

PP0422_VT18

K4


Aluminium

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16

PP0422_VT18

Historia

- 1807
 - Engelsmannen Humphrey Davy (1778-1829) insåg att metallen måste finnas men lyckades inte framställa den.
 - Han gav den dock namnet Aluminium.
- 1824
 - Den danske vetenskapsmannen H. Christian Ørstedt (1777-1851) lyckades reducera aluminiumoxiden till metalliskt aluminium
- 1886
 - Praktisk taget samtidigt och på olika håll lyckades amerikanen Charles Martin Hall och fransmannen Paul Heroult att på elektrolytisk väg framställa aluminium.
 - Priserna gick snabbt ned från tusentals kronor kilot till ett par kronor kilot.



Lars Bark MSH/DT 2018-04-16

PP0422_VT18

Handbok för konstruktörer

- Finns på webben:
<http://handboken.sapagroup.com/Sv/Login.aspx?lang=sv>
- På webben finns filmer mm.
- Inloggning krävs.
- Registrering är gratis

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16

Förekomst / framställning

- Förekomst**
 - Aluminium är näst efter syre och kisel det vanligaste ämnet i jordskorpan.
 - Hela 8% av jordskorpan består av aluminium i form av olika mineraler, i första hand silikater.
- Framställning**
 - Ur bauxit framställs aluminiumoxid, utgångsmaterialet vid metalltillverkningen.
 - Av aluminiumoxiden tillverkas aluminium mha elektrolys.
 - För smältelektrolys av 1 kg metall behövs ca 47 MJ (ca 13 kWh)
 - Dagens aluminiumprodukter utgör en framtida materialresurs.



4 kg bauxit ...



... blir 2 kg aluminiumoxid..




... blir 1 kg primäraluminium

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16


Återvinning

- Aluminium är lätt att återvinna.
- Vid framställningen av sekundäraluminium sparar man cirka 95% av den ursprungliga energiinsatsen.




Lars Bank MSH/DT 2018-04-16

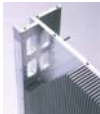
Exempel: användning




Husfasader



Kraftledningar



Kylare





Broar

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16

PPU022_VT18

I hemmet






Lars Bark MSH/DT 2018-04-16

2

PPU022_VT18

Fordon



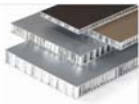

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16

3

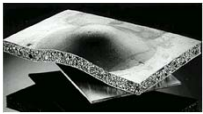

PPU022_VT18

Lätta aluminiumprodukter

- Honeycomb



- Foam (skummad al)



Lars Bark MSH/DT 2018-04-16

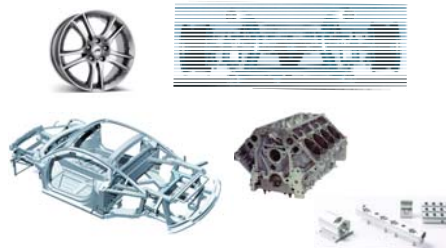
4

Film SAPA (15 min)

[SAPA-Nya möjligheter.mpg](#)


Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 15

Användning av al i bilar



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 11

Jämförelse: Smart – VW Golf



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 17

Varför minska vikt / varför vikt ökar

legislation
safety
interior
comfort
quality

Leads to weight increase

fleet fuel consumption
customer fuel consumption
performance
handling
ecology

Demands for weight reduction

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 13

Viktspiralen

Weight spiral

package adjustment (wheelbase / car length / ...)

adaption of engine performance

adapted vehicle parameters (suspension/ brakes/ power train/ transmission, ...)

increased tank volume

adaption of body stiffness

+ kg

safety
legislation
comfort
interior
quality

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 14

Spaceframe (Audi)

