

Projektresultat
Styrkeområde 2:
**Flexibel
produktion**



Snabbvals- guide för mekanisk fogning och limning

Denna broschyr *Snabbvalsguide* för mekanisk fogning och limning är gratis och får användas fritt i oförvanskat skick, både i privat och kommersiellt syfte. Den får inte säljas eller på något sätt förvanskas.



MATFLEX Testbädd för materialflexibel produktion

Projektet har utvecklat och testat en materialflexibel testbädd vid Swerea, Chalmers och KTH XPRES som ger beslutsunderlag när olika produktionslösningar värderas. Här kan företag och studenter modellera, prova och verifiera olika material och tillverkningsprocesser.

Företagen i projektet medverkade i pilotuppdrag för att påverka testbäddens utformning. Flexibilitet i produktionen, och materialvalets påverkan på processen har varit ledord när piloterna valts ut, och de har genomförts på Modul-System, 10 Medical Design, Gapwaves och VA Components.

Projektet ingår i det strategiska innovationsprogrammet Produktion2030.
Mer om Produktion 2030: produktion2030.se

swerea
swedish research

Projektledare Boel Wadman, ©Swerea IVF

Produktion2030

2017

Design: Astrid Hedenström, Swerea IVF

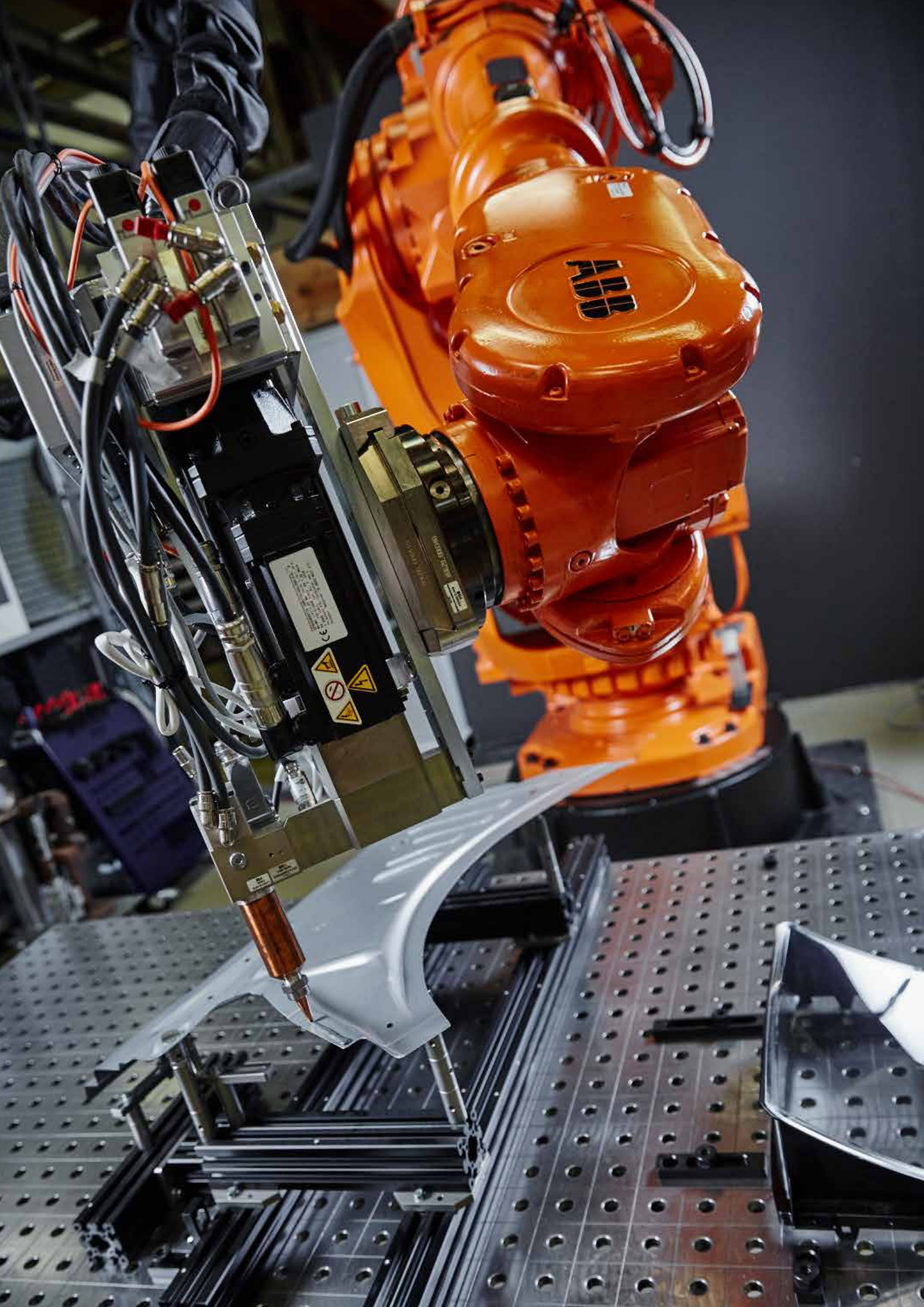
Omslagsfoto: Patrik Svedberg

Snabbvalsguide för mekanisk fogning och limning

Innehåll

Bakgrund.....	5
1. Sammanfogningsmetoder	6
2. Viktigt att tänka på vid fogning av multimaterialprodukter.....	7
3. Hur ska man välja metod?	7
4. Limning	8
5. Skruvförband	11
6. Blindnit eller Pop-nit	14
7. Flytborrade skruv (FDS, Flow Drill Screw)	15
8. Stansnitning (SPR, Self piercing riveting)	16
9. Stuknitning, Clinching	17
10. Övriga mekaniska fogningsmetoder	18

Principskisser på processer är publicerade med benäget tillstånd av Laboratoriet för material och fogningsteknik, Universitetet i Paderborn, Tyskland. Bilder av skruvförband från SFN – Swedish Fasteners Network.





Bakgrund

Syftet med denna guide är att översiktligt beskriva några olika mekaniska och kombinerade lim/mekaniska fogningsmetoder som lämpar sig för fogning av multimaterial.

Målgruppen är företagsomärintresserade av att införa nytt material i produktionen eller som behöver foga samma olika materialtyper och därmed söker nya fogningsmetoder.

Guiden är tänkt att ge en överblick och kan därför användas som ett första urval av metoder. För att slutligen välja metod behövs dock mer information om specifika krav och förutsättningar.

Guiden har tagits fram inom projektet Materialflexibel Produktion inom SIP Produktion2030 med projektledare Boel Wadman, Swerea IVF.

För ytterligare information eller frågor om fogning, kontakta:
*Ola Albinsson, Joakim Hedegård, Paul Janiak, Heléne Karlsson,
Alexander Mann, Kjell-Arne Persson, Jan Skogsmo, Niclas Stenberg*

www.swerea.se

