

Skyddande ytskikt för varmformade komponenter (Protective Metal Coating)



Lisa Levander
2015-01-30
Hållbar produktionsteknik

Innehåll

1. Sammanfattning.....	3
2. Bakgrund	4
3. Syfte.....	6
4. Genomförande.....	6
5. Resultat	6
5.1 Bidrag till FFI-mål	8
6. Spridning och publicering.....	8
6.1 Kunskaps- och resultatspridning	8
6.2 Publikationer	8
7. Slutsatser och fortsatt forskning.....	9
8. Deltagande parter och kontaktpersoner	9

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

Presshårdning är en speciell termomekanisk process för att tillverka tunna ultrahöghållfasta säkerhetskomponenter till bilindustrin såsom sidokrockskydd och stötfångarprofiler. Tekniken kan sammanfattas i att plåtar med förutvecklad geometri värms i en ugn till över 900°C i några minuter, och sedan formas och kyls samtidigt, så att stålet härdar.

Vid presshårdning bildas det på obelagt stål en löst sittande oxid på ytan, vilken måste tas bort med hjälp av blästring för att möjliggöra efterföljande svetsning och lackering. Blästringen är ett både kostsamt och energislukande processteg som dessutom påverkar komponenternas form negativt.

Projektets mål har varit att undersöka en speciell förbehandling av obelagt borstål som efter press-hårdning resulterar i ett material vars oxid uppvisar en väldigt god vidhäftning till det underliggande stålet. Effekten av denna förbehandling skulle verifieras och processen optimeras för att kunna implementeras i en befintlig varmformningslinje. Implementering av den nya processen skulle leda till att det oönskade blästringssteget kan undvikas.

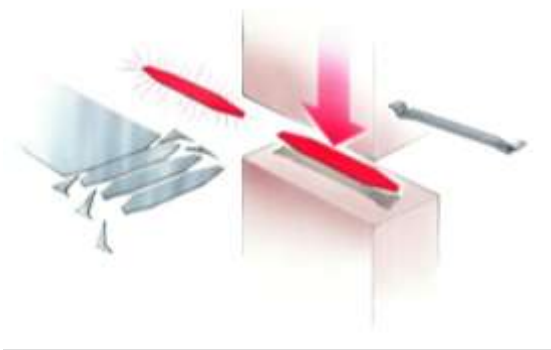
Projektet har skett i nära samarbete mellan Gestamp HardTech AB, Swerea MEFOS och Luleå Tekniska Universitet (LTU). Material som uppvisar olika grad av oxidvidhäftning har producerats både i labb- och pilotskala, och detta material har undersökts, testats, och karakteriserats för att bygga upp en förståelse för vad som påverkar den producerade oxidens vidhäftning, och därmed kunna optimera processen för att därefter implementera den.

Forskningen som bedrivits inom projektet har lett till en ökad förståelse för oxidtillväxten under presshårdning och de faktorer som påverkar oxidens vidhäftning, inte bara under den föreslagna nya processen, men även vid standardprocessen. Effekten av förbehandlingen har verifierats, men små variationer hos det inkommande materialet påverkar processfönstret, vilket gjort att implementeringsarbetet försvårats. Förhoppningen är dock att den genom projektet förvärvade kunskapen kommer att leda till att en stabil process kan utvecklas där presshårdade komponenter produceras utan att efterföljande blästring är nödvändig.

2. Bakgrund

Presshårdning är en speciell termomekanisk process för att tillverka ultrahöghållfasta komponenter genom simultan formning och härdning av valsad plåt. Största delen av produktionen av presshårdade komponenter används inom bilindustrin som säkerhetskomponenter i karosser, främst som element i karossens säkerhetsbur såsom a-, b-, c-stolpar, sidokrockskydd och takbågar men även som stötfångarprofiler både fram och bak. Tekniken uppfanns på 70-talet av dåvarande Norrbottens Järnverk i samarbete med Luleå Tekniska Högskola, och presshårdade komponenter användes för första gången i bilindustrin 1984. Tekniken har växt explosionsartat; den årliga produktionen av presshårdade komponenter inom bilindustrin har ökat från 3 miljoner 1987 till 8 miljoner 1997, och förväntas överstiga 600 miljoner till 2015 [1].

