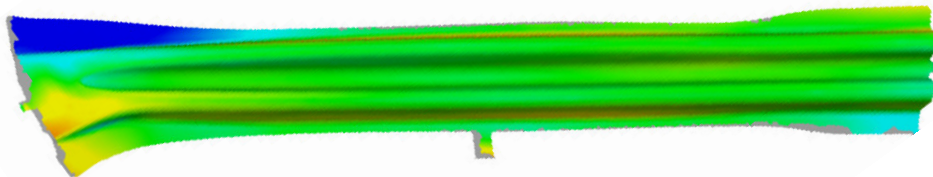
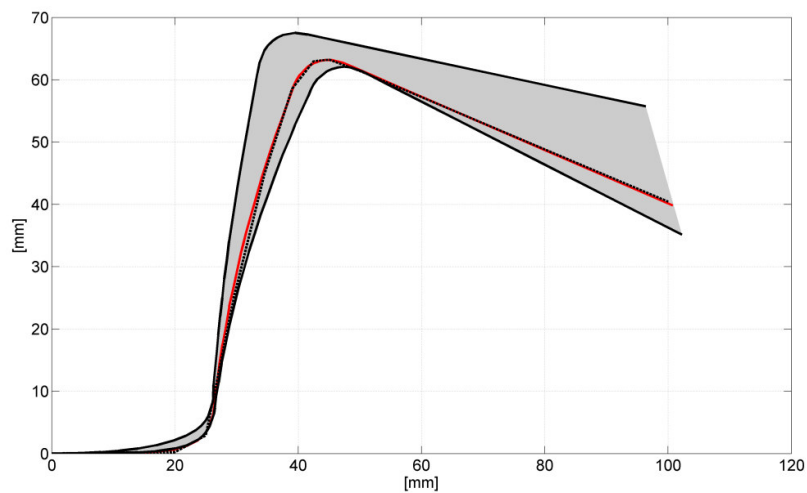


2010-01085: Simulering av återfjädring i samband med plåtformning



Mats Sigvant och Kjell Mattiasson
2012-11-05
Delprogram: Hållbar Produktionsteknik

Innehåll

1. Sammanfattning	3
2. Bakgrund	3
3. Syfte	4
4. Genomförande	4
5. Resultat	4
5.1 Bidrag till FFI-mål	5
6. Spridning och publicering	5
6.1 Kunskaps- och resultat spridning	5
6.2 Publikationer.....	6
7. Slutsatser och fortsatt forskning	6
8. Deltagande parter och kontaktpersoner	7

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör hälften.

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på www.vinnova.se/ffi

1. Sammanfattning

Projektet har studerat hur olika materialmodeller påverkar noggrannheten hos FE-predikteringar av återfjädringen i samband med plåtformning. Målet var att med hjälp av mer avancerade materialmodeller förbättra noggrannheten så mycket att man kan kompensera för återfjädringen med hjälp av FE-simuleringar av plåtformningen. Ett ytterligare mål var att en doktorand inom ämnet skulle kunna slutföra sina studier och disputerat. Resultaten från projektet visar på avsevärt förbättrad noggrannhet vilket i sin tur leder till reducering av ledtiden och kostnaden för framtagning av pressverktyg för tunnplåtskomponenter. Dessa resultat gör det även möjligt att kostnadseffektivt införa nya lättviktsmaterial i fordonsindustrin. Även målet att doktoranden skulle kunna disputerat har uppnåtts. På grund av SAAB Automobiles konkurs avslutades projektet i förtid.

2. Bakgrund

Återfjädring är den formförändring av en tunnplåtskomponent som uppstår då man tar ut den ur pressverktygen. Då plåten bearbetas för att få sin slutgiltiga form, dvs formas och hål och överskottsmaterial klipps bort, uppstår inre spänningar i materialet som balanseras av kontaktrycken från verktygsdelarna. När sedan verktygen tas bort innebär det att en ny jämvikt måste uppnås med bara de inre spänningarna som drivkraft. För att nå denna nya jämvikt krävs att detaljens form förändras.