1

Sammanfogningsmetoder

Det finns i princip tre huvudsätt för fogning:

Mekaniska metoder (t ex skruvning, nitning)

Typiska egenskaper vid mekanisk fogning är:

- Lämpliga för sammanfogning av olika material och material med olika tjocklekar
- Mankanerhållahögprecision(inga deformationer på grund av tillförd värme)
- Kan ge tekniska fördelar (t ex utmattning, ingen värme)
- Enkel kvalitetskontroll för flera av metoderna
- Enkla att använda
- Miljövänliga – låg energikonsumtion, inga emissioner
- Skruvförband är enkla att demontera

Kemiska metoder (limning)

Det finns många olika limtyper och olika stelningsmekanismer.

Typiska egenskaper är:

- Lämpliga för sammanfogning av olika material och material med olika tjocklekar (även plaster och glas)
- Fördelar spänningar
- Osynliga
- Tätar och undviker direktkontakt mellan materialen (minskar risk för galvanisk korrosion)
- Dämpar ljud och vibrationer

De kräver dock fixering och tid för härdning samt noggrann preparering av ytan. De flesta typerna av limförband är svåra att demontera.

Termiska metoder (t ex svetsning, lödning)

De kräver i allmänhet likartad smältpunkt för materialen som ska sammanfogas vilket försvårar för multimaterialfogning. Genom värmeförseln finns risk för deformationer, oxidation och missfärgning. Materialen måste också vara metallurgiskt kompatibla för att inte allvarliga defekter ska uppstå. Förbanden är inte enkelt demonterbara.



2

Viktigt att tänka på

Viktigt att tänka på vid fogning av multimaterial

- Om olika metaller sammanfogas finns risk för galvanisk korrosion. Det kan även uppstå vid fogning av kolfiberkomposit och då det är olika material i fästelementen och i materialen som ska sammanfogas.
- Olikavärmeutvidgningskoefficienter hos de sammanfogade materialen kan ge upphov till stora spänningar och deformationer.
- Fogens placering och utformning påverkar hållfastheten.
- Rengöring och förbehandling av ytor är mycket viktigt.
- Arbetsmiljöaspekter är viktiga speciellt vid limning, där vissa limtyper kan ge hudirritation och andningsbesvär.

3

Att välja metod

Hur ska man välja metod?

Sätt upp en detaljerad kravspecifikation med absoluta krav som foggeometri, materialtyper, användningsvillkor, temperaturintervall, funktionella krav mm.

De absoluta kraven kan kombineras med önskemål. Kom ihåg att överdrivna krav fördyrar och begränsar möjligheterna.

Rangordna och välj ut relevanta metoder. Gå vidare med noggrannare utvärdering och kontakter med leverantörer och forskningsinstitut.

4

Limning

Beskrivning

Limning innebär att man med ett tredje material, limmet, binder samman två andra material. Limmet är således ett bindemedel som kan sammanfoga komponenter genom att härda eller stelna och gå från flytande till fast fas.

