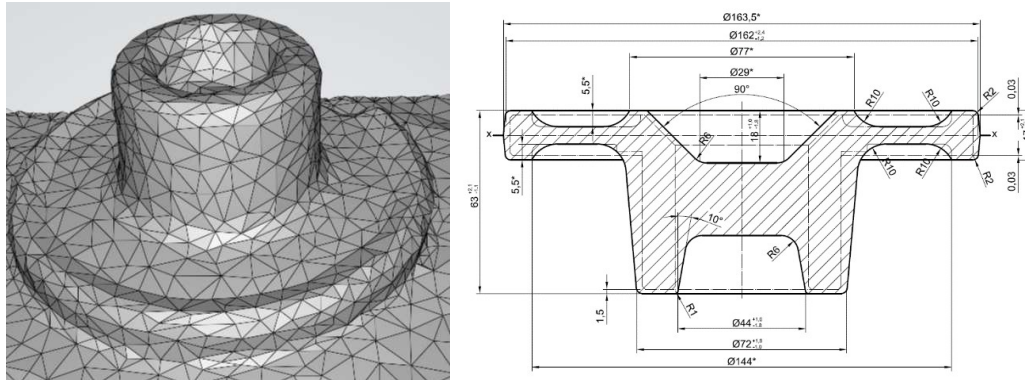
За извършване на компютърно симулативния анализ на процес горещо щамповане на изковка от стомана 45 (фиг.3), се извърши предварителното и сканиране със 3d скенер (фиг.4-а) и обработка на получения 3d модел с програма AutoCAD(фиг.4-б).



Фигура 3. Изковка на изследвано зъбно колело от стомана 45.

След сканирането на щампованата заготовка с 3d скенера се получава триизмерен модел във формат.obj, който след това може да бъде импортиран в други софтуерни продукти за неговата последваща обработка като графичен обект. Установено е, че директното импортиране, като триизмерен обект в компютърни програми за симулиране на процеси по пластична деформация не е удачно и води до неточности и грешки, тъй като превръщането на сканирания модел под формата на облак от точки в плътен обект е не лека задача. Причината е в невъзможността за генериране на точна мрежа по метод на крайните елементи върху сканираните обекти с масово използваните софтуерни

продукти. Затова се налага допълнителната му компютърна обработка в програмен продукт AutoCAD. На база получения двуизмерен модел се изчертават инструментите и се определя необходимия обем метал, а от там и габаритните размери на прокатната заготовка. Така формираните и преобразувани обекти са подходящи входни данни в компютърно симулативните програми като например този на QForm.



Фигура 4. Компютърни модели на изковката:
а) сканиран 3d модел; б) чертеж на изковката в програма AutoCAD.

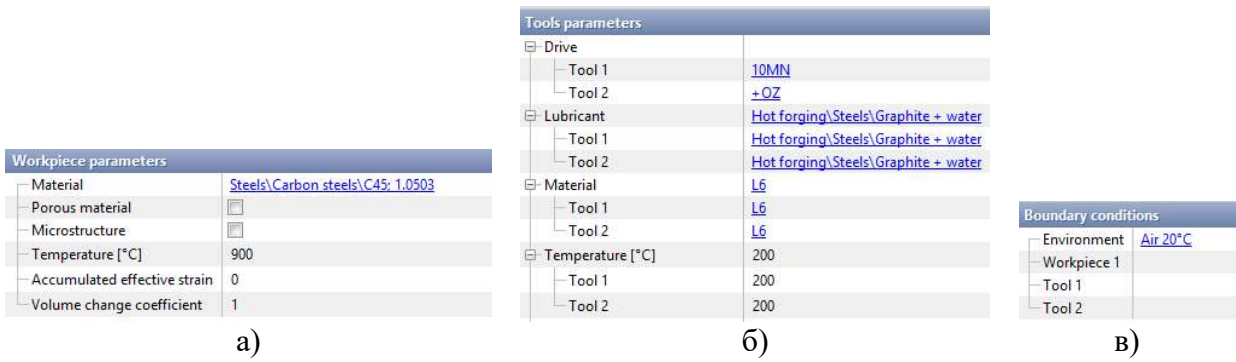


Фигура 5. Въвеждане на инструментите и цилиндричната заготовка в чертожното поле на програма QForm

Етапи на извършване на компютърна симулация на процес горещо щамповане с руския софтуерен продукт QForm.

