

UDDEHOLMS STÅL FÖR PRESSGJUTNING

ANVÄNDNINGSSOMRÅDE | VARARBETE



Uppgifterna i denna trycksak bygger på vårt nuvarande kunnande och är avsedda att ge allmän information om våra produkter och deras användningsområden. De får således inte anses utgöra någon garanti för att de beskrivna produkterna har vissa egenskaper eller är lämpliga för speciella ändamål.

Klassificerat enligt EU-direktiv 1999/45/EC.
För ytterligare information se våra "Materialsäkerhetsdatablad".

Utgåva 5, 05.2012
Senast uppdaterade utgåva av denna broschyr är den engelska version som alltid finns publicerad på vår webbplats, www.uddeholm.com



Val av verktygsstålsleverantör är ett viktigt beslut för alla parter; verktygskonstruktören, verktygsmakaren och verktygsanvändaren. Tack vare överlägsna materialegenskaper får Uddeholms kunder pålitliga verktyg och komponenter. Våra produkter är alltid state-of-the art. Därför har vi också gjort oss kända för att vara världens mest innovativa stålproducent.

Uddeholm tillverkar och leverar högkvalitativt svenskt verktygsstål till fler än 100 000 kunder i över 100 länder. Inom Pacificområdet i Asien representeras vi av ASSAB, som är vårt helägda dotterbolag och exklusiva säljkanal. Tillsammans befäster vi ställningen som världsledande leverantör av verktygsstål.

Var du än befinner dig i produktionskedjan kan du med förtroende vända dig till Uddeholm. Vår målsättning är att vara bästa affärspartner och förstahandsleverantör för bästa verktygs- och produktionsekonomi.

Det lönar sig att byta till ett bättre stål.

INNEHÅLL

Allmänt	4
Krav på pressgjutna detaljer	4
Verktygskonstruktion	5
Verktygstillverkning	6
Verktygslivslängd	10
Krav på formstålet för pressgjutning	12
Verktygsekonomi	18
Produktprogram för pressgjutning	
– Allmänt	20
– Kemisk sammansättning	22
– Jämförelse av egenskaper	23
Material- och hårdhetsrekommendationer	24

Allmänt

Pressgjutning är en utmärkt metod för tillverkning av komplicerade detaljer i aluminium-, koppar-, magnesium- och zinklegeringar i stora serier, där höga krav ställs på toleranserna.

Tillväxten inom pressgjutning beror till stor del på den ökande användningen av pressgjutna detaljer inom bilindustrin, där lägre vikt får allt större betydelse.

Långa produktionsserier har gjort att man har insett betydelsen av en ökad verktygslivslängd. Under de senaste åren har Uddeholm haft en ledande roll i utvecklingen av varmarbetsstål för att möta de strängare kraven från pressgjutningsindustrin. Detta har resulterat i stålsorterna Uddeholm Vidar Superior, Uddeholm Orvar Supreme, Uddeholm Orvar Superior, Uddeholm QRO 90 Supreme och Uddeholm Dievar.

Pressgjutare vet av erfarenhet att verkliga besparingar kan göras vad gäller produktions- och verktygskostnader genom att använda dessa högkvalitativa varmarbetsstål i kombination med noggrant specificerade rekommendationer för värme-

behandling. Ytterligare förbättringar kan realiseras genom väl anpassad produkt- och verktygsdesign och förbättrad produktionsstyrning vid pressgjutningen.

Krav på pressgjutna detaljer

Ökade krav på pressgjutna detaljer kommer att innebära en fortsatt utveckling av pressgjutningslegeringar med högre hållfasthet och duktilitet, förbättrad skärbarhet, svetsbarhet och korrosionsbeständighet.

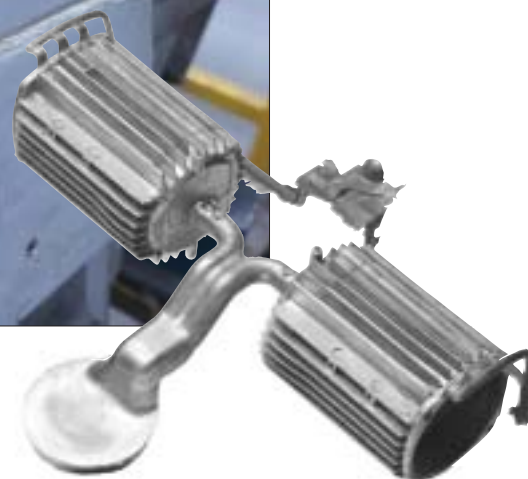
Inriktningarna vad gäller produktdesign går mot:

- större detaljer
- tunnare väggtjocklekar
- mer komplicerade former
- snävare toleranser

Dessa faktorer gynnar användandet av pressgjutning gentemot andra gjutningsmetoder som t ex statisk kokillgjutning och lågtryckskokillgjutning.



Verktyg för pressgjutning av pumphus i aluminium.

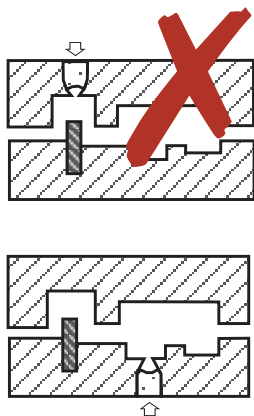


Verktögs konstruktion

Hur ett pressgjutningsverktyg skall konstrueras bestäms i första hand av den pressgjutna detaljens utseende. Det finns dock en del aspekter vid konstruktionen och dimensioneringen av verktyget som kan vara av betydelse för dess livslängd.

FORMRUMMET

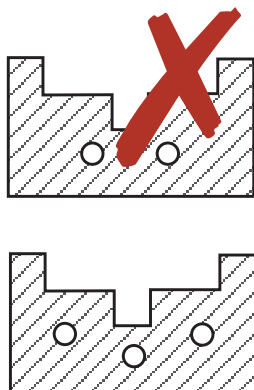
Höghållfasta stål är anvisningskänsliga. Det är därför viktigt att formrummet utformas med jämna materialövergångar och hålkål med största möjliga radie.



För att minska risken för erosion och varmsprickbildning i formmaterialet i närheten av inloppet, bör formrumsväggen eller eventuella kärnor/insatser placeras så långt ifrån inloppet som möjligt.

KYLKANALER

Kylkanalerna bör placeras så, att hela ytan i formrummet antar jämnast möjliga temperatur. Det är viktigt både för kylningen, hållfastheten



och för korrosionsbeständigheten att kylkanalerna har god ytjämnhet.

GJUTKANALER, INLOPP OCH LUFTUTGÖT

För att säkerställa optimala gjutförhållanden måste kylsystemet stå i rätt proportion till den "heta delen" (gjutkanaler, inlopp, luftutgöt och formrum). Detta betyder, att det är av avgörande betydelse hur gjutkanalen, inloppet och luftutgötsystemet är konstruerade. För sådana delar av formrummet som är svåra att fylla bör ett luftutgöt anordnas, så att gjutmetallen lättare kan flyta in i den aktuella delen (alternativt vakuumpressgjutning).

När det gäller flerrumsformar med identiskt lika formrum är det viktigt att alla gjutkanaler har samma längd och samma tvärsnittsarea och att inloppen och luftutgötet är identiska.

Inloppens läge och tjockleken och bredden på skiljeväggarna mellan dem är avgörande för metallens insprutningshastighet. Inloppen bör konstrueras så, att gjutmetallen fördelas jämnt och utan hinder till alla delar av formrummet.

Metall som sprutas istället för att flyta in i formrummet ger sämre gjutgods. För kraftig turbulens i den smälta metallen kan förorsaka erosion hos formen.

TUMREGLER FÖR DIMENSIONERING

Här nedan ges några tumregler för hur en gjutform för aluminium bör dimensioneras för att uppfylla hållfasthetskraven:

1. Avstånd formrum–ytteryta >50 mm
2. Förhållande formrumsdjup/total tjocklek <1:3
3. Avstånd: formrum–kylkanal >25mm
formrum–kylkanal vid hörn >50 mm
4. Hålkålsradier:

Zink	Aluminium	Mässing
>0,5 mm	>1 mm	>1,5 mm
5. Avstånd inlopp–formrumsvägg >50 mm

Verktygstillverkning

Vid tillverkning av pressgjutningsverktyg är följande av stor betydelse:

- skärbarhet
- gnistbearbetning
- värmebehandling
- dimensionsstabilitet
- ytbehandling
- svetsbarhet

SKÄRBARHET

Skärbarheten hos martensitiska varmarbetsstål påverkas huvudsakligen av mängden icke metalliska inneslutningar som mangansulfider och av stålets hårdhet.

