

Berednings- och provkörningsprotokoll 1 (cm³)

Artikelnr

Material.....

Formverktyget har fack (formrum)

Detaljvolym..... cm³Ingötsvolym..... cm³Total volym..... cm³

Maskin nr.....

Skruvdiameter..... mm

Dosering tot.volym cm³1:a skott fyllnadsprov..... cm³ (80% av tot volym + ingötsvolym)

| Pos | Parametrar. | Preliminär | Slutlig | Sort | Kommentarer |
|-----|------------------------|------------|---------|----------------------|-------------|
| 1 | Formtemperatur | | | °C | |
| | Temp.aggr fast | | | °C | |
| | Temp.aggr rörl | | | °C | |
| | | | | | |
| 2 | Massatemperatur | | | °C | |
| | mantel | | | °C | |
| | zon 1 | | | °C | |
| | zon 2 | | | °C | |
| | zon 3 | | | °C | |
| | zon 4 | | | °C | |
| | munstycke | | | °C | |
| | | | | | |
| 3 | Skruvhastighet | | | mm/sek | |
| 4 | Mottryck | | | bar | |
| | | | | | |
| 5 | Insprutningstid | | | s | |
| 6 | Insprutningshastighet: | | | cm ³ /sek | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 7 | Insprutningstryck | | | bar | |
| 8 | Dosering (stopp) | | | cm ³ | |
| 9 | Omkoppling | | | | |
| | väg | | | cm ³ | |
| | tryck | | | bar | |
| | tid | | | sek | |
| 10 | Eftertrycksnivå | | | bar | |
| 11 | Eftertryckstid | | | sek | |
| | | | | | |
| 12 | Låskraft: | | | ton | |
| 13 | Kyltid (total) | | | sek | |
| | | | | | |
| | | | | sek | |
| 14 | Maskinställd kyltid | | | sek | |
| 15 | Dekompression | | | cm ³ | |
| 16 | Massakudde | | | cm ³ | |



Pos 1. Formtemperatur

Formtemperaturen sätts enligt materialleverantörens rekommendationer. För vissa delkristallina material som POM och PA är det viktigt att dessa rekommendationer efterföljs för att materialegenskaperna skall bli de rätta. För andra material är det främst ytegenskaperna, mönster, glans etc som styrs av temperaturen. Även nivå av inre spänningar samt orienteringsgraden i ytskiktet påverkas av formtemperaturen. Man skall också ha klart för sig att kyltiden och därmed processekonomin påverkas, högre formtemp ger längre cykeltid.

Rätt formtemp innebär alltså många gånger en balansgång mellan detaljens egenskaper och processekonomi.

Pos 2. Smälttemperatur

Massatemperaturen väljs enligt materialleverantörens rekommendationer. Ofta anges ett temperaturområde ex. 220-260 °C. I utgångsläget väljs mitten av det rekommenderade området. Många gånger ges också förslag på grundinställning av cylindervämen.

Pos 6. Insprutningshastighet

Se 5

Pos 7. Insprutningstryck

Insprutningstrycket skall vara tillräckligt så att inställd insprutningshastighet kan upprätthållas under insprutningsfasen.

Man kan givetvis sätta insprutningstrycket på max, dvs så mycket som hydraulpumpen kan åstadkomma.

Den försiktiga väljer att begränsa insprutningstrycket för att inte riskera översprutning vid första skottet **En bra tumregel är att som startvärde begränsa insprutningstrycket till dubbla eftertrycksnivån.**

Pos 8. Dosering stopp

Vanligen bör man hålla sig till **1-3D**

(D=skruvdiameter)

Doseringen består av totalvolym samt tillräcklig volym för eftertrycksfas och massakudde. Detta innebär att doserad volym bör uppgå till 25-50%

Pos 11. Eftertryckstid

Eftertryckstiden kan teoretiskt bestämmas mha formfyllnadssimulering. Om man ej har tillgång till dylik programvara tas eftertryckstid fram i provkörningsfasen.