- Въвеждане на инструментите и цилиндричната заготовка генерирани с програма AutoCAD в чертожното поле на програма QForm.
- Избор на гранични условия в програма QForm, състоящи се в: материалите на заготовката и инструментите, температура на предварително нагрятата заготовка и начална температура на инструментите, вид на щампова преса и щампови сили.
- Стартиране на симулацията и получаване на резултати за изменение на скоростите и посоката на изтичане на нагрятата заготовка (фиг.7), изменение на температурите на заготовката (фиг.8) и на инструментите (фиг.9), изменение на напреженията и деформациите в заготовката(фиг.10).

Компютърно симулативния анализ дава възможност за симулативно изследване на реалните процеси на пластично течение на метала и разпределение на напреженията по време на процес гореща пластична деформация. Икономическия ефект от това е много голям, тъй като се пести от време и материали при реално производствено проиграване и настройване на режимите на работа.



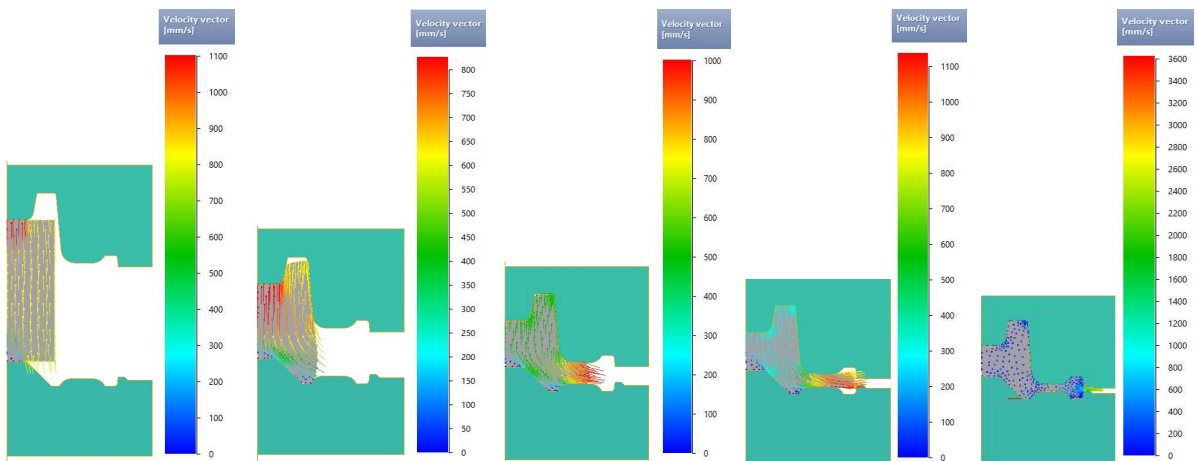
а)

б)