Lim delas in i grupper utifrån sättet de stelnar och bygger styrka. Grupperna är:

- Härdande lim
- Avsvalnande lim (smältlim)
- Torkande lim
- Permanent plastiska (tejper)

De härdande limmen är de mest högpresterande konstruktionslimmen.

Funktion

Lim kan klassificeras i tre hållfasthetsgrupper:

- Tätningar/Elastiska lim
- Semistrukturella lim
- Strukturella lim

Med strukturell limning menar man vanligtvis lim som är relativt höghållfasta, styva och högtem-

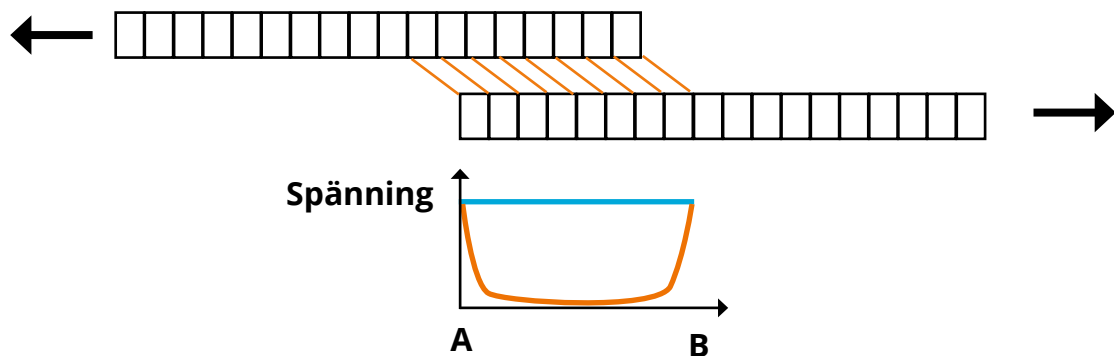
peraturresistenta, som t ex epoxilim. Elasticitetsmodulen överskrider vanligtvis 1000 MPa vid rumstemperatur. Brottöjningen är vanligtvis i spannet 1-10 %.

För elastisk limning används flexibla och mjuka lim där E-modulen sällan når upp till mer än ca 10 MPa och brottöjningen är över 100 %. Exempel är polyuretaner, MS polymerer och silikoner.

Semistrukturell limning utnyttjar de lim som styvhetsmässigt ligger i mellanområdet. Elastiska lim har mycket god slagtlighet men även relativt styva lim kan vara komponerade så att de har en god slagtlighet.

Tjocklekar och egenskaper för materialen som ska fogas tillsammans med kraven på limfogen avgör vad som är de bästa limvalen.

Ett limförband som kan bära last över hela den limmade ytan ger en jämn kraftfördelning. Hållfastheten, styvheten, energiupptagningen och livslängden kan därmed bli hög för ett korrekt dimensionerat limförband. Limning kommer bäst till sin rätt om materialen som skall sammanfogas är relativt tunna.



Principskiss på ett limförband.