Presshårdningstekniken kan sammanfattas i att stansade eller laserskurna plåtar med förutvecklad geometri (s.k. *ämnen*) värms i en ugn till 900–950°C i 3–10 min [2], så att stålet austenitiseras. Därefter förs ämnet ut ur ugnen till ett pressverktyg, där ämnet formas och kyls samtidigt, så att stålet härdar och får en martensitisk mikrostruktur. En illustration av tekniken återges i Figur 1.



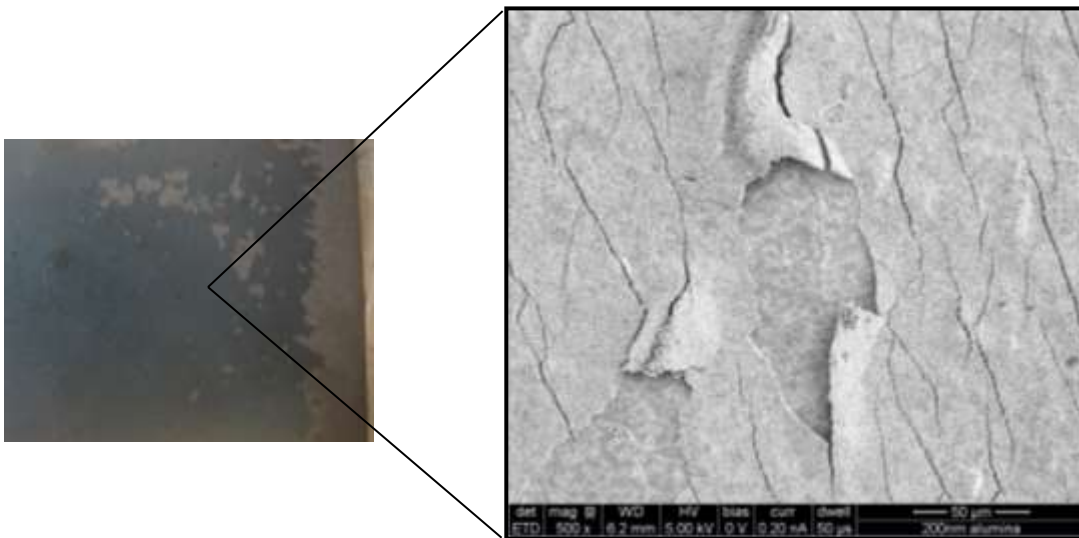
Figur 1. Illustration av presshårdningstekniken.

Tekniken har många fördelar över de vanliga kallformningsprocesserna. Den möjliggör tillverkning av komponenter med betydligt högre hållfasthet, vilket gör att man kan minska tjockleken på komponenterna och därmed minska fordonsvikten. Värmningen av ämnena ger en ökad formbarhet av stålet, vilket gör att komponenter med mer komplexa geometrier kan tillverkas. Den simultana härdningen gör dessutom att man får väldigt lite eller ingen springback.

En nackdel med formning av varma ämnen är att det på obelagt stål bildas en löst sittande oxid på ytan, (se Figur 2), vilken måste tas bort med hjälp av blästring för att möjliggöra efterföljande svetsning och lackering. Blästringen är ett både kostsamt och energislukande processteg som dessutom påverkar komponenternas form negativt. Stora mängder blästermedel (små stål- eller keramiska partiklar) transporteras till fabriken och förbrukas med tiden i maskinerna. Kvar blir ett fint stoft som anses vara miljöfarligt avfall och därmed kräver kostsam och miljöanpassad deponi.