Pos 13 och 14. Kyltid

Kyltiden måste väljas så lång att detaljen är tillräckligt formstabil vid avformning. Ändras t.ex. formtemperaturen eller massa temperatur ändras $1 < s < 4$

$$t_k = s * (1 * 2 * s) \quad T_f < 60C$$

$$t_k = 1,3 * s * (1 + 2 * s) \quad T_f > 60C$$

t_k =kyltid; s =godstjocklek mm, T_f =formtemperatur

Pos 15. Dekompression

Dekompressionen skall säkerställa att spärringen kommer i sitt främre läge.

Vidare skall trycket som uppstått i materialet under doseringen avlastas.

Tumregel 0,1*D (mm).

Pos 16. Massakudde

Massakudden skall vara så liten som möjligt utan att skruven riskerar att bottna under eftertrycksfasen.

Tumregel 0,1*D dvs ca 3 mm.

**Samband volym i cm³ och dosering i mm.**

| Skruvdiameter (mm) | dosering (mm/cm ³) |
|--------------------|--------------------------------|
| 18 | 3,93 |
| 22 | 2,63 |
| 25 | 2,04 |
| 30 | 1,41 |
| 35 | 1,04 |
| 40 | 0,80 |
| 45 | 0,63 |
| 50 | 0,51 |
| 55 | 0,42 |
| 60 | 0,35 |
| 65 | 0,30 |
| 70 | 0,26 |
| 75 | 0,23 |

Rekommenderade eftertrycksnivåer (bar):

| | |
|--------------|---------|
| PS, ABS, SAN | 450 |
| ASA | 400 |
| PMMA | 600-800 |
| PC | 600-800 |
| PPE | 600-800 |
| PE | 250 |
| PP | 350 |
| POM | 600-800 |
| PA | 550 |
| PBT, PET | 500 |
| PSu | 500-700 |
| PES | 600-800 |
| PEI | 700 |
| PPS | 450 |

Beräkning av låskraft:

$$F_l = \frac{A_{proj} \cdot p_m}{1000} \text{ ton}$$

A_{proj} = projicerad yta i cm²

p_m = medeltryck i bar.

Skruvhastighet

Rekommenderat startvärde 0.3 m/s

Säkert värde 0.1 m/s

Rekommenderade max. periferihast. (m/s):

| | |
|------|---------|
| PE | 0.9-1.3 |
| PP | 1.3 |
| PS | 1.3 |
| ABS | 0.2-0.6 |
| SAN | 0.6 |
| PMMA | 0.6 |
| PA | 1.0 |
| PBT | 0.2-0.7 |
| POM | 0.4 |
| PC | 0.3-0.6 |

Beräkning av skruvvarvtal:

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_s}$$

n = skruvvarvtal i varv/min.

v = periferihastighet i m/s

D_s = Skruvdiameter i m

Samband m/s och skruvvarvtal

| D_s \ m/s | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 18 | 106 | 318 | 531 | 743 | 955 |
| 22 | 87 | 260 | 434 | 608 | 781 |
| 25 | 76 | 229 | 382 | 535 | 688 |
| 30 | 64 | 191 | 318 | 446 | 573 |
| 35 | 55 | 164 | 273 | 382 | 491 |
| 40 | 48 | 143 | 239 | 334 | 430 |
| 45 | 42 | 127 | 212 | 297 | 382 |
| 50 | 38 | 115 | 191 | 267 | 344 |
| 55 | 35 | 104 | 174 | 243 | 313 |
| 60 | 32 | 95 | 159 | 223 | 286 |
| 65 | 29 | 88 | 147 | 206 | 264 |
| 70 | 27 | 82 | 136 | 191 | 246 |
| 75 | 25 | 76 | 127 | 178 | 229 |



Start av formsprutmaskin

Sätt på:

- huvudströmbrytaren
- styrsystemet
- kylvattnet till inmatningszonen, temperering av hydraulolja
- cylinderns och nosens värmeband
- formtempereringen

1. Kontroll av insprutningsenhet:

Kontrollera att:

- rätt temperaturer uppnåtts

Sätt på hydraulpump

Kontrollera att:

- oljetemperaturen är rätt
- skruvrotationen fungerar
- insprutningen fungerar
- insprutningsenhetens fram- och tillbakarörelse fungerar

2. Kontroll av formlåsningsenhet:

Kontrollera att:

- rörelserna formöppning/-stängning fungerar
- eventuella hydrauliska utstötare fungerar
- att hydrauloljan har rätt temperatur

3. Materialtratt:

- Öppna materialtillförseln.