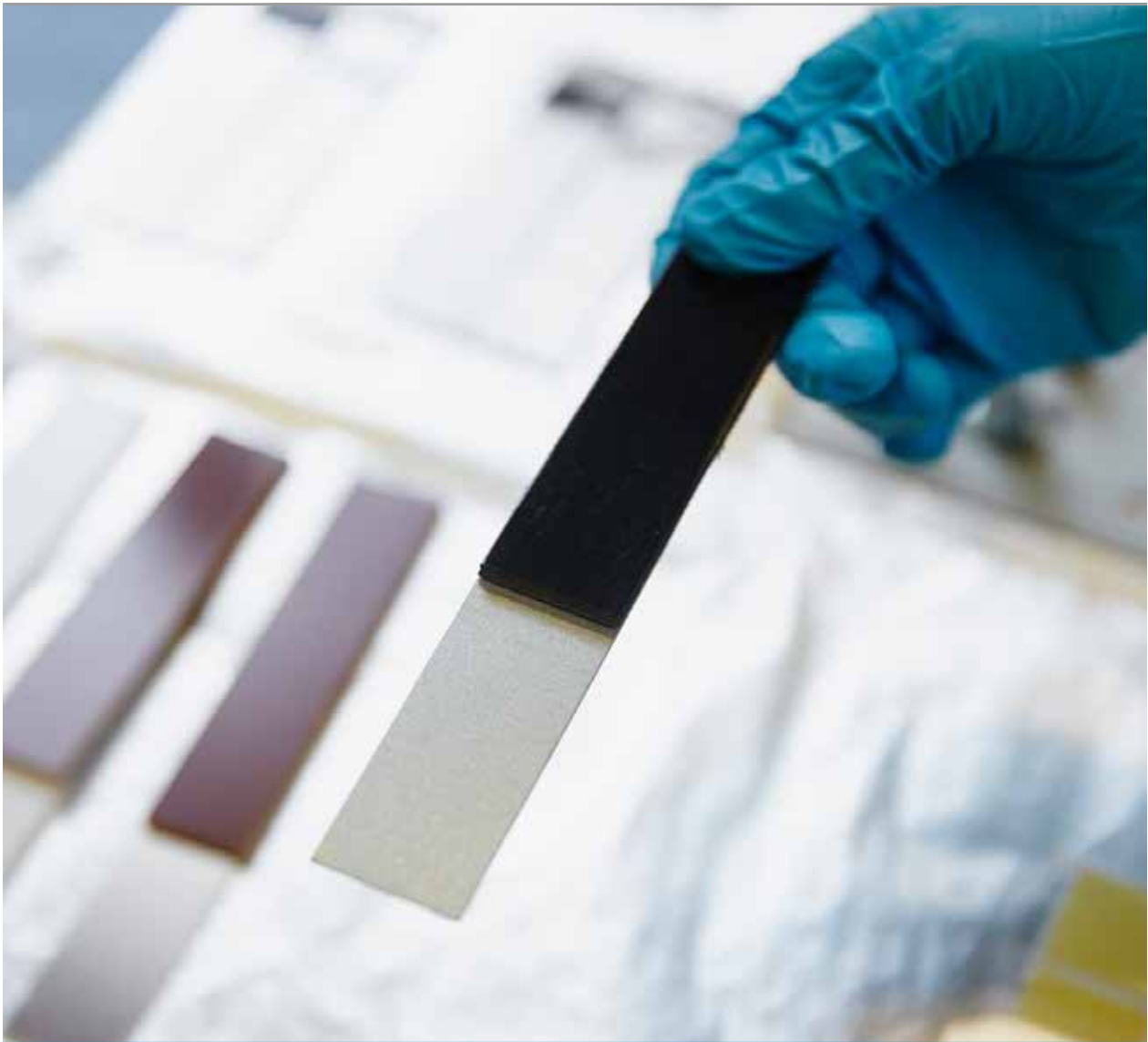


Foto: Patrik Svedberg

För- och nackdelar med limning och limförband



Fördelar

- Olika materialslag kan fogas
- Jämn spänningsfördelning
- Enkelsidig åtkomst
- Starka och styva konstruktioner
- Goda utmattningssegenskaper
- God livslängd
- Snygg finish utan håltagning
- Korrosionsskydd och galvanisk separation
- Ljud- och vibrationsdämpning
- Måttlig värmepåverkan



Nackdelar

- Känsligt för fläckning
- Förbehandling för bästa funktion
- Fixeringsbehov under uthärdning
- Begränsad temperaturtålighet
- Svårt att kvalitetssäkra
- Dosering och precision vid applicering
- Arbetsmiljö (härdande lim)
- Demontering och reparation
- Utbildningsmöjligheter

Dimensionering

Limmet verkar bäst i skjuvlaster och sämst i fläklaster. Därför är det viktigt att konstruera förbandet och fogen så att limmet får ta skjuvlaster och att undvika fläklaster. En tumregel är att limmets förmåga att bära fläklaster är ca 10 % av dess förmåga att bära skjuvlast. Limtjocklek och elasticitet hos limmet är parametrar som man kan påverka för att få ett hållbart förband med bra utmattningsmotstånd.

Hybridfogar

Limförband kan kombineras med olika punktformiga sammanfogningsmetoder, som nitning och punktsvetsning, i så kallade hybridfogar. Beroende på lim och materialval samt fogkonfiguration kan limmet vara allt ifrån helt dominerande lastbärande till att endast bidra med tätningsfunktionen. Rätt konstruerade kan dessa fogar tillvarata goda egenskaper från bägge fogningsmetoderna. Med strukturlim blir limmet den primärt lastbärande fogningsmetoden. För elastiska lim blir ofta den mekaniska fogen styvare än limfogen.

Verifiering

Det är svårt verifiera att limmet har tillräcklig vidhäftning till de material som ska fogas samman utan att först dra isär förbandet och se vad det är som är den svagaste länken i fogen: limmet, ytan eller de fogade materialen. Viktigt är att verifiera att applicerat lim hamnar på rätt plats. Detta görs bäst med automatiserad applicering och styrd dosering.

Arbetsmiljö

Lim är kemiskt reaktiva och kan orsaka allergiska reaktioner eller astmaliknade besvär vid inandning hos personer som jobbar eller kommer i kontakt med limmet. Lim kan skapa hälsoproblem innan det är härdat och även när det bryts ned vid upphettning. Alla som jobbar med eller kommer i kontakt med härdande lim måste ha en utbildning enligt AFS 2015:18 "Härdplaster".