För att undvika bildandet av löst sittande oxider, och därmed slippa blästringssteget, används idag mest belagt stål med ett skyddande lager. Denna metod har dock en rad nackdelar, såsom höga kostnader och ökad risk för väteförspädning av komponenterna. Den medför dessutom påkladdning av beläggningen på ugnsrullarna, vilket ökar underhållskostnaden.

Forskning har riktats mot att undvika oxidering, men väldigt lite mot kontrollerad oxidering och mot att förstå vad som påverkar vidhäftningen hos den bildade oxiden och att försöka få oxiden att sitta fast på stålsubstratet.



Figur 2. Makroskopisk och mikroskopisk bild av löst sittande oxid som bildas på stålytan vid presshärdning av obelagt stål.

3. Syfte

Projektets mål har varit att undersöka en specifik förbehandling av obelagt borstål som efter press-härdning resulterar i ett material vars oxid uppvisar en väldigt god vidhäftning till det underliggande stålet. Effekten av denna förbehandling skulle verifieras och processparametrarna relateras till oxidens egenskaper. Processen skulle därefter optimeras för att kunna implementeras i en befintlig varmformningslinje.

Med hjälp av den kunskap som skulle förvärvas inom projektet skulle implementering av denna process möjliggöras, vilket i sin tur skulle leda till att

- Ett material tas fram med bättre korrosionsegenskaper än blåstrat material som nu produceras via standardprocessen.
- Energiförbrukningen kan sänkas med 30% jämfört med standardprocessen, eftersom efterföljande blåstring av komponenter kan uteslutas ur produktionskedjan, samt att processen möjliggör snabbare uppvärmning av ämnena.

4. Genomförande

Projektet har skett i nära samarbete mellan Gestamp HardTech AB, Swerea MEFOS och Luleå Tekniska Universitet (LTU). Material har producerats både i labb- och pilotskala enligt den nya processen där processparametrarna har kontrollerats och varierats för att rama in processfönstret och för att producera material vars oxid uppvisar olika grad av vidhäftning till stålet. Detta material, tillsammans med icke förbehandlat referensmaterial, har undersökts, testats, och karakteriserats för att bygga upp en förståelse för vad som påverkar den producerade oxidens vidhäftning, och därmed kunna optimera processen och därefter implementera den.

5. Resultat

Forskningen som bedrivits inom projektet har lett till en ökad förståelse för oxidtillväxten under presshärdning och de faktorer som påverkar oxidens vidhäftning, inte bara under den föreslagna nya processen, men även vid standardprocessen.

Effekten av förbehandlingen har verifierats – både planhärdat och format material har vid flera tillfällen producerats vars beläggning/oxid visat mycket bra vidhäftning till substratet, utan att efterföljande blästring är nödvändig. Förbehandlingen ger en tydlig effekt, vilket syns vid direkt jämförelse av förbehandlat och icke förbehandlat material, se även Figur 3. Dessutom resulterar förbehandlingen i en snabbare uppvärmning av ämnena. Resultat från korrosionsprovning indikerar dock inte att en markant förbättring sker i korrosionsegenskaper gentemot blästrat material.

En robust, snabb, och enkel utvärderingsmetod av oxidens vidhäftning har utvecklats – ett enkelt tejptest – där löst sittande oxid fastnar på tejen medan vidhäftande oxid inte gör det. Resultaten från tejptestet uppvisar bra överensstämmelse med iakttagelser av bl.a. flagande av oxiden från klippta kanter, materialkaraktärisering, och annan provning.

Forskningen inom projektet har resulterat i kunskap om varför och under vilka förhållanden förbehandlingen fungerar och processparametrarna har relaterats till den resulterande oxidens vidhäftning. Förbehandlingen har effektiviserats, och processfönstret ringats in. Däremot påverkas detta processfönster av till synes små skillnader hos det inkommande kallvalsade materialet, vilket gjort att optimerings- och implementeringsarbetet försvårats och försenats. Förhoppningen är dock att den genom projektet förvärvade kunskapen kommer att leda till att en stabil process kan utvecklas där presshårdade komponenter produceras utan att efterföljande blästring är nödvändig.