4. Manuellt opererad frisprutning:

- dosera upp maskinen
- spruta ut i fria luften
- kontrollera att smältan är homogen och fri från föroreningar

5. Formsprutan i färdigställning:

Kontrollera att:

- rätt dosering är genomförd
- formen är öppen
- eventuella hydrauliska utstötare är tillbakadragna
- den rörliga grinden är stängd
- formen har rätt temperatur

6. Ställ in halvautomatisk eller helautomatisk produktion.

Stopp av formsprutmaskin

• vid kort paus

- Stäng av materialtillförseln
 - Fortsätt produktionen tills materialet tar slut
- Övergå till manuell betjäning
- För insprutningsenheten tillbaka
 - Töm cylindern
 - Sänk temperaturen på värmebanden till en för materialtypen säker temperatur, konsultera materialdatabladet
 - Stäng formen. Lås inte.
 - Stäng av pumpmotorn

• vid arbetstidens slut

- Stäng av materialtillförseln
 - Fortsätt produktionen tills materialet tar slut
- Övergå till manuell betjäning

- För insprutningsenheten tillbaka
 - Töm cylindern
 - Stäng av värmen.
 - Skydda eventuellt formytorna med rostskyddsmedel. Stäng formen. Lås inte
 - Stäng av pumpmotorn
 - Stäng av kylvattnet till cylindern och tempereringen till formen
 - Stäng huvudströmbrytaren
 - Rengör
- #### • vid materialbyte
- Stäng av materialtillförseln
 - Fortsätt produktionen tills materialet tar slut
- Övergå till manuell betjäning
- För insprutningsenheten tillbaka
 - Töm cylindern
 - Töm och rengör tratten och eventuell färginblandare
 - Fyll på nytt material
 - Ställ in rätt temperatur på formen och de olika värmebanden
 - Ställ in rätt eftertrycksnivå
 - Kör ren cylindern
 - Kontrollera att smältan är homogen och fri från föroreningar
- #### • vid produktionsavslutning
- Stäng av materialtillförseln. Ta hand om "sista skott" för kontroll av formens kondition
 - Fortsätt produktionen tills materialet tagit slut
- Övergå till manuell betjäning
- För insprutningsenheten tillbaka
 - Töm cylindern
 - Töm och rengör tratten och eventuell färginblandare
 - Kör rent cylindern med lämpligt rengöringsmaterial, konsultera materialdatabladet
 - Spraya eller pensla formytorna med rostskyddsmedel före förvaring
 - Stäng formen. Lås inte
 - Stäng av värmen
 - Stäng av huvudmotorn
 - Stäng av kylvattnet till cylindern och tempereringen till formen
 - Stäng huvudströmbrytare
 - Rengör din arbetsplats



| | Smälta (°C) | | Form (°C) | | Torkning | | Max fukt (%) |
|--------|-------------|-----|-----------|-----|----------|-----------|--------------|
| | Låg | Hög | Låg | Hög | Tid (h) | Temp (°C) | |
| PP | 191 | 232 | 32 | 66 | 2 | 79 | - |
| PPA | 302 | 329 | 135 | 163 | 6 | 79 | 0.05 |
| PA HTN | 310 | 343 | 135 | 163 | 4 | 79 | 0.10 |
| PA 6/6 | 277 | 299 | 66 | 107 | 4 | 79 | 0.20 |
| | | | | | | | |
| ABS | 204 | 238 | 65 | 85 | 2 | 82 | 0.10 |
| HDPE | 193 | 232 | 21 | 66 | 2 | 79 | - |
| LDPE | 193 | 232 | 21 | 66 | 2 | 79 | - |
| POM | 182 | 218 | 79 | 107 | 2 | 121 | 0.15 |
| PSU | 332 | 371 | 93 | 149 | 4 | 135 | 0.15 |
| PBT | 238 | 271 | 79 | 107 | 4 | 121 | 0.03 |
| PET | 260 | 298 | 93 | 149 | 4 | 121 | 0.01 |
| PPS | 307 | 329 | 135 | 177 | 6 | 149 | 0.04 |
| PES | 343 | 377 | 135 | 177 | 6 | 149 | 0.04 |
| PPO | 249 | 288 | 66 | 93 | 2 | 93 | 0.10 |
| PMMA | 182 | 218 | 79 | 107 | 4 | 93 | 0.02 |
| PEI | 354 | 399 | 135 | 177 | 4 | 149 | 0.04 |
| PEEK | 349 | 399 | 163 | 218 | 3 | 149 | 0.10 |
| PC/ABS | 243 | 274 | 52 | 93 | 4 | 93 | 0.02 |
| TPO | 182 | 210 | 16 | 66 | 2 | 79 | 0.03 |
| PFA | 343 | 385 | 149 | 232 | 2 | 121 | - |
| ETFE | 293 | 343 | 66 | 149 | 2 | 121 | - |
| PVDF | 210 | 288 | 82 | 104 | 2 | 121 | - |