<https://www.youtube.com/watch?v=a4IV0xueek>

sheet 49.6 %
chassis 22.1 %
profil 17.6 %
A2 9.3 %

A8 24.1 %
A8 24.1 %

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 15

Exempel: lasersvetsning

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 15

Hydroformning av främre takbalk

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 17

Hydroformning

Böckat rör innan hydroformning

Böckat rör i verktyg innan hydroformning

Hydroformad detalj i verktyg

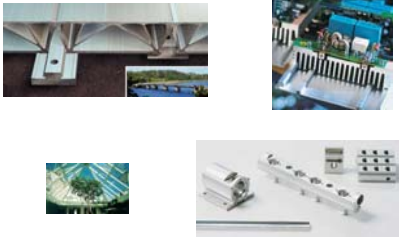
Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 19

Hydroformning film (1 min)

[Extra-Mina Dokument\Film\Aluminium\Hydroforming.mpg](#)

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 19

Strängpressning profiler



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 20

Smarta tillämpningar

Ledfunktion



Avancerad ledfunktion för låsning av lastbilskapell.
Tre kombinerade profiler utgör leden.

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 21

Film: Strängpressning (2 min)

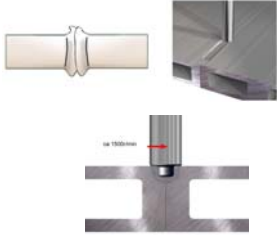
[Film\Strängpressning_29.mpg](#)

PP0422_VT18

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 22

FSW: Friction Stir Welding

Friction Welding Friction Stir Welding



Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 23

Film: Friction stir welding (2:45 min)

[Friction Stir Welding167.mpg](#)

PP0422_VT18

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 24

PP0422 VT18

Aluminium

Korrosion
Kap 16

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 25

KORROSION

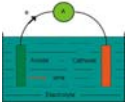
- Aluminium skyddas normalt mot korrosion av ett tunt oxidlager med mycket god vidhäftning.
- Vanligtvis är vikts- förlusterna obetydliga.



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 26

De vanligaste korrosionsfallen

- Galvanisk korrosion
- Gropfrätning (pitting)
- Spaltkorrosion




Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 27

Villkor för galvanisk korrosion:

Metallisk kontakt med en ädlare metall (ledare).

+

Samtidigt närvarande elektrolyt (vätska som innehåller fritt rörliga joner/leder ström).

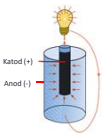


Galvanisk korrosion i årlig utvärdering efter 20 års bruk. Den följande årligen korrosion på ett stål i kontakt med aluminium i en lösning av järn och aluminium joner. Korrosionen är betydligt högre för aluminium än för stål.

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 27

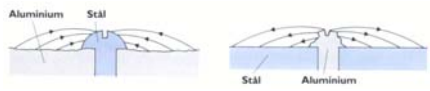

Elektrokemiska spänningsserien

Guld	↑ Ädla ämnen (katod)
Silver	
Rosins salt (passiv)	
Kopper	
Tenn	
Rosins salt (aktiv)	
Bly	
Själl	
Kadmium	
Aluminium	
Förnickat stål	↓ Oädla ämnen (anod)
Zink	
Magnesium	



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 28

GALVANISK KORROSION

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 29

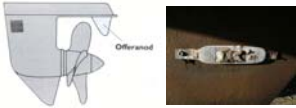
Hur undvika galvanisk korrosion ?

- Undvik oheliga materialkombinationer
- Undvik elektrolyter (vatten)
- Ytbehandla först och främst det ädlaste materialet

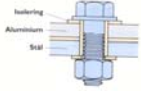
Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 35

Skydd mot korrosion

- Katodiskt skydd



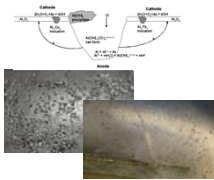
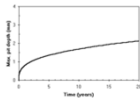
- Isolering



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 37

Pitting (Gropfrätning)

- Startar vid svaga punkter / effekter på ytan.
- Gropfrätning betyder oftast lite för konstruktionens hållfasthet.
- Gropfrätning kan reduceras eller elimineras genom rätt legeringsval eller ytbehandling.
- Korrosionshastigheten avtar oftast med tiden.

