

FF, Förband med floatglas



Författare: Åsa Lundevall
Datum: 2016-09-30
Delprogram: FFI, Hållbar produktion

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG



SCANIA VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Bakgrund.....	4
3 Syfte, frågeställningar och metod.....	4
4 Mål	4
5 Resultat och måluppfyllelse	5
Spridning och publicering	7
5.1 Kunskaps- och resultatspridning	7
5.2 Publikationer.....	7
6 Slutsatser och fortsatt forskning	8
7 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	8

1 Sammanfattning

Limning av glas är komplext och innehåller många samverkande delar. Inte bara limmets egenskaper och geometri påverkar vidhäftningen och därmed fogens styrka utan även glasets kemi och renhet. Glasets ytkemi kan variera av många olika anledningar och detta kommer att påverka fogens styrka. Det kan påverkas av ingående ingredienser i glaset, hur tillverkningsprocessen av glaset ser ut, om glaset vid tillverkningen varit i kontakt med tennbadet eller atmosfären, efterbehandling i form av härdning/beläggning, glasytans ålder etc.

Avsikten med projektet var att möjliggöra införandet av atmosfärsplasmabehandling för effektiv rutlimning för fordonsindustrin tillsammans med automatiserad smutsavsyning. Därför har det övergripande målet med projektet varit att skapa en stabil, tillförlitlig och verifierad process för att rengöra och ytaktivera med atmosfärsplasma inför limning av glas med/utan ceramic frit och genom det ersätta primerbeläggningen hos glasleverantören.

För limning med rutlim mot glas är hydroxylgrupperna på glaset viktiga, $\equiv\text{Si-OH}$. Dessa grupper är reaktionssäten för silaner och spelar en mycket aktiv roll i den kemiska bindningen mellan polyuretanlimmet och glaset. Projektet har studerat hur dessa påverkas av olika behandlingar. Området är mer komplext än vad som förutsågs och därför är det intressant att arbeta vidare med att vidare verifiera en i projektet nyutvecklad metod för att snabbare analysera graden av silanoler i glasytan med ESCA/XPS.

Projektet har också undersökt och sett skillnaden i limbarhet mellan glas, mellan olika lim, hur åldring och plasmabehandling påverkar ytenergin och limbarheten. Resultaten visar att plasmabehandling kan rengöra ytan från organiska föroreningar, förbättra ytenergin sett ut limbarhetssynpunkt samt kan generera bättre limförband. En effekt med utförd plasmabehandling i projektet är uppvärmning av ytan. Det medför en reduktion i graden av silanoler i ytan. För att kompensera för detta har en ny plasmaprocess utvecklats och utvärderats med kemiska analyser och limning. Studien visar goda resultat men skulle vara intressant att verifiera ytterligare med fler replikat liksom processoptimering.

Som en del i kvalitetssäkringen har projektet arbetat med smutsavsyning för massproduktion. Projektet har arbetat med att identifiera möjliga tekniker och därefter prövat dem med ett urval av befintliga utrustningar på marknaden. En större screening gjordes initialt och de utrustningar som gav intressanta resultat studerades vidare i en djupare studie med avseende på smutstyp och mängd. Många utrustningar hade svårt att identifiera den i projektet använda smutsen på glas och av de som kunde var det ett fåtal som kunde avgöra skillnader i mängd.

Ett casen som ett av fordonsföretagen har drivit har varit ett fiktivt implementerings case där personal från R&D, från produktion och teknisk beredning samt forskare har deltagit i och kompletterat med FMEA och business case.

Ett annat av demonstratorcase har verifierat effekten av plasmabehandling på lack och glas inför rutlimning. Plasmabehandlingen har jämförts med andra typer av relevanta förbehandlingsmetoder. Arbetet har också kompletterats med smutsavsyning på lack motsvarande den på glas samt en limbarhetsstudie på ytor med olika grad av kontaminering.