**Formsprutningsfel, fysikaliska orsaker och förbättringsåtgärder**

| | |
|---|----|
| Formsprutningsfel, fysikaliska orsaker och förbättringsåtgärder | 1 |
| Minimering av fel | 1 |
| För låg vikt..... | 2 |
| För hög vikt..... | 2 |
| För kort längd | 2 |
| Sjunkmärken | 3 |
| Brännränder (bruna eller silvriga)..... | 5 |
| Fuktränder..... | 6 |
| Färgränder..... | 7 |
| Luftränder..... | 8 |
| Glasfiberränder..... | 9 |
| Glans / Glansskillnader..... | 10 |
| Hopflytningslinje (synlig linje eller färgskillnad) | 12 |
| Friströmning | 13 |
| Brännmärken (Diesel-effekt)..... | 14 |
| Grammofonskive effekt..... | 15 |
| Vitbrott / Spänningsprickor..... | 16 |
| Ofyllda detaljer..... | 17 |
| Överfyllda detaljer (grader) | 18 |
| Synliga utstötarmärken | 19 |
| Deformation vid utstötning..... | 20 |
| Delaminering av ytan | 21 |
| Kallpluggar / kallsprutningsmärken | 22 |
| Lufficka (bubblor)..... | 23 |
| Mörka prickar..... | 24 |
| Ytfel runt ingötet | 25 |

Minimering av fel

Vid optimering skall man ändra bara på en parameter i gången, för att undvika motsatt inverkan av ändringarna. Efter ändringen bör man köra några cykler, för att processen ska bli stabil igen. I vissa fall märker man inte ens parameterändringen. För att underlätta arbetet är en del parametrar markerade med trendmarkeringar (+) och (-), där + betyder att parametern i de flesta fall skall ökas för att nå rätt resultat. Om parameterändringen inte ger önskad verkan, bör man börja på nytt, med en parameter i taget.

**För låg vikt**

För låg vikt beror i allmänhet på att eftertrycksnivån och eller eftertryckstiden inte varit tillräcklig. Om tiden och nivån varit rätt inställd kan viktelet bero på att intaget fryser för tidigt, gör då intaget större.

För hög vikt

För hög vikt beror i allmänhet på att eftertrycksnivån varit för hög.

För kort längd

För kort längd beror i allmänhet på att eftertrycksnivån och eller eftertryckstiden inte varit tillräcklig. Om tiden och nivån varit rätt inställd kan längdelet bero på att intaget fryser för tidigt, gör då intaget större.

FÅR EJ KOPIERAS



Sjunkmärken

Sjunkmärken förekommer tex. vid materialanhopningar. De uppträder som fördjupningar eller gropar på detaljens yta, då kompensation för den termisk krympning inte varit tillräcklig.

Sjunkmärken bildas, under kylningen, då det inte längre är möjligt att med eftertrycket kompensera plastens termiska krympning. Om detaljens ytterväggar, på grund av långsam avkylning, inte är tillräckligt starka, dras ytterväggen pga. avkylningsspänningarna inåt. Man kan urskilja tre olika orsaker:

- För långsam avkylning
- För kort eftertryckstid
- För lågt eftertryck

För att nå en optimal verkan av eftertrycket, måste ingötet vara i placerat på den tjockaste sektionen. För att undvika att ingötet stelnar, måste det tillverkas tillräckligt stort. Efter att sjunkmärkena har försvunnit bör man undersöka om produkten har vakuumbåsar. Dessa kan uppstå då detaljens yta är styv nog att hålla emot krympspänningarna.