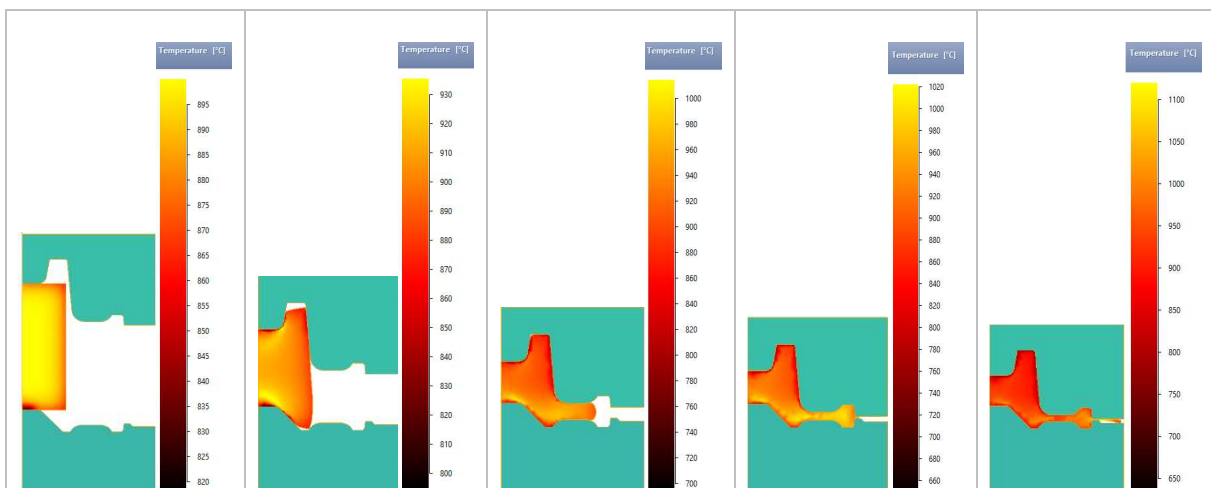
в)

Фигура 6. Избор на гранични условия в програма Qform

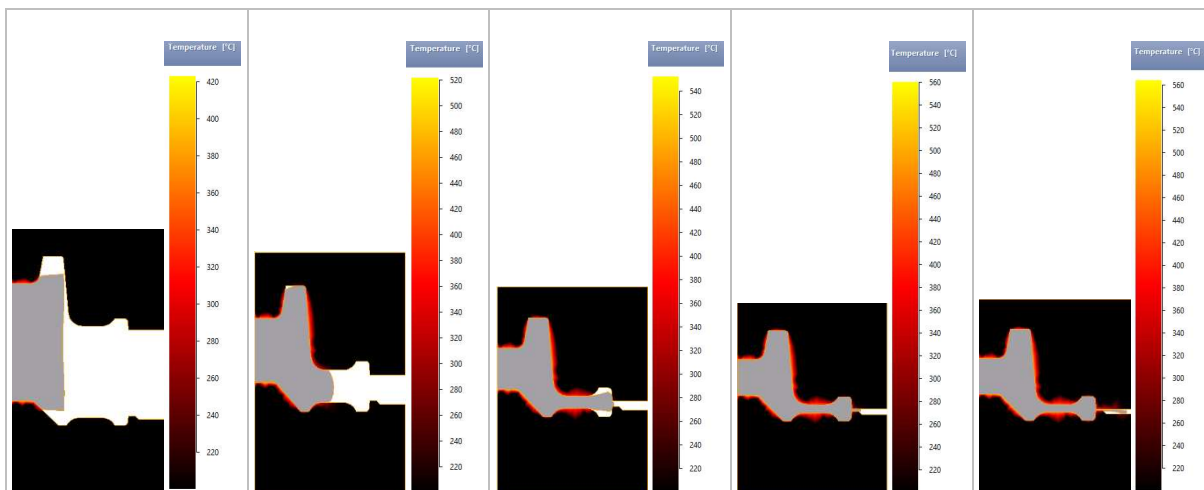
а) Параметри на заготовката; б) Параметри на инструментите; в) Параметри на околната среда