Eftersom pressgjutningsverktygets prestanda kan förbättras genom att man minskar halten av föroreningar som t ex svavel och syre, tillverkas Uddeholm Dievar, Uddeholm Vidar Superior, Uddeholm Orvar Supreme, Uddeholm Orvar Superior, och Uddeholm QRO 90 Supreme med ytterst låga halter av svavel och syre.

Den bästa möjliga mikrostrukturen för maskinbearbetning är en homogen fördelning av väl sfäroidiserade karbider i en mjukglödgad ferritisk grundmassa med en så låg hårdhet som möjligt.

”Microdize”-processen ger Uddeholms varmarbetsstål Dievar, Vidar Superior, Orvar Supreme, Orvar Superior och QRO 90 Supreme en homogen struktur med en hårdhet av 160 HB för Dievar och cirka 180 HB för de andra stålen. Stålen karakteriseras av en mycket jämn skärbarhet.

Allmänna skärdata för svarvning, fräsning och borrar av ovan nämnda varmarbetsstål framgår av respektive stålsorts produktbroschyr.

GNISTBEARBETNING

Metodutveckling har lett till betydande förbättringar av bearbetningsteknik, produktivitet och precision (måttnoggrannhet) samtidigt som den vidgat användbarheten. Det är ett viktigt produktionshjälpmedel hos de flesta verktygstillverkare. Härdat eller glödgat stål kan bearbetas med samma lätthet. Ett alternativ till gnistbearbetning är höghastighetsbearbetning.

Gnistbearbetning är en metod som innebär elektriska urladdningar mellan en anod (grafit eller koppar) och en katod (verktygsstål) i ett dielektriskt medium. Urladdningarna styrs så, att erosion av verktyget eller arbetsstycket äger rum. Anoden (elektroden) arbetar sig under gnistningen ned i verktygsstålet, vilket således får samma konturer som anoden.

Vid gnistbearbetningen utsätts stålytan för mycket höga temperaturer, vilket leder till att stålet smälter eller förångas. Ett smält och åter stelnat sprött skikt bildas således på verktygsstålets yta och därunder ett omhärdat och anlöpt skikt. Inverkan av själva gnistoperationen kan i ogynnsamma fall påverka verktygets prestanda i negativ riktning. Därför rekommenderas följande förfaringssätt för det gnistbearbetade verktyget:

GNISTBEARBETNING AV GLÖDGAT MATERIAL

- A Konventionell bearbetning.
- B Gnistbearbetning (undvik ljusbågsbildningar och överdrivna avverkningshastigheter). Avsluta med fingnistning, d v s låg strömstyrka och hög frekvens.
- C Slipa eller putsa ytan efter gnistbearbetningen. Detta minskar risken för sprickbildning vid värmning och kylning. Långsam, stegvis förvärmning till härdningstemperatur rekommenderas.

GNISTBEARBETNING AV HÄRDAT OCH ANLÖPT MATERIAL

- A Konventionell maskinbearbetning.
- B Härdning och anlöpning.
- C Gnistbearbetning (undvik ljusbågsbildningar och överdrivna avverkningshastigheter). Avsluta med fingnistning, d v s låg strömstyrka och hög frekvens.
- D (i) Slipa eller putsa den gnistbearbetade ytan.
(ii) Anlöp vid 15–25°C lägre temperatur än tidigare.

För ytterligare information om gnistbearbetning se Uddeholms broschyr ”Gnistbearbetning av verktygsstål”.

VÄRMEBEHANDLING

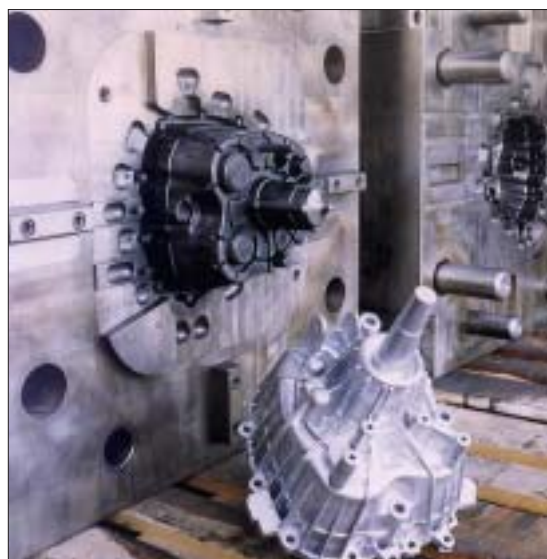
Varmarbeitsstål levereras vanligen i mjukglödgat utförande. Efter maskinbearbetningen måste verktyget värmebehandlas för att få optimal varmhållfasthet, anlöpningsbeständighet, seghet och duktilitet.

Stålets egenskaper efter värmebehandling uppnås genom kontroll av austenitiseringstemperaturen, austenitiserings tiden, kylningshastigheten vid härdning och anlöpningstemperaturen.

En hög austenitiserings temperatur har en positiv inverkan på anlöpningsbeständigheten och beständigheten mot mjuknande, vilket i sin tur motverkar sprickbildningen genom termisk utmattning. Hos Uddeholm Orvar Supreme, Uddeholm Orvar Superior och Uddeholm QRO 90 Supreme kan dessa egenskaper därför förbättras genom austenitisering vid 1050°C i stället för vid 1020°C. För Uddeholm Vidar Superior gäller 1000°C istället för 980°C och för Uddeholm Dievar 1030°C istället för 1000°C.

Å andra sidan reduceras segheten och duktiliteten vid austenitisering vid höga temperaturer genom att man ökar kornstorleken och framkallar en större risk för utskiljning av korngränskarbider vid härdning. Förfarandet bör därför endast användas för mindre verktyg, insatser och kärnor.

En högre hårdhet efter värmebehandling har på samma sätt en gynnsam inverkan på motståndet mot varmsprickbildningen. Den bör dock inte överstiga 50 HRC vid pressgjutning av aluminium



Detalj i aluminium för bilindustrin.

och 46 HRC vid pressgjutning av mässing. Risken för sprickbildning och totalhaveri ökar med den högre hårdheten p g a den reducerade segheten. Tack vare den förbättrade seghetsnivån hos Uddeholm Dievar, Uddeholm Vidar Superior och Uddeholm Orvar Supreme, Uddeholm Orvar Superior minskas emellertid risken för totalhaveri betydligt.

Kylningshastigheten vid härdning har mycket stor betydelse för verktygslivslängden. En låg kylningshastighet ger den bästa dimensionsstabiliteten, men risken för ogynnsamma härdstrukturer ökar. På så vis kommer en alltför låg kylningshastighet vid härdning att minska stålets brottseghet.

En högre kylningshastighet, t ex vid användning av saltbad eller vakuum med övertryck vid kylningen, ger en bättre härdstruktur och därmed längre livslängd hos verktyget.

Den rätta balansen måste finnas mellan den minskade justeringskostnaden (mindre bearbetning), som en lägre kylningshastighet medför, och den bättre livslängden hos verktyget, som främjas av en högre kylningshastighet (högre seghet). I de allra flesta fall är en högre kylningshastighet att föredra om man betraktar totalekonomin för verktyget.

Avkolning och kraftig uppkolning kan orsaka för tidig varmsprickbildning.

Verktyget bör anlöpas direkt då temperaturen vid härdning har sjunkit till 50–70°C. En dubbel anlöpning är nödvändig för att erhålla en tillfredsställande mikrostruktur. Anlöpningstemperaturen väljs beroende på önskad hårdhet på verktyget. En tredje anlöpning vid något lägre temperatur görs i samband med oxideringen av verktyget, vilket normalt rekommenderas för pressgjutningsverktyg.

DIMENSIONSSTABILITET

FORMFÖRÄNDRINGAR EFTER HÄRDNING OCH ANLÖPNING AV VERKTYGET

Då ett pressgjutningsverktyg härddas och anlöps uppträder normalt en viss formförändring.

Detta är välkänt och det är normal praxis att lämna en viss bearbetningsmån på verktyget för härdningen. Detta gör det möjligt att efter härdning och anlöpning justera verktyget till korrekt mått genom höghastighetsbearbetning, gnistbearbetning och slipning etc.