Massakudde för liten
(min 2-5 mm)?

- Ja**
- (1) Öka doseringsmängden
 - (2) Kontrollera backströmsspärren

Nej

Sjunkmärken nära ingötet
eller i tjockväggiga delar?

- Ja**
- (1) Optimera eftertryckstiden
 - (2) Höj eftertrycksnivån (möjligtvis kort övertryck)
 - (3) Ändra formtemperaturen (-)
 - (4) Ändra massatemperaturen (-)
 - (5) Ändra insprutningshastigheten (-)

Nej

Sjunkmärken långt ifrån
ingötet
eller i tunnväggiga delar?

- Ja**
- (1) Optimera eftertryckstiden
 - (2) Höj eftertrycket (möjligtvis kort övertryck)
 - (3) Ändra insprutningshastigheten (+)
 - (4) Ändra massatemperaturen (+)
 - (5) Ändra formtemperaturen (+)

Nej

Sjunkmärken genast efter
utstötning från formen

- Ja**
- (1) Kontrollera avluftningen
 - (2) Kontrollera måtten på ingötet
 - (3) Kontrollera granulates tillstånd
 - (4) Använd formtemperering
 - (5) Undvik massakoncentrationer
 - (6) Undersök vägg tjocklek/ribb förhållande
 - (7) Tillsätt smörjmedel
 - (8) Använd material med mindre termisk krympning



Tolkningshjälp ränder

Brännränder

Om flytande materialet skadas termiskt av för hög temperatur eller av för lång uppvärmning, bildas gasformiga sönderfallsprodukter, som orsakar bruna eller silverfärgade märken på produktens yta.

- Ränderna förekommer periodvis
- Ränder bildas bakom smala tvärstående ytor (skjuvställen) eller bakom ställen med vassa kanter
- Massatemperaturen är i övre delen av möjliga bearbetningsfönstret
- Felet minskar vid minskning av insprutningshastigheten
- Felet minskar vid minskning av massatemperaturen. För lång uppehållstid i cylindern (tex. pga. avbrott i produktion eller låg skottvikt)
- Regeneratandelen stor eller en del av materialet har smältts många gånger
- Formen är utrustad med varmkanal
- Formsprutningsmaskinen är utrustad med förslutningsdysa

Fuktränder

Fuktmärken förekommer som uformiga, i strömningsriktningen öppna profiler. Delen är mest grov och porös vid det silveraktiga märket. Fuktmärken beroende av fukt på formens yta är stora och matta områden på delens yta.

- Materialet absorberar fukt (tex. PA, ABS, CA, PBTB, PC, PMMA, SAN)
- Då man sprutar långsamt ut i "det fria", är massan bubblande och/eller ångande.
- Stelnade flytfronten i en delvis fylld del är porig
- Materialet har hög fukthalt före bearbetningen
- Omgivningens fukthalt är extremt hög (speciellt vid bearbetning med kall form och kallt material)

Färgränder

Färgränderna bildas av ojämn inblandning av de använda komponenterna eller av ojämn färgpigmentsorientering beroende av strömningen. Termisk nedbrytning eller stora formändringar kan också orsaka färgernas ändring eller färgskillnader.

Luftränder

Luftränderna förekommer Oftast som matta, silverfärgade eller vita ränder och bildas vanligast vid förstärkningar, ribbor och väggtjockleksförändringar. I närheten av ingötet kan förekomma randiga koncentrationer som börjar vid ingötet. Vid försänkta bokstäver förekommer ofta sk. lufthakar.

- Felet minskar vid minskning av kompressionsavlastningen
- Felet minskar vid sänkning av insprutningshastigheten
- I utsprutad massa kan man urskilja bubblor
- Stelnade flytfronten i en delvis fylld del är porig

Glasfiberränder

Vid användning av glasfiberförstärkta plaster, kan det bildas matta och grova ställen på delens yta. De metalliskt reflekterande glasfibrerna ser ut som ränder och syns på detaljens yta.