Limning

Material	Fungerar för alla material om rätt system och utförande
Enkelsidig	Ja
Lämplig för automatisering	Ja
Processtid	Från 5 - 10 s beroende på yta Tillkommer härdtid
Typiska egenskaper	Bra på skjuvlaster Dåligt på fläklaster
Synliga fogar	Nej
Extra tillsatt material	Ja - limmet
Varianter	Lim finns i många olika utföranden, med olika styrka och härdningsmekanismer
Förberedande krav	Rengöring och förbehandling av ytorna som ska limmas
Metoder för efterkontroll	Visuellt Dragprov i fläk och skjuv
Kostnad	Låg investeringskostnad och relativt låg driftskostnad. Kostnad för lim
Energiförbrukning	Låg
Miljöpåverkan	Låg
Arbetsmiljö	Speciella krav på utbildning och hantering beroende på system.
Övrigt	Lim kan hamna på fel plats. Lim skyddar mot galvanisk korrosion

5

Skruvförband

Beskrivning

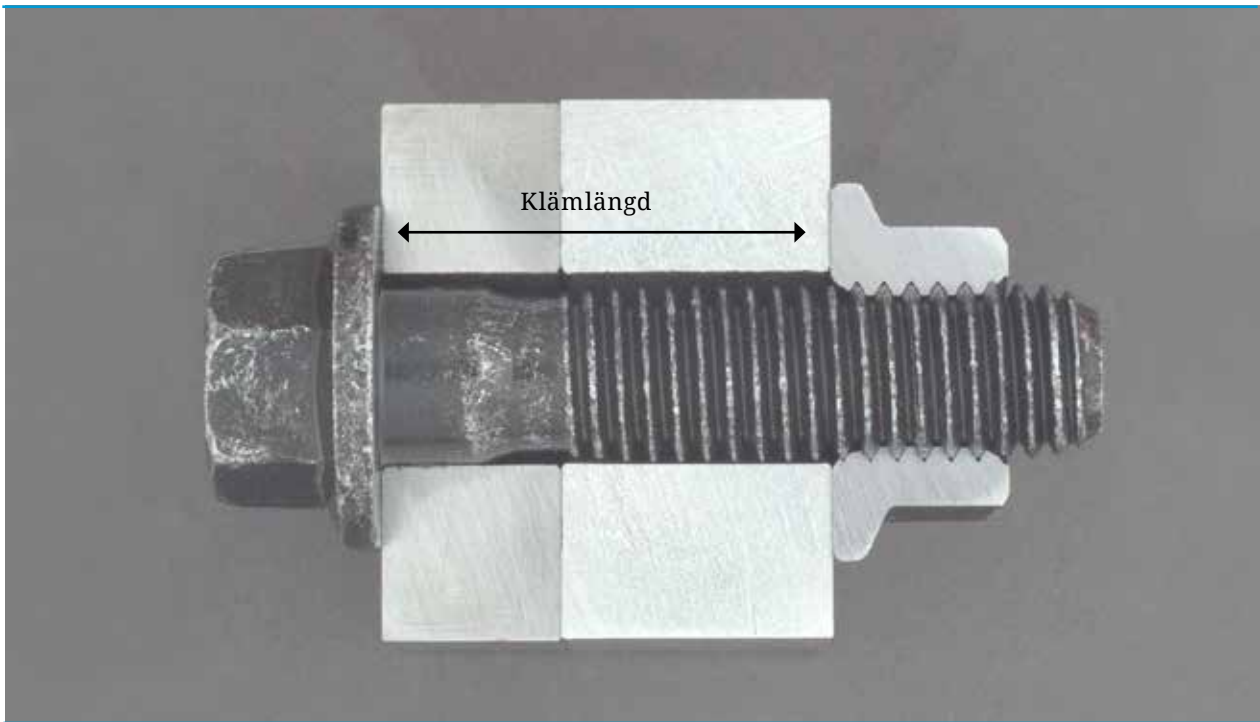
Ett skruvförband består av gängade fästelement och två eller fler klämda delar. Skruvar och muttrar kan kompletteras med brickor och andra fästelement och det kan vara flera skruvar i ett förband. I stället för mutter kan godsgänga utnyttjas.

Funktion

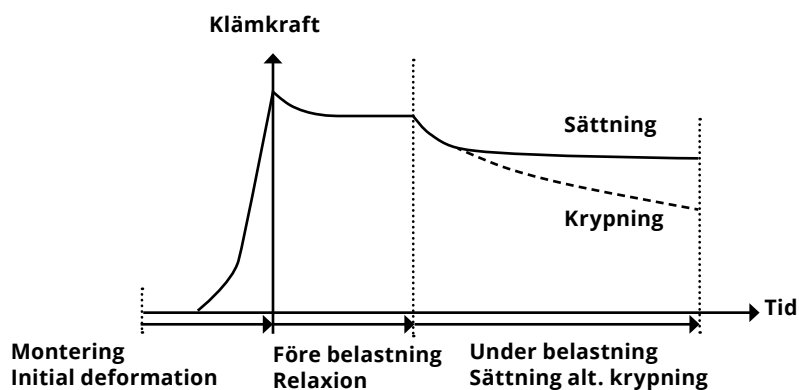
Funktionen baseras på att skruven eller muttern dras åt med ett moment som gör att skruven sträcks och då ger en klämkraft på de klämda delarna. Friktion är mycket viktigt för skruvförband. Även

små variationer i friktion ger stora skillnader i monteringsvärden och friktionen mellan de klämda ytorna bestämmer hur hårt de måste klämmas för att inte glida. Skruvförband tappar en del av sin klämkraft efter montering. Detta kallas sättning. Vid dynamiska laster blir sättningen större. Lackerade ytor och mjuka packningar eller ytor ökar sättningen. Den kvarvarande klämkraften måste vara tillräcklig för att förhindra rörelse mellan de monterade delarna och det är detta förbandet ska dimensioneras för.