Formförändringen orsakas av spänningar i materialet och kan uppdelas i:

- bearbetningsspänningar
- värmespänningar
- omvandlingsspänningar



Verktyg för pressgjutning av aluminium.

BEARBETNINGSSPÄNNINGAR

Denna typ av spänningar alstras under maskinbearbetning som svarvning, fräsning och slipning av verktyget.

Om spänningar har byggts upp i ett verktyg, utlöses de i samband med värmning. Värmningen ger en sänkt hållfasthet, varvid spänningar utlöses genom lokal deformation. Detta kan leda till en formförändring. För att undvika att kraftiga formförändringar uppstår, i samband med värmning vid härdning, bör en extra värmningsoperation (avspänningsglödning) utföras efter grovbearbetning. Eventuell formförändring kan då justeras i samband med finbearbetningen före härdningen.

VÄRMESPÄNNINGAR

Dessa spänningar bildas då ett verktyg värms eller kyls. De ökas om uppvärmningen sker snabbt eller olikformigt. Vid värmningen ökas stålets volym. En ojämn värmning kan ge lokala volymökningar som leder till spänningar och formförändringar.

Som ett alternativ vid stora eller komplexa verktyg kan uppvärmningen göras i steg (förvärmningssteg) för att få en temperaturutjämnning i verktyget. Man skall alltid sträva efter att värma upp så långsamt att temperaturen hela tiden är praktiskt taget lika i hela verktyget.



Verktyg i aluminium
för bilindustrin.

Vad som sägs beträffande upphettning gäller även vid avkylning. Också vid kylningen kan mycket kraftiga spänningar uppstå. Dock måste en tillräckligt hög kylhastighet användas för att egenkaperna i verktyget skall bli goda. För att utjämna värmespänningarna vid härdning rekommenderas därför etapphärdning.

OMVANDLINGSSPÄNNINGAR

Denna typ av spänningar uppstår då strukturen omvandlas i stålet. Orsaken är att de tre aktuella strukturtyperna — ferrit, austenit, martensit — har olika volym. Störst inverkan har omvandlingen från austenit till martensit. Denna ger en volymökning.

En mycket kraftig och ojämn kylning kan också lokalt bilda martensit, vilket leder till en lokal volymökning och spänningar som följd. Dessa spänningar kan då ge upphov till formförändringar eller t o m sprickor i verktyget.

Mer information beträffande formförändringar vid härdning och anlöpning av Uddeholm Dievar, Uddeholm Vidar Superior, Uddeholm Orvar Supreme, Uddeholm Orvar Superior och Uddeholm QRO 90 Supreme kan erhållas i produktbroschyrerna för respektive stålsort.

YTBEHANDLING

Ytbehandling som olika nitreringsförfaranden kan ha en gynnsam inverkan, som motstånd mot erosion och pålödning, på vissa delar av ett pressgjutningsverktyg t ex utstötare, ingjutskammare, kärnor, mindre insatser, munstycken och spridare.

Andra ytbehandlingsförfaranden som visat sig ha en gynnsam inverkan på framförallt kärnor är CVD- och blacknite-processerna.

Olika stål är olika lämpade för ytbehandling beroende på deras kemiska sammansättning.

Dievar, Vidar Superior, Orvar Supreme och QRO 90 Supreme är alla lämpade för ovan nämnda ytbehandlingar.

SVETSBARHET

I många fall är det viktigt att kunna svetslaga ett pressgjutningsverktyg. Svetslagning av verktygsstål medför alltid risk för sprickor, men om man är försiktig, väljer rätt tillsatsmaterial och har ett lämpligt svetsningsförfarande, kan man nå goda resultat.

Allmänt gäller följande:

FOGBEREDNING

För att undvika bindfel och porer i svetsen på g a smuts och fett måste verktyget vara väl rengjort på de ytor som skall svetsas upp. Fogen skall ha en fasvinkel på minst 30° (fogvinkel 60°) och fogbotten skall vara väl rundad. Bredden på fogbotten bör vara minst elektrodens diameter (höljet inräknat) plus 1 mm.

SVETSNING AV MJUKGLÖDGAT MATERIAL

- 1 Använd en förhöjd arbetstemperatur på min 325–375°C.
- 2 Svetsa verktyget vid denna temperatur, men låt inte temperaturen i verktyget sjunka under 325°C. Max mellansträngstemperatur 475°C. För att hålla en jämn och lämplig temperatur under svetsförloppet rekommenderas en isolerad låda med termostatiskt styrda uppvärmningselement.
- 3 Långsam svalning efter svetsning 20–40°C/h för de första två timmarna och sedan fritt i luft.
- 4 Mjukglödgat direkt efter svetsning.

SVETSNING AV HÄRDAT OCH ANLÖPT MATERIAL

- 1 Använd en förhöjd arbetstemperatur på min 325–375°C.
- 2 Svetsa verktyget vid denna temperatur, men låt inte temperaturen i verktyget sjunka under 325°C. Max mellansträngstemperatur 475°C. För att hålla en jämn och lämplig temperatur under svetsförloppet rekommenderas en isolerad låda med termostatiskt styrda uppvärmningselement.
- 3 Långsam svalning efter svetsning 20–40°C/h för de första två timmarna och sedan fritt i luft.
- 4 Anlöp verktyget ca 25°C under tidigare använd anlöpningstemperatur. Anlöpningstid 2 timmar.

TILLSATSMATERIAL

Uddeholm QRO 90 Weld, Uddeholm QRO 90 TIG-Weld eller Uddeholm Dievar TIG-Weld. För ytterligare information om svetsning se Uddeholms broschyr "Svetsning av verktygsstål".

Verktöglivslängd

Livslängden på pressgjutningsverktyg varierar kraftigt beroende på den pressgjutna detaljens storlek och utseende, typ av gjutlegering och verktygets vård och underhåll.

Genom lämplig behandling före och under pressgjutningen kan verktygets livslängd ökas.

- Lämplig förvärmning
- Rätt kylning
- Ytbehandling
- Avspänningsanlöpning

LÄMPLIG FÖRVÄRMNING

Den första kontakten mellan ett kallt pressgjutningsverktyg och den smälta gjutmetallen innebär en kraftig värmechock för verktygs-

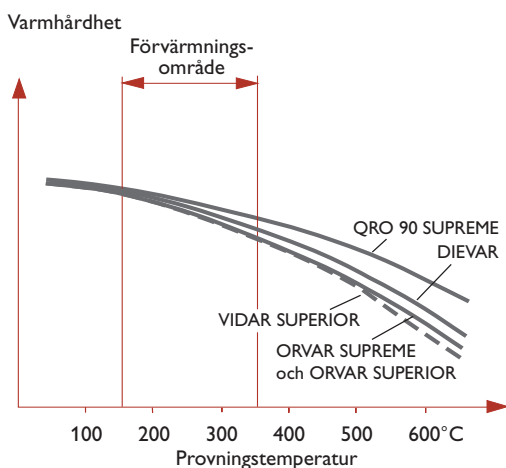
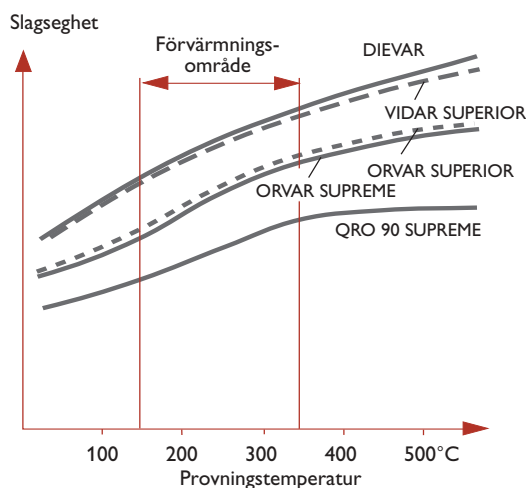
materialet. Sprickbildning kan börja redan vid första skottet och snabbt leda till totalhaveri.

Det är alltså viktigt att temperaturskillnaden mellan verktygsytan och den smälta metallen inte blir för stor. Därför rekommenderas alltid förvärmning.

Valet av förvärmningstemperatur är beroende av typen av gjutlegering men ligger normalt mellan 150 och 350°C. Diagrammen illustrerar inom vilket område materialet bör förvärmas. Det är viktigt att inte förvärma till för hög temperatur eftersom verktyget då kan bli för varmt under pressgjutningen med nedlöpning som följd. Observera att tunna flänsar blir varma mycket snabbt.