Återfjädringens storlek beror på ett antal olika parametrar, tex detaljens form, friktionsförhållanden under formningen, processparametrar och plåtmaterialets egenskaper. För plåtmaterialet gäller att ju större kvoten mellan materialets styrka (σ) och dess elasticitetsmodul (E) är, desto större är återfjädringen (om man inte gör åtgärder för att motverka återfjädringen). Detta leder till att återfjädring är ett stort problem för nya lättviktsmaterial. För de höghållfasta stålen är det de höga spänningarna som är problemet och för aluminiumlegeringar är det den låga E -modulen som ger stor återfjädring.

Sedan mer än ett decennium är FE-simulering av plåtformning en viktig del av beredningsarbetet för nya fordon. Vissa resultat predikteras med mycket hög noggrannhet, tex töjningsfördelningen i detaljen och risken för sprickor, medan noggrannheten för andra resultat, tex återfjädring har varit lägre. Detta har länge varit ett dilemma för beräkningsingenjörerna och mycket tid och arbete har lagts ner på att förbättra noggrannheten. En stor del av förklaringen till problemen med återfjädringspredikteringen ligger i att det är spänningarna i materialet som driver återfjädringen. Det är nämligen så att med FEM är det svårare att prediktera spänningar

noggrant än töjningar och detta beror på hur resultaten beräknas. Varje beräkningscykel i en FE-beräkning börjar med att alla noders förskjutning beräknas, därefter beräknas töjningarna genom att derivera förskjutningarna och slutligen beräknas spänningarna med hjälp av töjningarna och en konstitutiv modell (även kallad materialmodell). För att prediktera spänningarna med hög noggrannhet krävs därför att man har en noggrann FE-modell och en materialmodell, som beskriver materialet egenskaper väl. Dessutom krävs det att man som input till materialmodellen använder exakta data för olika material.

3. Syfte

Syftet med projektet var att studera effekterna på återfjädringsresultaten när olika typer av materialmodeller används i formningssimuleringen, för att slutligen kunna rekommendera en kommersiellt tillgänglig materialmodell, som ger högst noggrannhet. Att ta fram experimentella metoder för att ta fram indata till den valda materialmodellen ingick även i projektet. Slutligen var ett mål med projektet att en doktorand som började sitt arbete i det föregående MERA-projektet om plåtformningssimulering skulle kunna slutföra sina studier och avlägga doktorsexamen.

4. Genomförande

Forskningen inom det aktuella området har på senare år fokuserats mer och mer på olika aspekter av materialmodellering. Det aktuella projektet har emellertid tagit ett helhetsgrepp på detta problemområde, som ingen har gjort tidigare. En stor styrka med detta projektet är att experimentellt arbete genomgående har bedrivits parallellt med det teoretiska utvecklingsarbetet. Karakterisering av materialegenskaperna för den aktuella tillämpningen har således varit en viktig del av arbetet.

Även olika FE-program har används i studien. Inom doktorandarbetet användes ett generellt FE-program med möjlighet att lägga till egna implementeringar av tex olika materialmodeller. I studien av prediktering av återfjädring hos tunnplåtskomponenter tillverkade av aluminium och i de industriella studierna har ett FE-program som endast används för formningssimuleringar använts.

5. Resultat

Det viktigaste resultatet från projektet är att återfjädringen hos tunnplåtskomponenter, tillverkade av både stål och aluminiumlegeringar, kan predikteras med hjälp av FEM med hög noggrannhet. Detta kommer i sin tur leda till stora besparingar vad det gäller ledtid och kostnader för framtagning av pressverktyg för tunnplåtskomponenter. Resultaten gör det även möjligt att kostnadseffektivt införa nya lättviktsmaterial i fordonsindustrin. Slutligen har projektet medverkat till att en doktorand kunde disputera. Han är numera anställd på krockberäkningsavdelningen på Volvo Personvagnar.

5.1 Projektets bidrag till FFI-mål

Det aktuella projektet har bidragit till följande av FFI-programmets mål:

- medverka till en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige
- genomföra industriellt relevanta utvecklingsåtgärder
- leda till industriell teknik- och kompetensutveckling
- bidra till tryggad sysselsättning, tillväxt och stärkt FoU-verksamhet
- medverka till att konkreta produktionsförbättringar görs hos deltagande företag
- förstärka forskningsmiljöer kring utvalda och prioriterade forskningsområden inom produktionsteknik
- verka för att ny kunskap tas fram och implementeras, samt att befintlig kunskap implementeras i industriella tillämpningar
- stärka samverkan mellan fordonsindustrin och myndigheter, universitet, högskolor och forskningsinstitut
- verka för att den nationella kompetensförsörjningen tryggas samt att FoU med internationell konkurrenskraft etableras