Ett skruvförbands olika delar med klämlängden markerad.



Klämkraftens förändring för ett skruvförband.

Plast- och kompositmaterial tål inte de klämkrafter och hållplantryck som krävs för att ge sträckning av konventionella skruvar. Plast och komposit utsatta för tryck kryper och komprimeras efter hand. Kompositlaminat kan delaminera vid hög belastning. Det innebär att låsning baserad på klämkraft

inte fungerar. Man använder i dessa sammanhang ofta självgående skruv som har en inbyggd låsefekt. Låsningen kan också baseras på låsmuttrar med klämda gängor eller låsvätska. För mer påkända förband kan gänginsatser och metallinlägg utnyttjas för att möjliggöra högre klämkrafter.

För- och nackdelar

Skruvförband används för montering av många kritiska komponenter och styrkan är hög. Skruvförband med godsgänga eller självgående skruv behöver endast åtkomst från en sida. När mutter används krävs dubbelsidig åtkomst och mothåll. Skruvförband är demonterbara och fästelementen kan ofta återanvändas åtskilliga gånger. Skruvförband tillför vikt och kan ge upphov till galvanisk korrosion.

Verifiering

Skruvförband kan verifieras genom att man undersöker momentet som behövs för att lossa skruven (lossmoment) eller att fortsätta dra den (vidare-dragningsmoment). Detta fungerar ganska bra i samband med montering men efter användning och miljöpåverkan kan det fungera sämre. Klämkraft kan bestämmas med klämkraftsgivare eller genom mätning av längdförändring av skruven, antingen mekaniskt med hjälp av mikrometer eller mätklocka eller med hjälp av ultraljud.

Läs mer i Handbok i skruvförbandsteknik,
www.sfnskruv.se

Skruvförband

Material	Alla material men i första hand avsett för fogning av metaller
Enkelsidig	Ja om godsgänga, nej om mutter
Lämplig för automatisering	Handhållna verktyg men går att automatisera
Processtid	Ca 5 – 10 s
Typiska egenskaper	Höghållfasta demonterbara förband
Synliga fogar	Ja
Extra tillsatt material	Ja, fästelement i form av skruv och eventuellt mutter och bricka
Varianter	Metrisk gängor i många olika utföranden, äntringstappar, skruvskallar, låsfunktioner mm. Självgående skruv.
Förberedande krav	Håltagning, gängning av hål, inpassning, montering av skruv
Metoder för efterkontroll	Visuellt, lossvinkel, återdragningsmoment Klämkraftsmätning med ultraljud eller mekaniskt
Kostnad	Låg investeringskostnad och driftskostnad. Kostnad för skruv och mutter Låg underhållskostnad
Energiförbrukning	Låg
Miljöpåverkan	Låg
Arbetsmiljö	Inga speciella krav
Övrigt	Skruvförband kan lossna vid dynamisk belastning om ej rätt konstruerade och monterade

6

Blindnit

Beskrivning

Positionering av niten i det förborrade hålet

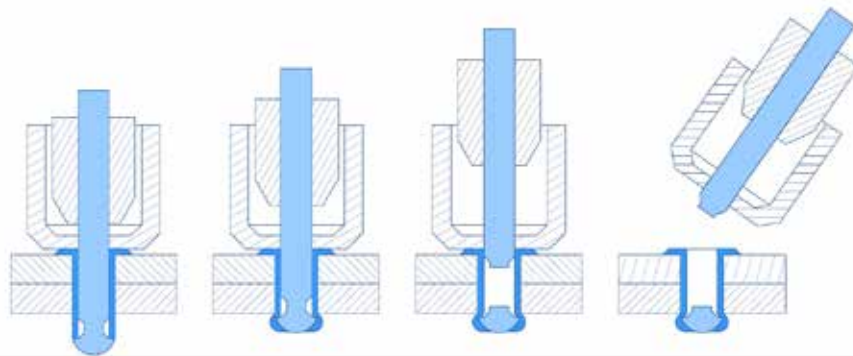
Blindniten placeras i det förborrade hålet så att nithylsans sätthuvud trycks mot övre plåten. Verktyget greppar om splinten och drar den bakåt samtidigt som niten trycks mot plåten.

Splinten dras bakåt

När splinten dras bakåt formar splinhuvudet nithylsans baksida (nithuvudet på ”blind”-sidan). Plåtarna som ska sammanfogas kläms ihop och låses.