Följande förvärmningstemperaturer rekommenderas:

Material	Förvärmningstemperatur
Tennlegeringar, Blylegeringar	100–150°C
Zinklegeringar	150–200°C
Magnesiumlegeringar, Aluminiumlegeringar	180–300°C
Kopparlegeringar	300–350°C



Det är viktigt med en jämn och försiktig uppvärmning. Termostatiskt styrda uppvärmningssystem rekommenderas.

Vid förvärmning bör kylmedel tillföras gradvis, så att ett jämviktstillstånd uppnås. All chockkylning skall undvikas.

Verktyg med insatser måste värmas sakta, så att insatser och hållarmaterial hinner med i temperaturstegringen och utvidgar sig likformigt.

RÄTT KYLNING

Verktygets temperatur styrs dels av kylmedlet, vatten eller olja, dels av smörjmedlet på formytan.

För att minska risken för varmsprickbildning kan kylmedlet förvärmas till ca 50°C. Lägre medeltemperatur än +20°C är inte att rekommendera. Vid längre uppehåll än ett par minuter bör kylmedelsflödet, under pressgjutning, regleras så att verktyget inte kyls ned för mycket. Termostatstyrda kylsystem rekommenderas.

YTBEHANDLING

För att undvika direkt kontakt mellan gjutmetall och formrumsyta är det viktigt att smörjmedlet fäster ordentligt på verktygsytan. Ett nytt eller nyreparerat verktyg bör inte ha en glatt, metallisk yta. Det är därför lämpligt att belägga verktygsytan med ett tunt oxidskikt, som ger ett gott fäste för smörjmedlet under inkörningen.

Verktygsytan kan oxideras genom upphettning till ca 500°C under 1 timme med efterföljande kylning i luft. Även uppvärmning i ångatmosfär (500°C under 30 minuter) ger ett bra oxidskikt.

För att avlägsna de avlagringar av smörjmedel som uppstår efter en tids drift rekommenderas blästring av formrumsytan. Vidare införes tryckspänningar i ytskiktet, vilket delvis utjämnar de dragspänningar som orsakar varmsprickbildningen.

Delar som utsätts för nötning och friktion, såsom utstötare och ingjutsammare kan nitreras genom olika nitreringsförfaranden för ökad livslängd.

AVSPÄNNINGSANLÖPNING

De omväxlande temperaturstegringarna och -sänkningarna, av verktygets yta under pressgjutningen, kan medföra att restspänningar utvecklas i ytzonen. Dessa är, i de flesta fall, dragspänningar och underlättar således varmsprickbildning.

Ett sätt att utlösa spänningarna i ytskiktet och därmed öka verktygets livslängd är att avspänningsanlöpa verktyget vid lämpliga tidpunkter. En första avspänningsanlöpning är att rekommendera redan efter inkörningsperioden. Och sedan efter 1 000–2 000 och 5 000–10 000 skott. Därefter upprepas avspänningsanlöpningen efter perioder på 10 000–20 000 skott så länge inget tydligt varmsprickmönster blir synligt på verktygets yta. En omfattande sprickbildning utlöser nämligen restspänningar och avspänningsanlöpning av ett verktyg, som redan skadats av varmsprickor, kommer inte att ha någon effekt.

Avspänningsanlöpning utföres vid ca 25°C lägre temperatur än den högsta anlöpningstemperatur, som tidigare använts. Två timmars hålltid vid temperatur är tillräcklig.



Verktyg för pressgjutning av mässing.

Krav på formstålet för pressgjutning

Pressgjutningsverktyg utsätts för höga temperaturer och stora mekaniska påkänningar. Detta medför att livslängden hos sådana verktyg kan bli relativt begränsad. Begränsande faktorer är:

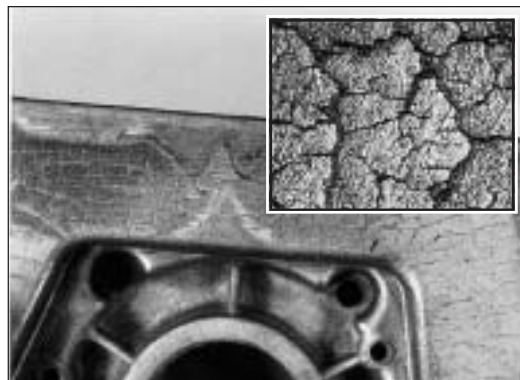
- varmsprickbildning
- korrosions- och erosions-skador
- sprickbildning (totalhaveri)
- intryckningar (låg hållfasthet)

Verktygets livslängd är i hög grad avhängig arbets-temperaturen d v s gjutmetallens temperatur. Livslängden kan också variera avsevärt beroende på utformningen av den gjutna produkten, ytfinishen, produktionstakten, processkontrollen, verktygets utformning, material, värmebehandling och ytbehandling samt kvalitetskraven på den gjutna produkten.

VARMSPRICKBILDNING

Varmsprickbildning innebär en gradvis spricktillväxt orsakad av termiska spänningar från många temperaturcykler. Det är ett mikrofenomen i ett tunt ytskikt. Vid pressgjutning utsätts formstålet omväxlande för upphettning och avkylning. Detta innebär att stora spänningar utvecklas i ytskiktet hos materialet, vilket så småningom leder till termiska utmattningssprickor s k varmsprickbildning.

Höga temperaturopppar och snabb kylning ökar risken. Resultatet blir då ett sprickmönster, som tydligt framgår av nedanstående foto.



Under de senaste 15 åren har många ansträngningar gjorts för att förstå mekanismerna vid termisk utmattning i samband med pressgjutning och att relatera beständigheten mot varmsprickbildning till materialets grundegenskaper. För detta ändamål har Uddeholm byggt en speciell anordning för simulering av skadeförloppet vid termisk utmattning. Syftet med dessa ansträngningar är att förbättra och utveckla verktygsmaterial och detta har resulterat i stålen Uddeholm Dievar, Uddeholm Vidar Superior, Uddeholm Orvar Supreme, Uddeholm Orvar Superior och Uddeholm QRO 90 Supreme.

Gjutmetall	Gjuttemperatur		Faktorer som begränsar verktygets livslängd	Normal livslängd, antal skott	
	°F	°C		Form	Kärna
Zink	~800	~430	Erosion	0.5–2 million	0.5–2 million
Magnesium	~1200	~650	Varmsprickor Sprickbildning Erosion Intryckningar	100 000 till 400 000	50 000 till 200 000
Aluminium	~1300	~700	Varmsprickor Sprickbildning Erosion Intryckningar	60 000 till 200 000	40 000 till 150 000
Koppar/ Mässing	~1780	~970	Varmsprickor Intryckningar Erosion Sprickbildning	5 000 till 50 000	1 000 till 5 000

FAKTORER AV BETYDELSE FÖR VARMSPRICKBILDNING

Varmsprickor härrör från en kombination av termiska dragspänningar (p g a temperaturväxlingar) och plastisk töjning. Varmsprickbildning förhindras om någon av dessa faktorer saknas. Det är främst dragspänningarna som inverkar på uppkomsten och tillväxten av varmsprickor.

Följande faktorer påverkar graden av varmsprickbildning:

- **Verktygets temperaturcykel**
 - Förvärmningstemperatur
 - Maximal yttemperatur
 - Hålltiden vid maximal temperatur
 - Kylningshastighet
- **Verktygs materialets grundegenskaper**
 - Termisk utvidningskoefficient
 - Värmeledningsförmåga
 - Varmsträckgräns
 - Anlöpningsbeständighet
 - Kryphållfasthet
 - Duktilitet
- **Anvisningar**
 - Hålkäl, radier och hörn
 - Ytbeskaffenhet

VERKTYGETS TEMPERATURCYKEL

FÖRVÄRMNINGSTEMPERATUR

Det är väsentligt att temperaturskillnaden mellan ytan hos formrummet och den smälta metallen inte är för stor. Av denna anledning rekommenderas alltid förvärmning.

Förvärmningstemperaturen bör vara minst 180°C för aluminiumpressgjutning. Verktygsstålets brottseghet vid denna temperatur är nästan dubbelt så hög som vid rumstemperatur.

MAXIMAL YTTEMPERATUR

Den maximala temperaturen i formrummets ytskikt har stor betydelse för varmsprickbildning. Upp till 600°C är påfrestningarna måttliga, medan risken för varmsprickbildning ökar kraftigt vid temperaturer över 600°C. Formrummets maximala yttemperatur bestäms huvudsakligen av förvärmningstemperaturen, gjutmetallen,

gjuttemperaturen hos den flytande metallen, formrummets utformning samt de termiska egenkaperna hos verktygs materialet.