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 39

Hur undvika gropfrätning ?

Wåra och Föbers tät smält och varmt kan varmt för undvika.

Ställstående vattensamlingar undviks genom lämplig lutning på profilererna eller genom dräneringshål. (Min. Ø 8 mm alt. 6 x 20 mm. Annars stannar vattnet kvar av kapillärkraften.)
Ventilation av "slutna" konstruktioner minskar risken för kondens.

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 34

Spaltkorrosion

Vätskefilm

Nåring efter skrotning kan i vissa fall undvika en eller korridera med lösnings DN förhindrar appliceringen av spalter.

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 35

Aluminium i atmosfären

VIKTFÖRLUSTER EFTER ÅTTA ÅR

**Bohus Malmön
Havsatmosfär**

Aluminium	7 g/m ²
Koppar	57 g/m ²
Zink	133 g/m ²
Kolstål	933 g/m ²

**Stockholm
Stadsatmosfär**

Aluminium	2 g/m ²
Koppar	31 g/m ²
Zink	61 g/m ²
Kolstål	676 g/m ²

Bilden visar en obehandlad provbit efter 20 år på Bohus-Malmön. UV-strålar, svavelsyra och salpetersyra i kombination med klorider har inte satt några djupare spår. Mätningar av ej ytbehandlat aluminium (legering 6063) efter 22 år i havsatmosfär visar att förekommande angrepp är så små att de ej påverkar hållfastheten (max. angreppsdjup ca 0,15 mm).

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 36

PP0422 YT18

Aluminium

Ytbehandling

Kap 15



Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 37

PP0422 YT18

Egenskaper som kan förändras

- YTSTRUKTUR
- FÄRG
- KORROSIONSMOTSTÅND
- HÄRDHET
- SLITSTYRKA
- REFLEKSIONSFÖRMÅGA
- ELEKTRISK ISOLERINGSFÖRMÅGA

Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 38


PP0422 YT18

Ytbehandlingsmetoder

- Mekanisk ytbehandling
- Rengöring, betning, glänsning
- Kemisk ytomvandling
- Anodisering
- Lackning
- Övrig organisk ytbehandling

Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 39

Profildesign




Mc
18

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 40


Mekanisk ytbehandling

- Slipning



Slipade ytor. A: "mycket fin", B: "medium", C: "grov".

- Trumling



Fackspårare, Gradtrumling, kortslags-anodisering, screenstryk. Gradtrumling

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 41

Trumling (0:35)



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 42

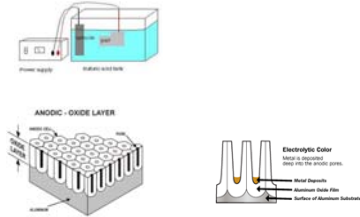
Anodisering



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 43


Anodisering

- Elektrokemisk metod för att förtjocka det skyddande oxidskiktet på aluminium



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 44

Anodiseringsprocessen



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 45

PP0422_VT18

Anodiserings fördelar

- Anodisering är en av de vanligaste ytbehandlingsmetoderna
- Används bland annat för att skapa:
 - bibehållit nyttseende.
 - korrosionsbeständighet.
 - en smutsavvisande yta som motsvarar höga krav på hygien.
 - en dekorativ yta med beständig färg och glans.
 - en beröringsvänlig yta.
 - en funktionsyta; en glidyta eller en nötningsbeständig yta för t.ex. maskindelar.
 - en yta med elektriskt isolerande beläggning.
 - ett underlag för applicering av lim eller tryckfärg.