I ett annat av demonstratorcase har en av fordonstillverkarna tillsammans med forskare prövat den mest lovande smutsavsyningsutrustningen i sin fabrik och tittat på hanterbarhet och avvikelser över ytan med och utan tvätt.

Kunskapsspridning i projektet har huvudsakligen skett genom workshops, kurser och publikationer. Projektgruppen har varit väldigt engagerad, samarbetet och det tekniska arbetet har genererat mycket kunskapsuppbyggnad.

2 Bakgrund

Limning av glas är komplext och innehåller många samverkande delar. Inte bara limmets egenskaper och geometri påverkar vidhäftningen och därmed fogens styrka utan även glasets kemi och renhet. Glasets ytkemi kan variera av många olika anledningar och detta kommer att påverka fogens styrka. Glasets kemi i ytan påverkas av vilka ingående ingredienser glaset har, hur tillverkningsprocessen av glaset ser ut, om glaset vid tillverkningen varit i kontakt med tennbadet eller atmosfären, efterbehandling i form av härdning/beläggning, glasytans ålder etc.

Idag innebär de glasade ytorna en begränsning i fogarnas samspel med karossen och möjligheten till strukturellt lasttagande vid krock. Helhetskunskapen och förmågan som krävs för att våga konstruera för detta fullt ut saknas. För att nå dit i framtiden krävs att processen utvecklas ytterligare så att kvaliteten och repeterbarheten hos förbandet mellan ruta mot kaross stärks. Därför krävs djupare kunskap om glas, förbehandling, limning och metoder för avsyning in line i massproduktion.

3 Syfte, frågeställningar och metod

Tanken med plasmabehandling före rutlimning är att på ett kontrollerat sätt kunna rengöra och förbehandla ytan som ska limmas direkt i produktion innan limningen och på så sätt ersätta primer processen och dessa kemikalier hos glasleverantören och efterföljande transport till fordonsföretagen med risk för kontaminering.

Det ställs mycket höga krav på kvalitetssäkring av fogningsprocessen. Ännu finns inte något industriell metod som används för att mäta fogens styrka på oförstörande sätt och dess kvalitet objektivt. Initiativ åt det hållet finns, men idag är man hänvisad till att skapa bästa möjliga förutsättningar för limfogen från början och med repeterbart hög kvalitet.

Projektet FF har tagit fasta på problematiken och har haft som avsikt att skapa en kvalitativt repeterbar förbehandlingsprocess för limning av glas samt automatisk avsyning av glasets renhet före limning och på så sätt bidra till att skapa en helhetslösning för rutlimning. Arbetet i FF har varit att undersöka möjligheten och skapa en metod för att kunna införa atmosfärsplasma-behandling för effektiv rutlimning för fordonsindustrin.

Projektet har varit indelat i sju arbetspaket vilka i korthet har fokuserat på att:

- Bygga upp en kompetensbas om glas och glaskemins påverkan av vidhäftning vid limning mot glas
- Utvärdera plasmabehandlingens effekt på glas med/utan black off
- Ta fram processfönster för plasmabehandling av glas med/utan black off före limning
- Ta fram guidelines för plasmabehandling av glas med/utan black off före limning
- Identifiera metoder för automatiserad smutsavsyning före limning
- Välja en till två automatiserade smutsavsyningsmetoder för djupare utvärdering
- Pröva optimerad plasmabehandling före rutlimning på en till två demonstratorer och utvärdera effekten
- Verifiera atmosfärsplasmabehandling av rutlimningsprocessen, både på lack och glasytan, i demonstrator för att verifiera den slutliga effekten av plasmabehandling för rutlimning
- Förbereda för implementering genom förslag på implementering och produktionsupplägg samt utvärdering av konceptet i ett business case
- Rapportering och kunskapsspridning av resultat

4 Mål

Avsikten med arbetet var att möjliggöra införandet av atmosfärsplasmabehandling för effektiv rutlimning för fordonsindustrin och på så sätt möjliggöra ett teknikskifte där större andel glas och komplexa glasdesigner i fordon kan implementeras på ett tryggt och säkert sätt tillsammans med automatiserad smutsavsyning.