HÅLLTID VID MAXIMAL TEMPERATUR

Ökad hålltid vid den maximala temperaturen innebär ökad risk för överanlöpning av verktygs materialet. Denna reduktion av hållfastheten medför ett försämrat motstånd mot mekanisk och/eller termisk belastning.

KYLNINGSHASTIGHETEN

Ytskiktets kylningshastighet har också stor betydelse. Snabbare kylning ger större spänningar och leder till varmsprickbildning i ett tidigare skede. Valet av kylmedel är vanligen en kompromiss mellan önskad verktygslivslängd och produktions takt. På senare tid har de flesta pressgjutare av miljöskäl gått över från olje- till vattenbaserade smörjmedel. Detta har i en del fall medfört att verktygens livslängd minskat med 20%.

VERKTYGSMATERIALETS GRUNDEGENSKAPER

TERMISK UTVIDGNINGSKOEFFICIENT

Låg termisk utvidningskoefficient innebär låga termiska spänningar. För verktygsstål är det dock mycket svårt att i någon nämnvärd utsträckning påverka den termiska utvidningen, t ex genom legering.

VÄRMELEDNINGSFÖRMÅGA

Hög värmeledningsförmåga minskar verktygets termiska gradienter och därmed minskas de termiska spänningarna. Värmeledningsförmågan påverkas av verktygsstålets sammansättning.

VARMSTRÄCKGRÄNS

Hög varmsträckgräns motverkar varmsprickor, eftersom den plastiska töjningen som uppkommer vid temperaturväxlingar minskas.

ANLÖPNINGSBESTÄNDIGHET

Skada genom varmsprickbildning förvärras om verktygs materialet mjuknar då det utsätts för höga temperaturer (varmsträckgränsen sänks). Det är därför av stor vikt att verktygsstålet har ett bra motstånd mot mjuknande vid hög temperatur.

KRYPHÅLLFASTHET

Mjuknandet av ett varmarbetsstål vid exponering för hög temperatur påverkas i hög grad av mekanisk spänning. Vid pressgjutning utsätts verktygs materialet för såväl hög temperatur som mekanisk spänning. Experiment har visat att varmsprickor kan uppkomma genom cyklisk mekanisk belastning vid konstant temperatur. I allmänhet är hög varmsträckgräns och hög anlöpningsbeständighet förenlig med god kryphållfasthet.

DUKTILITET

Verktygs materialets duktilitet är ett mått på dess förmåga att motstå plastisk töjning utan att brott (sprickbildning) inträffar. Duktiliteten hos verktygs materialet är av största betydelse vid uppkomsten av varmsprickor, medan den betyder mindre vid den fortsatta tillväxten av sprickorna. Hög duktilitet ger ökat motstånd mot varmsprickbildning vid en given temperaturcykel och given varmsträckgräns.

Duktiliteten bestäms av slaggnivån i verktygs stålet samt graden av segring, d v s stålets renhet och homogenitet. Uddeholms verktygsstål för pressgjutningsändamål framställs därför på ett speciellt sätt, som i hög grad förbättrar stålets duktilitet. Bl a utnyttjas avancerade smältnings- och raffineringmetoder, väl kontrollerad smidning och speciell värmebehandling för att erhålla homogen mikrostruktur. Dessa processer ger förbättrad duktilitet och seghet, vilket märks framför allt i centrum av de grova sektionerna som utnyttjas för större pressgjutningsverktyg.

ANVISNINGAR

HÅLKÄL, RADIER OCH HÖRN

Geometrisk anvisning samt ökade termiska gradienter leder till att spänningar och töjningar tilltar vid kanter, hål och hörn. Detta betyder att varmsprickor uppkommer tidigare vid dessa ställen än på plana ytor. Samverkan mellan kanter och varmsprickor ökar risken för totalhaveri av verktyget.

YTBESKAFFENHET

Ojämheter i ytan såsom sliprepor och dylikt påverkar enbart uppkomsten av varmsprickor, inte tillväxten.

Inom det rekommenderade slipområdet 220–600 mesh saknar ytbeskaffenheten betydelse för varmsprickbildningen. En fördel med en inte alltför finpolerad yta, t ex sandblästrad eller oxiderad, är att smörjmedlet fäster bättre och blir jämnare fördelat (bättre släppningsegenskaper). Detta är särskilt viktigt vid inkörningen av ett nytt verktyg.

KORROSIONS- OCH EROSIONSSKADOR

KORROSION ORSAKAD AV METALLSMÄLTAN

Korrosion i pressgjutningsverktyg är en följd av att verktygsytan exponeras för metallsmältan. Om verktygsytan saknar ett skyddande skikt kommer en diffusion att ske i båda riktningarna mellan t ex aluminiumsmältan och verktygsytan. Eftersom verktygets sammansättning till ca 90% består av järn, kommer järnet att bli det dominerande elementet till smältan och t ex aluminium från aluminiumsmältan till verktygsytan. Detta leder till upplösning av stålet och att intermetalliska faser bildas på verktygsytan. En kraftig uppkomst av intermetalliska faser leder ofta till en pålödning av gjutmetallen på verktygsytan.

Uddeholm har undersökt benägenheten för korrosion från olika pressgjutningslegeringar.

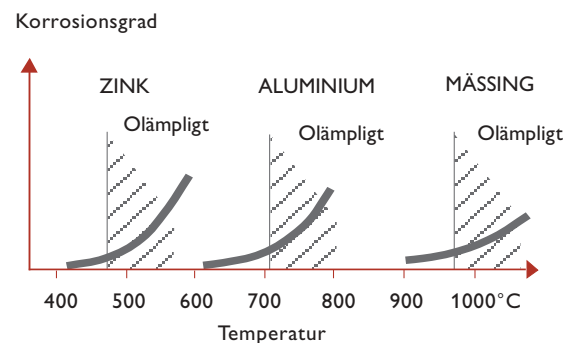
FAKTORER SOM PÅVERKAR KORROSIONEN

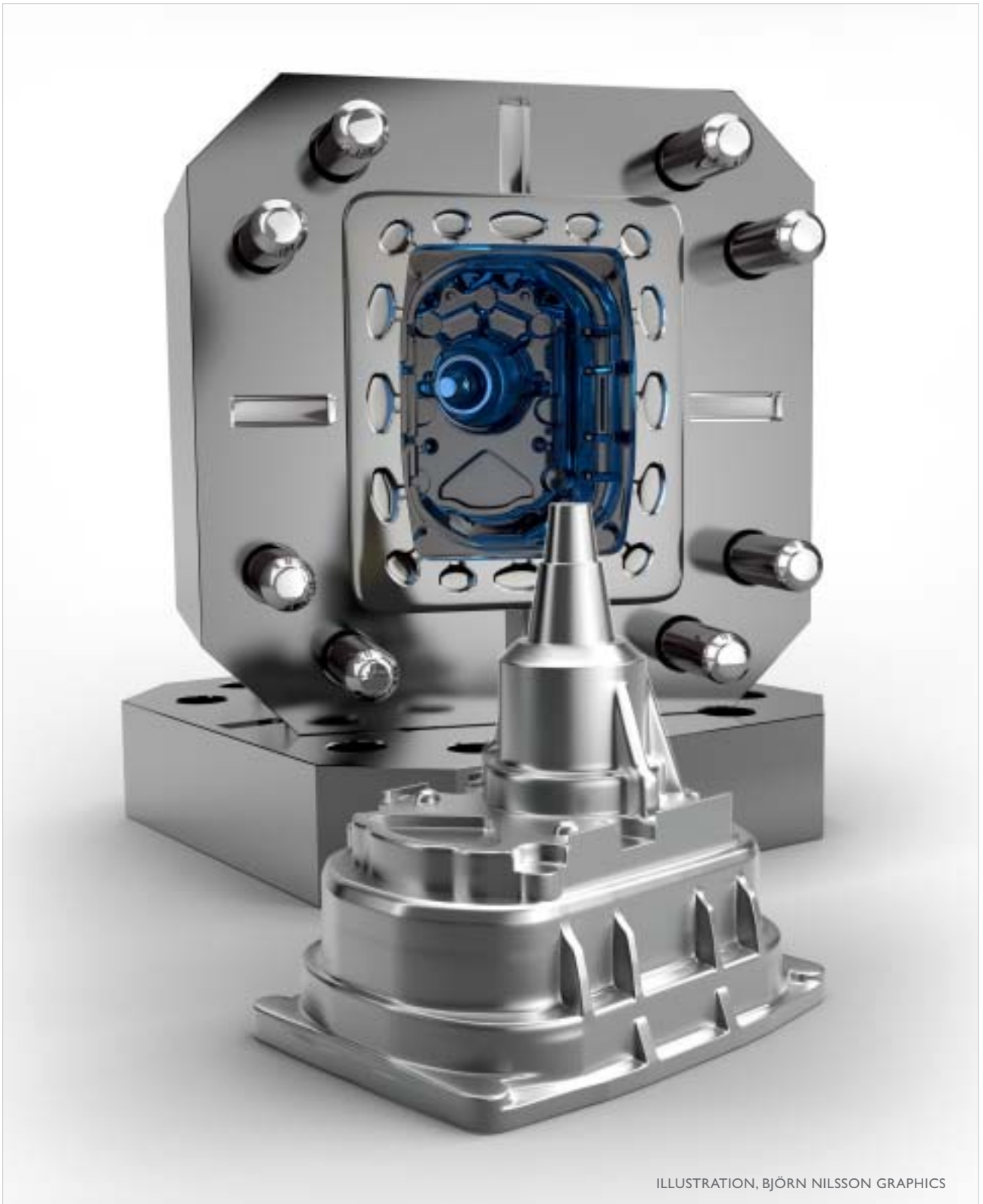
Flera faktorer är av betydelse för uppkomsten av korrosion i formverktyget:

- gjutmetallens temperatur
- gjutmetallens sammansättning
- formverktygets utformning
- ytbehandling

GJUTMETALLENS TEMPERATUR

Olika gjutlegeringar har olika kritiska temperaturer däröver korrosionsangreppen ökar kraftigt.





ILLUSTRATION, BJÖRN NILSSON GRAPHICS

För zink börjar en kraftigare reaktion med stål vid en temperatur av ca 480°C. Aluminium har sin kritiska temperatur omkring 720°C. För kopparlegeringar tycks det inte finnas någon direkt kritisk temperatur, men korrosionen ökar sakta med temperaturen.



Pålödningsproblem på kärna.

GJUTMETALLENS SAMMANSÄTTNING

Rena metallsmältor angriper verktygs materialet mycket snabbare än handelslegeringar. Detta gäller för både zink (Zn) och aluminium (Al). Vidare gäller att korrosion i verktygsytan ökar då aluminiumsmältan innehåller låg järnhalt.

FORMVERKTYGETS UTFORMNING

Formverktygets utseende har också betydelse för korrosionsrisken. Om smält metall pressas in med för hög hastighet kan smörjmedlet på formrumsytan spolats bort. För hög hastighet orsakas vanligen av att inloppskanalen utformats felaktigt.

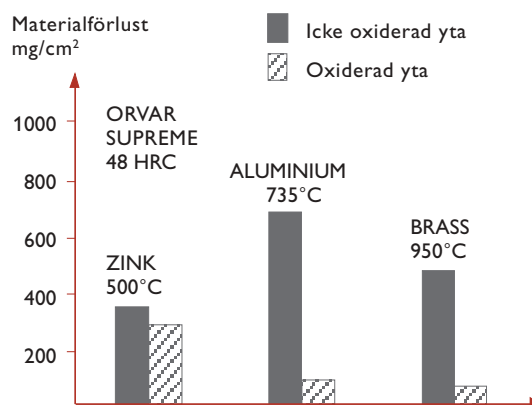


Erosionsskador.

YTBEHANDLING

Ytbehandling av formstålet har däremot stor betydelse. Om metallisk kontakt mellan stål och smälta kan undvikas minskar korrosionsriskerna avsevärt.

Ett bra skydd fås av ett oxidskikt på formrumsytan. Olika nitreringsförfaranden och andra ytbehandlingar ger också ett bra skydd.



EROSION ORSAKAD AV METALLSMÄLTAN

Erosion är en form av varmmekanisk nötning av verktygsytan och beror till största delen på smältans rörelse.

Erosionsskadorna styrs till stor del av smältans hastighet, temperatur och sammansättning. Vid aluminiumpressgjutning sägs hastigheter över 55 m/s in i verktyget påtagligt öka erosionsskadorna.

En hög temperatur på smältan påverkar också resultatet negativt eftersom verktygsytan lättare löps ner. Hårda partiklar som inneslutningar och utskilda hårda kiselpartiklar hos hypereutektoida aluminiumsmältor med över 12,7 viktprocent kisel ökar risken för erosionsskador.

Ofta har vi en kombinationseffekt av både korrosion och erosion i verktyget. Vilken typ som dominerar beror i stort sett på smältans hastighet. Vid höga hastigheter dominerar alltid erosionsskadorna. Verktygs material med bra anlöpningsbeständighet och hög varmhårdhet är att föredra.

SPRICKBILDNING — TOTALHAVERI

Sprickbildning orsakas ofta av en tillfällig termisk eller mekanisk överbelastning och utgör en vanlig orsak till kort livslängd hos pressgjutningsverktyg.

Segheten i ett formverktyg kännetecknas av dess förmåga att kunna ta upp dragspänningar utan att brista vid någon anvisning. Segheten är beroende av både materialet och värmebehandlingen.

Eftersom de mekaniska och termiska spänningarna i ett pressgjutningsverktyg fördelar sig i alla riktningar måste även verktygets seghet beaktas i dessa riktningar — längd-, tvär- och tjockleksriktningarna.

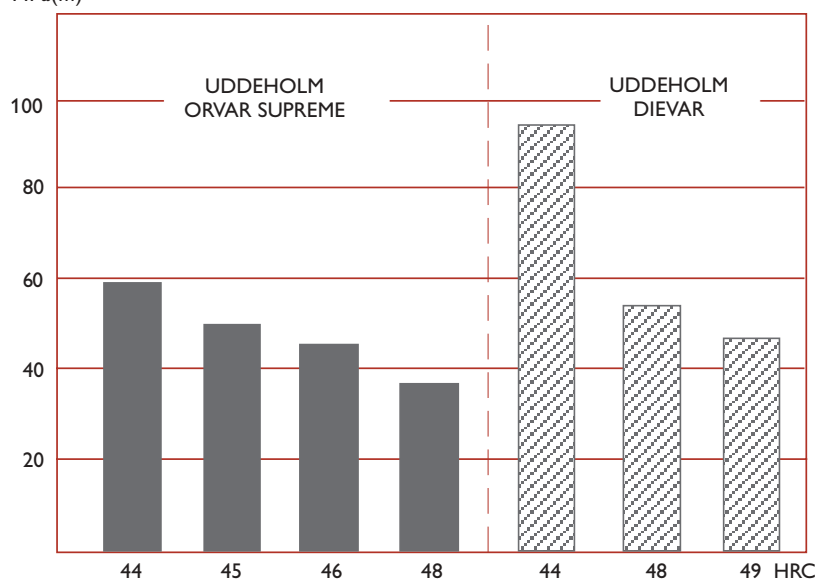
Genom en speciell processteknik har Uddeholm Dievar, Uddeholm Vidar Superior, Uddeholm Orvar Supreme, Uddeholm Orvar Superior och Uddeholm QRO 90 Supreme fått nästan helt isotropiska mekaniska egenskaper.

BROTTSEGHET HOS STÅLEN UDDEHOLM DIEVAR OCH UDDEHOLM ORVAR SUPREME

Materialets förmåga att motstå spänningar utan att brista vid skarpa anvisningar kallas brottsegghet.

Brottseggheten hos Uddeholm Dievar, Uddeholm Orvar Supreme vid olika hårdheter framgår av nedanstående diagram.

Brottsegghet, K_{IC}
MPa(m)^{1/2}



Brottseggheten vid rumstemperatur (stångcentrum och tjockleksriktning).

INTRYCKNINGAR

Intryckningar i delningsplan eller formrum beror i regel på för låg varmhållfasthet.

Vid förhöjd temperatur minskar stålets hållfasthet och därmed dess hårdhet. Detta innebär, att risken för intryckningar på varmarbetsverktyg ökar med arbetstemperaturen. Både låsningsstrycket på formhalvorna och insprutningstrycket är så pass höga, att en viss varmhållfasthet krävs. Detta gäller speciellt vid pressgjutning av aluminium-, magnesium- och kopparlegeringar.