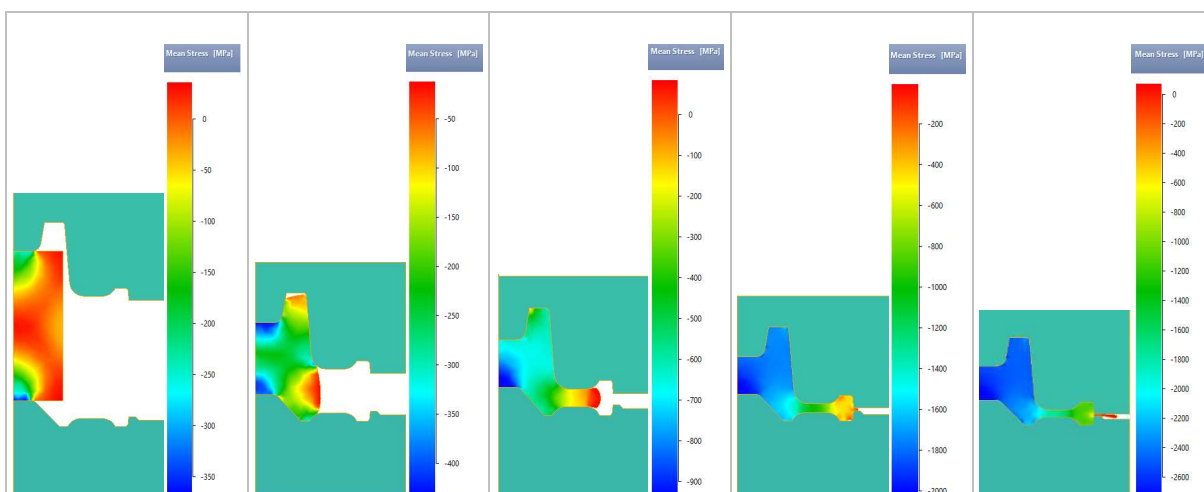
Фигура 7. Изменение на посоката и големината на скоростите.



Фигура 8. Изменение на температурите на заготовката



Фигура 9. Изменение на температурите на инструментите



Фигура 10. Изменение на напреженията, възникващи в заготовката

След извършения компютърен симулативен анализ са установени следните резултати за разглежданите параметри:

- скоростите на течение на метала се изменят в зависимост от размера на деформационните пространства, като скоростните вектори сменят посоката си в местата на чупки и преминавания от едно деформационно пространство в друго. Максималните скорости на изтичане на метала се развиват при финалното затваряне на инструментите, където сечението на свободното пространство между инструментите е малко;
- температурата на предварително нагрятата заготовка в процеса на деформиране нараства, като това се дължи на триенето което се формира между заготовката и инструментите, както и на вътрешното триене между отделните слоеве в структурата на метала на заготовката;
- температурата на инструментите се изменя в зависимост от времето на контакт между предварително нагрятата заготовка и повърхнините в контакт на инструментите, както и от триенето между тях;

- напреженията по време на пластичната деформация достигат пик малко след началото на деформацията, след което започват плавно да намаляват в посока от средата към периферията на формиращата се щампа.

3. Заключение и изводи

Навлизането на модерни методи за 3d заснемане на реални образци и детайли като 3d сканиране и 3d фотограметрия позволява бързото и сравнително точното копиране на геометрията и размерите им. Особено за обекти, които са дефектирали, предстои им възстановяване или замяна, а липсва техническа документация за тях.

Използването на симулативни 3d методи за анализ на реални производствени процеси позволява получаване на неограничен брой прогнозни резултати, което е с изключителен икономически ефект, тъй като пести изразходване на допълнителни финанси от реални изпитания.

Получените резултати за скоростите, температурите, напреженията и деформациите от симулативния анализ са адекватни и позволяват тяхното приложение при реални процеси на гореща пластична деформация.

Литература

1. Аргиров Я. 3D моделиране на образци от листов материал за определяне на уморна якост след ГКН. Известия на съюза на учените – Варна, 1, 2015, ISSN 1310-5833, стр.69
2. Аргиров Я. Изследване и уточняване технологичните особености при вакуумна циментация на зъбни колела от стомана 30ХГТ. Известия на съюза на учените – Варна, 1, 2015, ISSN 1310-5833, стр.81
3. Spasova D., Yordanov K., Mathematical model of the heat interaction between the metal matrix and the reinforcement phase during the production of Metal Matrix Composites, Annual Journal of Technical University of Varna, Bulgaria, 2(1), 2018, pp.1-8.
4. <https://www.qform3d.com/>