Det övergripande målet med projektet var att skapa en stabil, tillförlitlig och verifierad process för rengöring och ytaktivering med atmosfärsplasma inför limning av glas med/utan ceramic frit. Detta för att säkerställa en effektiv, kapabel och hållbar process för rutlimning som ökar möjligheten att skapa säkra fordon, medger nya innovativa designlösningar och ökad andel glasade ytor.

Delmål för FF

- högre produktivitet
- minskad miljöpåverkan
- ökad glaskemi- och limningskompetens
- automatisk renhetsbedömning innan limning
- stärka utvecklingskedjan genom medverkan av material-, utrustnings- och underleverantör (inkl. SME)
- generisk kunskapsuppbyggande för branschöverskridande effekt till svensk tillverkande industri inklusive byggindustri och marinindustri
- stärka forskningssamarbetet nationellt och inom Europa mellan industrin, Glafo och Swerea IVF

Relativt programmet tar projektet sikte på de övergripande målen om en högre produktivitet i tillverkningsberedningen och i produktionsprocesserna med en jämn och stabil process som också inbegriper automatisk avsyning. Projektet har också syftat till en minskad miljöpåverkan och att bidra till reducerat diffust CO₂-utsläpp, detta genom att ersätta dagens process med tvätt och primer med plasma samtidigt som repeterbara och kvalitetssäkrade limfogar säkerställs vilket är en förutsättning i framtida innovativa produkter där glasytor ingår.

För de mer produktrelaterade målen för programmet 2015-2020 tar projektet sikte på att förbättra tillverkningsprocesserna och ge en ökad flexibilitet, men också att kunskapen som byggs upp ska kunna användas i parallella aktiviteter såsom att förbättra virtuella verktyg, simulering och optimering för exempelvis krocksäkerhet.

Ett delmål som också kopplar mot de övergripande FFI-målen är att stärka forskningssamarbetet mellan industrin, Glafo och Swerea IVF genom samverkande områdeskompetens i form av materialkunskap (glas, lim), fogningsteknik, renhet, mätteknik och processteknik. Det skapar många nya förutsättningar för att korsbefrukta pågående verksamheter och skapa en stark europeisk forskningskonstellation som kan kopplas mot till andra industribranscher exempelvis bygg-, elektronik- och marinbranschen.

5 Resultat och måluppfyllelse

Ökad glaskemi- och limningskompetens

Projektet har undersökt glaskemin med olika typer av kemiska analyser, exempelvis ESCA/XPS, TOF-SIMS, SAC och SEM-EDS och sammantaget genom dessa metoder sett skillnad mellan naket glas och frit, glas sidor, olika batcher och leverantörer samt verifierat att plasmabehandling kan rengöra ytan från organiska föroreningar. Projektet har också undersökt och sett skillnaden i limbarhet mellan glas, mellan olika lim, hur åldring och plasmabehandling påverkar ytenergin och limbarheten.

För limning med rutlim mot glas är hydroxylgrupperna på glasets viktiga, $\equiv\text{Si-OH}$. Dessa grupper är reaktionssäten för silaner och spelar en mycket aktiv roll i den kemiska bindningen mellan polyuretanlimmet och glasets. Projektet har sett att dessa påverkas av bland annat värme och verifierat en temperaturökning i glasytan med plasmabehandling. För att kompensera för uppvärmningen har plasmaprocessen vidareutvecklats och utvärderats med kemiska analyser och limning.

Området är mer komplext än vad som förutsågs och projektet har därför inte en färdigoptimerad generell process en ny metod för snabbare analys av silanoler i glasytan med ESCA/XPS har tagits fram men bör verifieras ytterligare. Projektet har dock tagit fram och sammanfattat lärdomar och guidelines beträffande plasmabehandling av glas.