(Anodisering kallades tidigare för eloxering)

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 45

PP0422_VT18

Val av anodisering

Glansanodisering	Hög glans, högt reflexionsvärde.	När kraven på ytan är höga
Färganodisering Infärgning	Stort urval av kulörer, vissa med mycket god ljusbeständighet.	Framst inomhus, vissa utomhus.
Hx	Begränsat färgurval - champagne till svart. Mycket god ljusbeständighet.	Framst utomhus.

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 47

PP0422_VT18

Rekommenderade skiktjocklekar

Skiktjocklek	Användning
25 µm	Ytan är utsatt för stora påkänningar i form av korrosion eller nötning.
20 µm	Hård eller normal påkänning utomhus (t.ex transport- och byggnadsindustri). Hård påkänning genom kemisk påverkan inomhus, t.ex. livsmedelsindustri.
15 µm	Hård nötning inomhus samt utomhus i torr och ren atmosfär.
10 µm	Normal påkänning inomhus
5 µm	Inomhus, ingen påkänning.
3-5 µm	Skyddsanodisering före bearbetning, kort betningstid.

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 49

PP0422_VT18

Pulverlackering

- Statisk elektricitet används för att få färgpulvret att dras till ytan
- Kan användas på metaller
- Inga lösningsmedel behövs
- Tjocka färglager kan byggas
- Efterbehandling i ugn för att smälta/binda pulvret



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 52

PP0422_VT18

Elektroforetisk infärgning (HM-vit)

- En anodiserad, otätad profil doppas i ett bad, där lacken appliceras med hjälp av likström (elektroforetisk deponering)
- Därefter härddas lacken (en akrylbaserad melamin) i ugn vid ca 180°C. Färgen polymeriseras.
- Ytskiktets totala tjocklek är ca 30 µm.




HM-vita ytskikt i cirka 20.000 ggr förstärkning. I3 stegras av anodiseringskiktet, 2/3 av lackskiktet. Bilden är tagen med svepelektronmikroskop (SEM).

Ledfunktion. Här innebär HM-vit en stor fördel eftersom färgskiktet är jämnt fördelat över ytan och färgen inte flyger extra vid kanter.

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 53

PP0422_VT18

Fördelar med HM-vit

- En vit UV-tålig kulör
- Mycket god glans- och kemikaliebeständighet
- Mycket god korrosionshårdighet
- Mycket god vidhäftning
- Tätt och smutsavvisande yta
- Hårdhet, trycktålighet och nötnings-beständighet likvärdig med pulverlack
- Konstant skillettjocklek
- Bygger ej extra vid kanter

Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 54

PP0422 VT18

Exempel: elektroforetisk infärgning



Bild 1 och 2. 400- och 7-procentig, Bild 3. Inbyggda profiler på väg upp av processen.

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 52

PP0422 VT18

Aluminium

Legeringar

Kap 5

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 53

PP0422 VT18

Aluminiumlegeringar

- Aluminium levereras som olika legeringar och i olika tillstånd.
- De viktigaste legeringselementen är:
 - kisel (Si)
 - magnesium (Mg)
 - mangan (Mn)
 - koppar (Cu)
 - zink (Zn)

Lars Bark MSH/DT 2018-04-16 54

Beteckningar och klassificering

- Det europeiska klassificeringssystemet för aluminiumlegeringar EN (Europe Norm)
 - EN AW, delar in legeringarna i 8 huvudgrupper. (AW=Aluminium Wrought alloys)
 - Exempel: EN AW-5052-H24 (Norm Wrought alloy - Legering - Tillstånd)
 - EN AC, Klassificeringssystemet för gjutlegeringar. (AC=Aluminium Cast alloys)
 - Exempel: EN AC-42000 (Norm Cast alloy - Legering)
- Beskrivande beteckning (ISO)
 - Exempel: AlMg2,5-H24 (Innehåll - Tillstånd)

Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 55

Legeringssystem för aluminiummaterial

Fig 6.3 Olika legeringssystem för aluminiummaterial.