Splinten bryts av vid en förbestämd brytpunkt och brytkraft. Splinhuvudet omsluts av nithylsan.

Laddning av niten sker manuellt i verktyget och tar tid. Hålen måste vara exakt linjerade för att niten ska kunna positioneras. Det övre hålet kan vara större än det undre som ska vara tajt. eller Pop-nit



Blindnit

Material	I första hand avsett för fogning av metaller
Enkelsidig	Ja
Lämplig för automatisering	Handhållna verktyg men går att automatisering
Processtid	Ca 5 – 10 s
Typiska egenskaper	Beroende på nitgeometri och nitmaterial
Synliga fogar	Ja
Extra tillsatt material	Ja – själva niten
Varianter	Nitar finns i många olika utförande (öppna, täta, split) och i olika material Det finns även blindnitmuttrar
Förberedande krav	Håltagning, inpassning av hål
Metoder för efterkontroll	Visuellt, geometrimätning (blindnithuvudets diameter relativt övriga dimensioner)
Kostnad	Låg investeringskostnad, Relativt låg driftskostnad. Kostnad för nitar Hög underhållskostnad
Energiförbrukning	Låg
Miljöpåverkan	Låg
Arbetsmiljö	Inga speciella krav
Övrigt	Beroende på val av nitmaterial, risk för galvanisk korrosion

7

Flytborrande skruv (FDS, Flow Drill Screw)

Beskrivning

Positionering och uppvärmning

Delarna som ska sammanfogas läggs i rätt position. Övre plåten kan vara med eller utan hål. Skruven placeras på de hopklämda plåtarna. Skruven roteras med hög hastighet och trycks mot plåten. Detta värmer plåten lokalt så att den mjuknar.

Inträngning och hålbildning

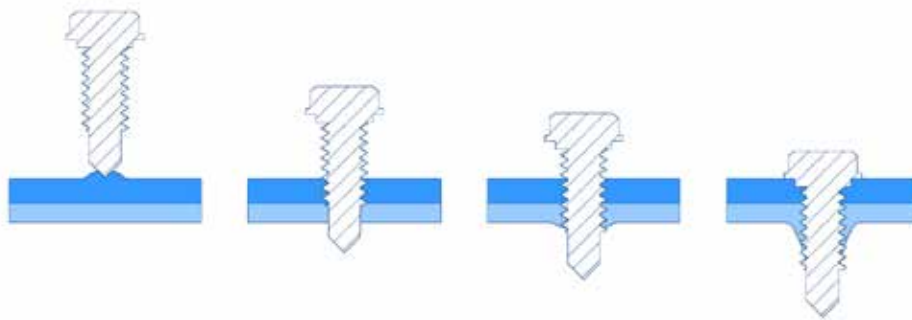
Den koniska spetsen av skruven tränger igenom det plasticerade materialet och skapar en utbuktning

Skruvning och gängbildning

Rotationshastigheten på skruven minskas. Den gängade delen av skruven formar gängor i hålet och i det uttryckta materialet.

Åtdragning

Rotationshastigheten minskas ytterligare. Plåtarna är sammanfogade när skruven dragits åt. Gängorna i den värmda utbuktningen krymper i samband med avkyllningen vilket ytterligare låser skruven.



Flytborrande skruv

Material	I första hand avsett för fogning av metaller men kan även användas för plaster och kompositer
Enkelsidig	Ja
Lämplig för automatisering	I första hand avsedd för automatiserad produktion
Processtid	2-5 sek
Typiska egenskaper	Bra skjuv- och fläkhållfasthet. Även bra vibrations och utmattningsegenskaper
Synliga fogar	Ja
Varianter	Skruvar finns i flera utföranden
Förberedande krav	Inga speciella krav
Metoder för efterkontroll	Visuellt
Kostnad	Relativt låg investeringskostnad. Låg driftskostnad. Kostnad för skruvar
Energiförbrukning	Låg
Miljöpåverkan	Låg
Arbetsmiljö	Inga speciella krav
Övrigt	Beroende på val av nitmaterial, risk för galvanisk korrosion Enkelt demonterbar

8

Stansnitning (SPR, Self piercing riveting)

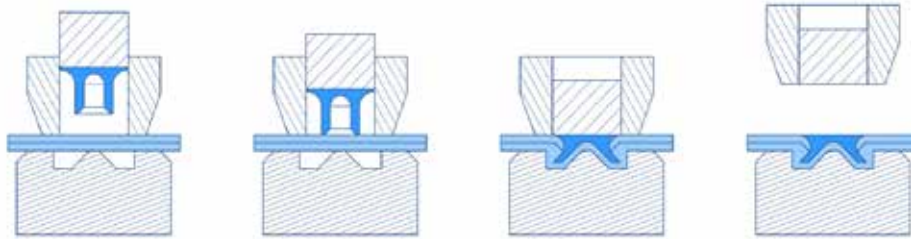
Beskrivning

Positionering och sammanpressning av plåtar

Delarna som ska sammanfogas läggs i rätt position. Niten hålls i verktyget och placeras mot de hopklämda plåtarna.