Verktøysekonomi

Den ökade medvetenheten om betydelsen av verktøysekonomi för totalekonomin vid pressgjutning har resulterat i begreppet "supremekvalitet" vad gäller verktøysekonomi.

Eftersom verktøysekonomikostnaden endast utgör 10–20% av den totala kostnaden för en färdig pressgjuten detalj i aluminium, är det självklart att ett verktøysekonomimaterial med hög kvalitet skall användas.

De avgörande faktorerna för verktøysekonomilängden vid pressgjutning är verktøysekonomimaterialet, dess värmebehandling samt styrningen av pressgjutningsprocessen. Verktøysekonomistålet utgör 5–15% av den totala verktøysekonomikostnaden medan värmebehandlingen upptar ca 5–10%. "Kostnadsisberget" illustrerar väl stålets kostnad i förhållande till den totala verktøysekonomikostnaden under verktøysekonomilivslängd.

Ett antal stålspecifikationer har tagits fram under de senaste 20 åren, där målet är att försäkra en hög materialkvalitet för pressgjutningsverktøy. De flesta ställer krav på kemisk analys, slagghet, mikrostruktur, hårdhet, kornstorlek samt avsaknad av porer. I vissa fall bör även mekaniska egenskaper provas.

En av de mest avancerade specifikationerna som finns idag är "Premium Quality H13 Steel Acceptance Criteria for Pressure Die Casting

Dies # 207–2008" utgiven av North American Die Casting Association (NADCA).

Ytterligare förbättringar av verktøysekonomin vid pressgjutning kommer att nås via förbättrade specifikationer för värmebehandlingen.

Värmebehandlingen måste kontrolleras så att oacceptabla dimensionsförändringar undviks samtidigt som en optimal kombination av hårdhet och seghet uppnås. Härvid är austenitiserings-temperaturen och kylningshastigheten vid härdning av stor betydelse.

Den totala verktøysekonomin påverkas även av produktionsåtgärder såsom ordentlig förvärmning av verktøysekonomi samt avspänningsanlöpnings vid specificerade tidpunkter. Dessutom kan skador uppkomma genom varmsprickbildning, korrosion och erosion lindras med lämplig ytbehandling av verktøysekonomi. Möjligheter till underhåll av pressgjutningsverktøy under drift har ökat på senare tid tack vare nya svetsmetoder och förbättrad tillgänglighet av lämpliga tillsatsmaterial.

Alla som ingår i kedjan — ståttillverkaren, verktøysekonomistillverkaren, värmebehandlaren och pressgjutaren — känner till att stora variationer i kvalitetsnivå kan förekomma vid varje steg i verktøysekonomits tillverknings- och livscykel. Optimala resultat kan endast erhållas genom att man för alla delmoment ställer krav på, och är beredd att betala för, en hög kvalitetsnivå.



"Kostnadsisberget"



Produktprogram för pressgjutning

ALLMÄNT

UDDEHOLMS VERKTYGSSTÅL DIEVAR	Patenterat Cr-Mo-V-legerat varmarbetsstål med god varmhållfasthet och mycket god seghet och hårdbarhet. Rekommenderas i verktyg där sprickproblem och termisk utmattning föreligger. Rekommenderas i medelstora och stora verktyg för pressgjutning av aluminium. Uppfyller kraven enligt NADCA #207–2008.
UNIMAX	Ett premium Cr-Mo-V legerat stål med god seghet och duktilitet vid hårdhet upp till 58 HRC.
ORVAR SUPREME/ ORVAR SUPERIOR	Premium Cr-Mo-V-legerade varmarbetsstål med hög beständighet mot sprickbildning. Tillverkade genom en speciell smältnings- och raffineringsteknik för att ge mekaniska egenskaper med god isotropi. Rekommenderas för pressgjutningsverktyg, kärnor och insatser utsatta för höga tryck och avsedda för zink-, magnesium- och aluminiumlegeringar. Uppfyller kraven enligt NADCA #207–2008.
VIDAR SUPERIOR	Ett premium Cr-Mo-V-legerat varmarbetsstål (H11 mod.) med hög beständighet mot sprickbildning. Uppfyller kraven enligt NADCA #207–2008.
QRO 90 SUPREME	Ett patenterat varmarbetsstål som på ett unikt sätt kombinerar hög varmhållfasthet med god anlöpningsbeständighet. QRO 90 Supreme har en mycket hög beständighet mot termisk utmattning. Rekommenderas till verktyg för pressgjutning av aluminium- och kopparlegeringar under högt tryck.
QRO 90 HT	Ett seghärdat QRO 90 Supreme-stål i hårdhet 37–41 HRC speciellt lämpligt för kärnor.
IMPAX SUPREME	Ett seghärdat Cr-Ni-Mo-legerat stål med leveranshårdhet ~310 HB. Lämpligt i pressgjutningsverktyg för zink, bly och tenn.
UDDEHOLMS HÅLLARSTÅL HOLDAX	Ett seghärdat stål med mycket god skärbarhet för höghållfasta fästplattor, hållarmaterial och stödplattor.



Uddeholm QRO 90 HT för tillverkning av kärnor.

KEMISK SAMMANSÄTTNING

UDDEHOLMS VERKTYGSSTÅL	SS (AISI)	RIKTANALYS %						Övrigt	LEVERANS- HÄRDHET Brinell
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V		
DIEVAR	–	0.35	0.2	0.5	5.0	2.3	0.6	–	~160
UNIMAX	–	0.50	0.2	0.5	5.0	2.3	0.5	–	~185
ORVAR SUPREME	2242 (H13)	0.39	1.0	0.4	5.2	1.4	0.9	–	~180
ORVAR SUPERIOR	2242 (H13)	0.39	1.0	0.4	5.2	1.4	0.9	–	~180
VIDAR SUPERIOR	– (H11 mod.)	0.36	0.3	0.3	5.0	1.3	0.5	–	~180
QRO 90 SUPREME	–	0.38	0.3	0.8	2.6	2.3	0.9	Mikro- leg.	~180
IMPAX SUPREME	– (P20 mod.)	0.37	0.3	1.4	2.0	0.2	–	Ni 1.0	~310
UDDEHOLMS HÅLLARSTÅL									
HOLDAX	– (4140 mod.)	0.40	0.4	1.5	1.9	0.2	–	S 0.07	~310



JÄMFÖRELSE AV EGENSKAPER

UDDEHOLMS VERKTYGSSTÅL	ANLÖPNINGS- BESTÄNDIG- HET	VARMSTRÄCK- GRÄNS	DUKTILITET	SEGHET	HÄRD- BARHET
DIEVAR					
UNIMAX					
ORVAR SUPREME					
ORVAR SUPERIOR					
VIDAR SUPERIOR					
QRO 90 SUPREME					

Jämförelse av kritiska egenskaper hos varmarbetsstål (ju längre stapel desto bättre egenskap).

Alla stål har testats i hårdhet 44–46 HRC, förutom Uddeholm Unimax som testats i 54–56 HRC.

JÄMFÖRELSE AV MOTSTÅND MOT SKADEMEKANISMER

UDDEHOLMS VERKTYGSSTÅL	VARMSPRICK- BILDNING	SPRICK- BILDNING (HAVERI)	EROSION	INTRYCK- NINGAR
DIEVAR				
UNIMAX				
ORVAR SUPREME				
ORVAR SUPERIOR				
VIDAR SUPERIOR				
QRO 90 SUPREME				

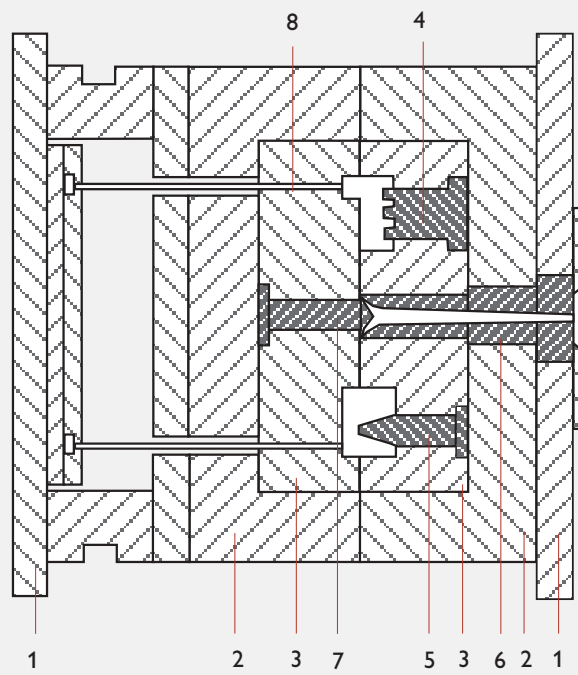
Jämförelse av motstånd mot olika skademekanismer (ju längre stapel desto bättre motstånd).