Härdbarmekanismer

- Lösningshärdning
- Partikelhärdning
- Korngränshärdning
- Deformationshärdning

Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 56

Legeringsfamiljer


Tabell 6.3 Huvudlegeringsämnen för aluminiumlegeringar

Härdbil	Chlorin (arsenium)
Zink	Koppar
Bered	Mangan
Ättik	Kisel
Bered	Magnesium
Bered	Kisel + Magnesium
Härdbil	Zink
Bered	Örn

Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 57

1000-serien - olegerat aluminium

- EN AW-1xxx (Al)
 - Aluminium som kommer direkt från elektrolysen innehåller alltid en del andra element, mest järn och kisel. När legeringen är innehåller minst 99,00% aluminium, brukas ofta beteckningen renaluminium.
- Egenskaper
 - Låg styrka
 - Mycket god formbarhet
 - Mycket god ledningsförmåga
 - God korrosionsegenskaper.
- Exempel på användningsområden:
 - Förpackningar
 - Kastruller
 - Elektriska kablar.

Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 57

2000-serien - Cu-legeringar

- EN AW-2xxx (AlCuMgSi)
 - Egenskaper
 - Legering med Cu ger mycket hög styrka
 - Relativt dåliga svets- och korrosionsegenskaper.
 - Typiska användningsområden
 - Flygplan
 - Maskindelar
 - Bultar
 - Nitar



Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 58

3000-serien - Mn-legeringar

- EN AW-3xxx (AlMn)
 - Egenskaper
 - Mangan bidrar till styrka
 - God formbarhet
 - God korrosionsegenskaper.
 - Användningsområden
 - Används ofta då materialet skall djupdrags (burkar, rör, kastruller, Värmeväxlare.





Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 59

PP0422_VT18

4000-serien - Si-legeringar

SS-EN AW-4xxx (AlSi)

- Dessa legeringar används inte särskilt mycket.
- Några exempel är dock varmsmidade komponenter och svetsråd.




Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 61

PP0422_VT18

5000-serien - Mg-legeringar

EN AW-5xxx (AlMg)

- Egenskaper
 - Tillsats av magnesium bidrar till att öka styrkan i materialet.
 - Korrosionsmotståndet är bra. Legeringar med mer än 3% magnesium betecknas ibland som sjövattneständigt aluminium.
- Användningsområden
 - 5000-serien är en typisk plätlegering
 - Bygg
 - Skeppsbyggnad.



Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 62

PP0422_VT18

6000-serien - Mg-Si-legeringar

EN AW-6xxx (AlMgSi)

- Egenskaper
 - Vid tillsats av både magnesium och kisel får vi en hårdbar legering som är mycket lämpligt för extrudering.
 - Styrkan kan också bli relativt hög.
- Användningsområden
 - 6000-serien är den legering som används mest för aluminiumprofiler och användningsområdena är många
 - Legeringerna lämpar sig bra för anodisering och används ofta till dekorativa föremål.





Lars Bank MSH/DT 2018-04-16 63

7000-serien - Zn-legeringar

EN AW-7xxx (AlZnMg)

- Egenskaper
 - Mycket höghållfasta legeringar. Vid tillsats av zink och mangan uppnår man inte bara styrka men också goda korrosions- och svetsegenskaper.
- Användningsområden
 - Svetsade konstruktioner som är utsatta för stora mekaniska påfrestningar.
 - Stötfångare till bilar.




Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 64

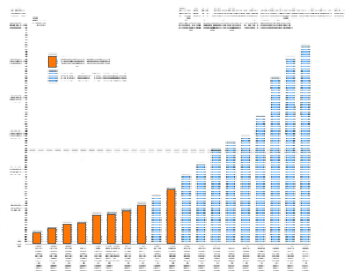
8000-serien - speciella legeringar

EN AW-8xxx

- Detta är övriga legeringar, till exempel legeringar som används i forskningsområden.

Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 65

Sträckgränsvärden



Lars Berk MSH/DT 2018-04-16 66