Genomstickning och formning

Niten trycks och skär genom den övre plåten och formar med hjälp av dynan både den undre plåten och nitens underdel, vilket ger låsningen. Den undre plåten penetreras inte. Verktyget återgår när tillräcklig kraft uppnåtts.



Stansnitning

Material	I första hand avsedd för metaller
Enkelsidig	Nej
Lämplig för automatisering	Ja/även handhållna verktyg
Processtid	Ca 2-3 sek
Typiska egenskaper	Bra skjuv- och fläkhållfasthet Även bra utmattningsegenskaper Vattentät
Synliga fogar	Ja men nästan osynlig på nitsidan
Extra tillsatt material	Ja, själva niten
Varianter	Nitar finns i olika utförande optimerade för olika material och tjocklek
Förberedande krav	Inga speciella krav (Ingen förborring, ingen borttagning av olja eller ytbeläggning)
Metoder för efterkontroll	Visuellt avseende knappstorlek och utseende Förstörande provning (tvärsnitt) för geometrimätning
Kostnad	Låg investeringskostnad, låg driftskostnad Kostnad för nitar
Energiförbrukning	Låg
Miljöpåverkan	Låg
Arbetsmiljö	Hög klämkraft erfordras
Övrigt	Risk för galvanisk korrosion beroende på val av nitmaterial

9

Stuknitning, Clinching

Beskrivning

Positionering och sammanpressning av plåtar

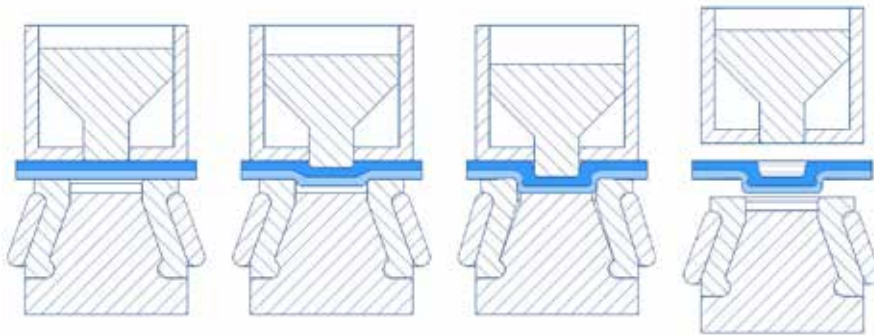
Plåtarna som ska sammanfogas pressas mot varandra av stansverktyget och dynan.

Dragning

Stansen trycker plåtarna in i dynan där de expanderar.

Stukning

När plåtarna nått dynbotten tvingas de expandera i sidled, dynbladen ger med sig och plåtarna bildar en krage och låser därmed plåtarna. När tillräcklig kraft uppnåtts dras stansen tillbaka. Stuknitning kan också utföras med fast dyna som då har extra utrymme i botten för det expanderande materialet.



Stuknitning

Material	Avsedd för metaller
Enkelsidig	Nej
Lämplig för automatisering	Ja, finns även med handhållna verktyg
Processtid	Kort, ca 2 sek
Typiska egenskaper	Bra hållfasthet i horisontell led (skjuvning) men dålig i vertikal led (fläkning) Vattentäta fogar
Synliga fogar	Ja
Extra tillsatt material	Inget extra tillsatt material
Varianter	Runda och rektangulära. Rektangulära är helt eller delvis genomklippta
Förberedande krav	Normalt inga speciella krav
Metoder för efterkontroll	Visuell inspektion och geometrimätning kan användas för oförstörande provning Tvärsnitt av fogen
Kostnad	Relativt låg investeringskostnad. Låg driftskostnad
Energiförbrukning	Låg
Miljöpåverkan	Mycket låg
Arbetsmiljö	Höga presskrafter

10

Övriga mekaniska fogningsmetoder

Utöver de mekaniska sammansättningsmetoderna som beskrivs i denna skrift (skruvförband, blindnit, flytborrande skruv, stansnit och stuknit) finns andra metoder som t ex:

- Snäppfästen (Snap joints)
- Spikning (Nail)
- Falsning, fällning (folding, hemming)
- Krympförband (Shrink fit)
- Varianter av skruvförband, som Huck låsbult
- Pinnskruv med varianter (Studs)

De finns även nya mekaniska hybridmetoder, t ex:

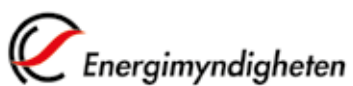
- Friction Element Welding (FEW) (roterande nit)
- Resistance Element Welding (REW) (metallisk nit som sedan punktsvetsas)



MATFLEX

Testbädd för materialflexibel produktion

Med stöd från:



FORMAS



STRATEGISKA
INNOVATIONS-
PROGRAM