Material- och hårdhetsrekommendationer

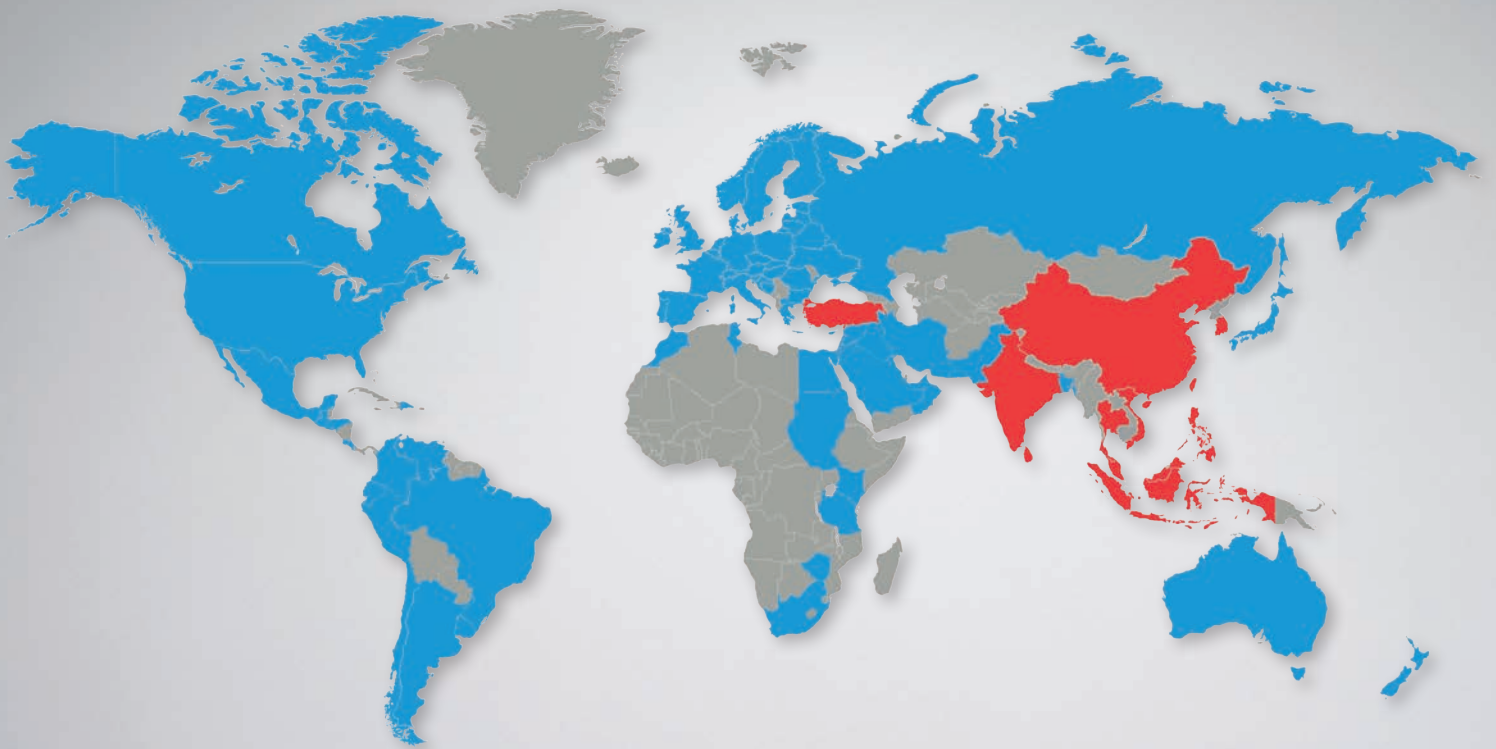
VERKTYGSDEL	TENN/BLY/ZINK	ALUMINIUM/MAGNESIUM	KOPPAR/MÄSSING
FÄSTPLATTOR, HÅLLARMATERIAL, STÖDPLATTOR	HOLDAX (seghärdat) ~310 HB IMPAX SUPREME (seghärdat) ~310 HB	HOLDAX (seghärdat) ~310 HB IMPAX SUPREME (seghärdat) ~310 HB	HOLDAX (seghärdat) ~310 HB IMPAX SUPREME (seghärdat) ~310 HB
FORMPLATTOR, FORMINSATSER	IMPAX SUPREME ~310 HB ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR 46–52 HRC UNIMAX 52–56 HRC	DIEVAR 44–50 HRC ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR VIDAR SUPERIOR 42–48 HRC UNIMAX**	QRO 90 SUPREME 40–46 HRC ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR 40–46 HRC
FASTA INSATSER, KÄRNOR	ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR 46–52 HRC	DIEVAR 46–50 HRC ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR VIDAR SUPERIOR 44–48 HRC QRO 90 SUPREME 42–48 HRC	QRO 90 SUPREME 40–46 HRC
RUNDA KÄRNOR	ORVAR SUPREME 46–52 HRC	QRO 90 SUPREME* 44–48 HRC QRO 90 HT*	QRO 90 SUPREME 42–46 HRC QRO 90 HT
SPRIDARDELAR	ORVAR SUPREME 48–52 HRC	ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR 46–48 HRC QRO 90 SUPREME 44–46 HRC	QRO 90 SUPREME 42–46 HRC
MUNSTYCKE	STAVAX ESR 40–44 HRC ORVAR SUPREME 35–44 HRC	ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR 42–48 HRC QRO 90 SUPREME 42–46 HRC	QRO 90 SUPREME 40–44 HRC ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR 42–48 HRC
UTSTÖTARE	QRO 90 SUPREME ORVAR SUPREME 46–50 HRC (nitrerat)	QRO 90 SUPREME ORVAR SUPREME 46–50 HRC (nitrerat)	QRO 90 SUPREME ORVAR SUPREME 46–50 HRC (nitrerat)
CYLINDER, KOLV	ORVAR SUPREME 42–46 HRC (nitrerat)	ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR 42–48 HRC (nitrerat) QRO 90 SUPREME 42–48 HRC (nitrerat)	QRO 90 SUPREME 42–46 HRC (nitrerat) ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR 42–46 HRC (nitrerat)

* Ytbehandling rekommenderas

** För små Mg forminsatser vid höga krav på korrosionsmotstånd.



- 1 Fästplattor
- 2 Hållarmaterial
- 3 Forminsatser
- 4 Fasta insatser
- 5 Kärnor
- 6 Ingötsbussning
- 7 Spridare
- 8 Utstötare



Network of excellence

UDDEHOLMs globala närvaro innebär att du alltid kan vara säker på att få samma höga kvalitet var du än befinner dig. Inom Pacificområdet i Asien representeras vi av ASSAB som är Uddeholms helägda dotterbolag och exklusiva säljkanal. Tillsammans befäster vi ställningen som världsledande leverantör av verktygsstål.

UDDEHOLM är världsledande leverantör och tillverkare av verktygsstål. Det är en position vi har nått genom att ständigt bidra till bättre affärer för våra kunder. Genom lång erfarenhet, grundlig forskning och kontinuerlig utveckling av nya produkter är vi väl rustade att lösa alla de problem som kan uppstå. Det är en tuff utmaning, men målsättningen är lika tydlig som alltid – att vara bästa affärspartner och förstahandsleverantör.

Vi finns över hela världen. Det innebär att du alltid kan vara säker på att få samma höga kvalitet var du än befinner dig. Inom Pacificområdet i Asien representeras vi av ASSAB, som är Uddeholms helägda dotterbolag och exklusiva säljkanal. Tillsammans befäster vi ställningen som världsledande leverantör av verktygsstål. Vår globala närvaro gör det enkelt att vara kund hos oss, och det finns alltid en Uddeholm- eller ASSAB-representant nära till hands för rådgivning och support. Det handlar om förtroende, såväl i långvariga samarbeten som vid utveckling av nya produkter. För oss är förtroende något man lever upp till – varje dag.

Mer information finner du på www.uddeholm.com, www.assab.com eller Uddeholms lokala hemsida.