Huvuddelen av arbetet i projektet har utförts av doktoranden och resultat från detta arbete har presenterats i internationella vetenskapliga tidskrifter. Avhandlingen skrevs och försvarades på engelska vid disputationen och opponent var Professor Luiz Menezes, Department of Mechanical Engineering, University of Coimbra, Portugal. De slutliga resultaten från doktorandarbetet har sedan testats hos de medverkande företagen.

6. Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultatspridning

Den mycket tuffa konkurrenssituationen inom fordonsindustrin gör att alla åtgärder som gör att produkter kan presenteras snabbare och till en lägre utvecklingskostnad är viktiga. Till detta kommer ytterligare krav på fordonsindustrin, tex ökad krocksäkerhet och lägre miljöpåverkan av fordon, vilket kräver nya typer av material. Resultaten från detta projekt gör det möjligt för industrin att möta dessa krav och detta kan påskynda spridningen av dem.

6.2 Publikationer

- [1] Eggertsen PA, Mattiasson K (2011). A phenomenological model for the hysteresis behavior of metal sheets subjected to unloading/reloading cycles. J Man Sci Eng ASME, Vol 133/061021.
- [2] Eggertsen PA, Mattiasson K (2011). On the identification of kinematic hardening material parameters for accurate springback predictions. Int J of Mater Form (2011) 4:103–120.
- [3] Eggertsen PA, Mattiasson K, Hertzman J (2011). Experiences from experimental and numerical springback studies of a semi-industrial forming tool. Int J of Mater Form. DOI 10.1007/s12289-011-1052-9.
- [4] Eggertsen PA. Prediction of springback in sheet metal forming, Doctoral thesis, Chalmers University of Technology, 2011.

7. Slutsatser och fortsatt forskning

Slutsatsen från projektet är att om man använder en noggrann materialmodell och noggrant beskrivna materialdata så kan man prediktera återfjädring med hög noggrannhet. Projektdeltagarna bedömer att predikteringarna är så noggranna att man kan använda dem för att kompensera för återfjädringen i beredningsarbetet innan pressverktygen tillverkas.

Även om resultaten är mycket goda från projektet kan man alltid förbättra sig. Det fortsatta arbetet bör inriktas på:

- Utföra materialprovning av flera material för att bygga upp kunskap om olika typer av plåtmaterials egenskaper. Ett resultat från denna studie kan vara att man hittar "standardvärden" för olika typer av material, som kan användas i tidiga formningssimuleringar innan man har hunnit prova ett nytt material fullständigt.
- Projektet har endast provat två olika aluminiumlegeringar. Detta är ett område där det pågår mycket utveckling hos våra materialleverantörer och det kommer ständigt nya aluminiumlegeringar på marknaden. Ett stort arbete är därför att bygga upp kunskap om de nya materialen. Det kan tex visa sig att vissa av dem har helt nya egenskaper, som kräver en ny typ av materialmodell och andra materialdata.
- Även friktionen i pressverktygen har påverkan på återfjädringsresultaten. Därför är det även viktigt att ta fram noggranna friktionsmodeller och friktionsdata för olika smörjmedelskombinationer som finns på marknaden. Detta gäller speciellt för aluminiumlegeringar.

De två senare punkterna kommer att studeras i ett redan beviljat FFI-projekt: 2012-02168
Högvolymsproduktion av aluminiumkomponenter – ALKOMP.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner

Part	Roll och ansvarsområde	Personal och andra resurser
Volvo Personvagnar	Projektledare Industriell implementering	Mats Sigvant
SAAB	Industriell partner	Mats Larsson
SCANIA	Industriell partner	Rikard Ottosson
Chalmers	Forskningsutförare	Forskningsledare: Adj. Prof. Kjell Mattiasson Doktorand: Per-Anders Eggertsen

Kontaktperson:

Mats Sigvant Tekn.Dr

Teknisk Expert, Plåtformningssimulering

81153 Stamping CAE & Die Development

Volvo Cars Manufacturing Engineering

mats.sigvant@volvocars.com

+46 454 26 53 68