Ett av fordonsföretagen har i ett demonstrator case arbetat med utvärderat den nya plasmabehandlingens effekt på sina glas med olika ålder på glasen, som skulle vara intressant att upprepa med avseende på både vidhäftning och ytkemi.

Högre produktivitet, ökad flexibilitet och möjlig implementering

En kravspecifikation beträffande funktion och produktivitets krav har tagits fram av ett av fordonsföretagen. Arbetet har lett vidare till att skapa ett fiktivt implementerings case som tillsammans med produktionspersonal och teknisk beredning har utvecklats och kompletterats med FMEA och business case.

Ett av fordonsföretagen har i ett case arbetat med att komplettera föregående projekt och ytterligare verifiera effekten av plasmabehandling på lack och glas för att verifiera metoden som förbehandling för både glas och lack. Metoder har jämförts med andra typer av relevanta förbehandlingsmetoder som används idag eller är relevanta. En djupare kemisk studie över skillnaden i effekt sett ur limbarhet bland olika färger vore intressant att jobba vidare med då även vidhäftningen här liksom för glaset är mer komplex än vad som har undersökts i detta projekt och i PERU där omfattande arbete gjordes för att verifiera rengörande effekt med plasma samt förändringar i ytenergi.

Minskad miljöpåverkan

Den utvecklade plasmabehandlingsprocessen har potential till att leda till att förbehandling kan göras hos fordonsföretaget direkt före limningen. För att säkerställa att detta krävs bland annat kontroll av lim och glasyta som ska limmas samt verifiering i lab. Alla rutlim kan inte användas med denna förbehandlingsprocess och olika glas och ytor får olika vidhäftning med behandlingen. Fördelen när detta fungerar är att det finns ingen risk för kontamination mellan förbehandling och limning som vid transport (nu sker primerbeläggning hos glasleverantör) eller att primern blir gammal och glaset måste skickas tillbaka för aktivering. En annan fördel är reducerad mängd kemikalier. I det här projektet har ingen miljöbedömning gjorts efter goda resultat i det tidigare projektet PERU.

Automatisk renhetsbedömning innan limning

Projektet i workshopform tagit fram en kravspecifikation för hur smutsavsugning bör gå till inline i produktion. En litteraturstudie över möjliga tekniker har sedan genomförts tillsammans med besök på mässan Part2Clean. Leverantörer av utrustningar baserade på dessa tekniker har sedan kontaktats och en studie över möjligheten att hitta några i förväg definierade typer av smuts och mängder på glass har prövats. De metoder som har visat sig användbara för analys av smuts på glas har sedan valts ut för ett djupare test där detekterbarheten av smuts i olika nivåer har studerats.

En av fordonstillverkarna har därefter prövat en av de mest lovande utrustningarna i sin fabrik och en annan av dem har utvärderat möjligheten av att detektera motsvarande nivåer av smuts på lack samt kompletterat med en limstudie för att förstå hur känslig avsugning som behövs.

Generiskt kunskapsuppbyggande och starkare forskningssamarbete

Projektet har både spridit kunskap och genererat ny kunskap. Spridning inom projektet har gjorts bland annat genom två utbildningar inom Glas och glaskemi respektive Rutlimning och limkemi.

Kompetensspridning har också skapats genom gemensamt forskningsarbete, möten och rapportering.

Externt har projektet spritt kunskap genom publikationer, se nedan och icke konfidentiella delar av arbetet kan också spridas branschöverskridande av underleverantörerna och inom forskningsorganisationerna i form av uppdrag eller andra samarbeten

Ett forskningsteam baserat på fordonsföretag, glasleverantör, limleverantör, plasmaagent och två forskningsorganisationer har varit basen för FF. Grupperingen har varit väldigt gynnsam för kunskapsuppbyggnad och möjligheten att kunna komma så långt tekniskt i projektet. Flera av företagen har inte arbetat tillsammans i forskningsprojekt tidigare och forskningsinstitutet har inte heller arbetat ihop tidigare. Projektet har haft sin bas i de svenska företagen men har haft väldigt stor hjälp av de internationella avdelningarna inom bland annat Sekurit och Sika samt den svenska plasmaagentens plasmautrustningstillverkare.