Figur 3. Presshårdning av icke förbehandlat referensmaterial (till vänster) och förbehandlat material (till höger) vars oxider uppvisar dålig respektive utmärkt vidhäftning. Bilderna visar verktygsytan efter presshårdning och den mängd oxid som flagat av från ämnena, samt de producerade plåtarna och respektive tejptest.

5.1 Bidrag till FFI-mål

Projektet bidrar till flera av de mål som är relevanta för Hållbar produktionsteknik. I projektet har Gestamp HardTech, underleverantör till fordonsindustrin, samverkat med både Luleå Tekniska Universitet och forskningsinstitutet Swerea Mefos, och forskning har bedrivits i nära samarbete mellan dessa tre projektpartners. Detta samarbete har lett och kommer att fortsätta leda till att höja kompetensen och stärka inom Gestamps FoU-avdelning, vilket förstärker dess position inom organisationen och ökar chansen till att verksamheten får fortsätta bedrivas i Luleå och Sverige, och att den dessutom får expandera, vilket leder till fler arbetstillfällen i Norrbotten. Den ökade kompetensen stärker dessutom Gestamps konkurrenskraft internationellt.

Utöver de övergripande målen har projektets mål även adresserat de programspecifika målen. En eliminering av blåstring leder till en effektiviserad produktion, bättre toleranser på produkten, och en minskad miljöpåverkan. En snabbare uppvärmning av ämnena leder också till minskad energiförbrukning.

Den ökade förståelse för oxidtillväxten och de faktorer som påverkar vidhäftningen av järnoxid på kolstål kommer att vara till nytta inte bara inom presshärtningsindustrin, men även inom andra delar av industrin och för akademien.

6. Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultatspridning

I en strävan att uppnå ytterligare viktninskningar inom bilindustrin har intresset väckts för material med ännu högre hållfasthet än de som produceras via presshärtning idag. Sådana lösningar kan vara att använda stål med ännu högre hållfasthet och att införliva kolfiberkompositer i presshärtningstekniken. I båda fall är belagda stål ett hinder, dels för att beläggningen hindrar diffusion av diffusibelt väte ut från stålet och därmed ökar risken för väteförsprödning då stålets hållfasthet ökar, och dels för att det verkar vara svårt att införliva kompositer med dagens belagda stål. Av dessa anledningar kan den nya förbehandlingsprocessen komma att bli än mer intressant för presshärtningsindustrin, och det skulle kunna påskynda spridningen av projektresultaten.

6.2 Publikationer

Inga externa publikationer har släppts till dags dato, men planeras att göras under 2015, efter att ha utfört kompletterande undersökningar.

7. Slutsatser och fortsatt forskning

Projektet har uppvisat mycket lovande resultat beträffande möjligheten att helt kunna eliminera behovet av blästring. Forskningen som bedrivits inom projektet har lett till en ökad förståelse för oxidtillväxten under presshårdning och de faktorer som påverkar oxidens vidhäftning. Fortsatt forskning kommer bedrivas för att nå djupare förståelse, för att kunna utveckla en stabil process och sedan optimera den för att kunna skala upp den till serieproduktion.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner



Kontaktperson

Lisa Levander

llevander@se.gestamp.com

Referenser

1. M. Schupfer, K. Steinhoff, Proc. 3rd International conference on hot sheet metal forming of high-performance steel, Kassel, Germany, June 13–16, 2011, 271-282.
2. Fan, D.W, De Cooman, B.C, State-of-the-knowledge on coating systems for hot stamped parts (2012) Steel Research International, 2012, 83, 5, 412-433.