Spridning och publicering

FF har genomfört både intern kompetensspridning inom projektgruppen och extern kompetensspridning.

5.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Projekttagarna har fått en djupare kunskap om glas, glaskemi, limning mot glas, plasmabehandling av glas samt smutsavsyning
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	x	Önskemål finns att bygga vidare på resultaten i PERU och FF i ett fortsättningsprojekt tillsammans med produktionspersonal för att komma upp högre i TRL/MRL skala..
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	x	Projektgruppen diskuterar hur kunskapen kan användas i fortsättningsprojekt och innehållet i ett sådant
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

5.2 Publikationer

FF har levererat en teknisk rapport som beskriver tekniskt utfört arbete och resultat i projektet vilken är bestående av 11 delrapporter:

Report no 1, Ceramic frit , Sven Karlsson, Swerea IVF

Report no 2, Surface chemistry on glass, Lars Mattson, Volvo GTT, Peter Sundberg, Glafo

Report no 3, Plasma treatment for improved bonding on glass, Åsa Lundevall, Swerea IVF

Report no 4, Detection of contamination on glass surfaces, A literature study, Emma Holmström, Swerea IVF

Report no 5, Parts2Clean, Visit report from Stuttgart June 2015, Pär Andersson, Emma Holmström, Swerea IVF

Report no 6, Automated contamination detection in automated manufacturing process for bonding, Pär Andersson, Emma Holmström, Swerea IVF

Report no 7, Evaluation of Adhesion of Windscreen Adhesive on Top Coats, Lina Orbeus, Louise Laurenus, Scania

Report no 8, Bonding on plasma treatments, bonding on contamination and detection of contamination, Patrik Sjögren, Mikael Jonasson, Scania

Report no 9, Contamination Detection, Kaveh Tondkar, Volvo GTT

Report no 10, Effect of plasma treatment on glass prior direct glazing bonding, Kerstin Wasmuth, Volvo Cars

Report no 11, Activities at Plasmatrear, Jens Peter Jenzen, Volvo Cars

Projektet har också hittills levererat 3 publikationer baserat på framkomna resultat:

Konferensbidrag till, Glass Performance day (GPD), Helsinki, 2015 "The influence of surface composition and plasma treatment on adhesion"

Publikation i Ytforum No 3 2016 "Plasmabehandling som förbehandling inför rutlimning"

Publikation i Teknik och Tillväxt, No 2 2016 "Plasmabehandling som förbehandling inför rutlimning"

6 Slutsatser och fortsatt forskning

Komplexiteten i området är större än vad som bedömdes i samband med forskningsansökan. Projektet har dock genererat en ny metod för verifiering av silanoler på ytan som skulle vara intressant att arbeta vidare med liksom med den nya typen av plasmabehandling och en typ av beläggning som har provats. Intressant är också fortsatt arbete med smutsavsugning för att verifiera metoden ytterligare samt identifiera om det finns metoder byggda på nya hypoteser från projektet. Intressant är också att jobba vidare upp på TRL-skalan och i ännu större omfattning involvera produktionspersonal och beredning i fortsatt arbete.

Projektet planerar att efter avslut också ha en workshop som är mer fokuserad mot produktionspersonal och därefter besluta om fortsatt innehåll i ett tänkt fortsättningsprojekt.

7 Deltagande parter och kontaktpersoner

I projektet har representanter från fordonsleverantörer, utrustnings-, materialleverantörer och forskningsinstitut deltagit, se nedan

Partners	Kontaktpersoner
Swerea IVF	Åsa Lundevall
Glafo	Christina Stålhandske
Volvo Cars	Kerstin Wasmuth
Volvo GTT	Kaveh Tondkar
Scania	Carl Appलगren
Sika	Magnus Fröström
Sekurit Saint Gobain	Jens Altes
Agaria	Jonas Axelsson