Fuktränder

I samband med lagringen eller bearbetning absorberar materialet fukt på eller i materialet, som i smältan bildar vattenånga. Flytfrontens hastighetsprofil flyttar ångblåsorna till smältans yta. Ångblåsorna plattas ut då de hamnar vid formväggen. När materialet svalnar och stelnar blir de infrusna på produktens yta. Bildning av fuktränder kan ha många olika orsaker:

Fukt på materialets yta

Läckage i formens tempereringssystem

Kondensvatten på formväggarna

Felaktig lagring av materialet

Otillräcklig materialtorkning

Fukt på materialets yta / bunden i materialet

Fukt på formens yta? **Ja** (1) Kontrollera tätheten på formens tempereringen
(2) Höj formtemperaturen
(3) Använd torrluftstork *1

Nej

Sänk materialets fukthalt genom att: **Ja** (1) Förtorka materialet tillräckligt *2
(2) Kontrollera förpackningen
(3) Kontrollera materialets lagring
(4) Fökorta tiden som materialet stannar i tratten *3
(5) Använd avluftningscylinder

1) Användning fördelaktig då:

- kortare kyl- och cykeltider kan uppnås genom att sänka temperaturen på kylvätskan
 - den optimala temperaturen på kylvätskan inte kan hållas därför att kondens uppträder på formen
- 2) Materialtillverkarens torkningsföreskrifter bör följas
- 3) Materialtillförsel i slutet system, direkt från tork, om möjligt



Vitbrott / Spänningsprickor

Vitbrott är följden av inre och yttre spänningar (tex. av kraftig utvidgning). Det belastade området förändras till vitt. Spänningsprickorna är sprickor som ligger tätt till varann och uppträder först många dagar efter tillverkningen.

Vitbrott eller spänningsprickor bildas när man överskrider en bestämd töjning (t. ex. beroende på en yttre kraft eller drag). Töjningens storlek beror av materialet, molekyluppbyggnaden, bearbetningen, belastningstiden och omgivning. Hållfastheten kan minska kraftigt som funktion av tid och temperatur. Molekylernas sammanhållande krafter minskar pga. diffusion och svällning. Detta kan orsaka bildning av spänningsprickor. Avkylningsspänningarna och spänningar orsakade av strömningen är inte de enda som orsakar inre spänningar. Orsaken kan också vara utvidgning. Spänningar orsakade av utvidgning bildas då den formsprutade detaljen tas ur formen då trycket inne i detaljen inte nått atmosfärstryck. Produkten utvidgar sig spontant vid utstötningen. Produktens yta töjs av trycket. Huvudorsakerna för utstötning innan trycket i detaljen minskat till omgivningstryck är för vek form och för höga eftertryck.

Vid användandet av aggressiva ämnen (t.ex. lut, fetter, aromatiska kolväten osv.) kan vitbrott och spänningsprickor uppträda redan efter en kort användningstid.

| | | |
|---|-----------|--|
| Beror vitbrottet på stor deformation? | Ja | (1) Minska deformationen |
| Nej Utstötning av produkten under eftertryck? | Ja | (1) Koppla om till eftertrycket tidigare (2) Minska eftertrycket (3) Sänk produktens utstötningstemperatur (förläng kyltiden) (4) Förstyva formen |
| Nej Delkristallin termoplast? | Ja | (1) Sänk formtemperaturen (2) Sänk massatemperaturen |
| Nej Amorf termoplast? | Ja | (1) Höj formtemperaturen (2) Höj massatemperaturen (3) Minska på eftertrycket Ändra på insprutningshastigheten (+) *2 Förkorta kyltiden |
| Kan ett annat material användas? | Ja | (1) Välj materialet med tanke på omgivande miljö (2) Använd delkristallint material (3) Sträva efter hög molekylvikt eller smal molekylviktsfördelning |
| Nej Annat? | Ja | (1) Kontrollera att formen är jämnt tempererad (2) Tillse att kaviteten fylls jämnt (3) Ändra detaljens form |

- 1) Deformationen måste ske vid hög temperatur
- 2) Endast vid utstötning utan resttryck
- 3) T.ex. produktens höm avrundade, tjockleksändringar måste förhindras osv



Ofyllda detaljer

Detaljer som inte har fyllts tillräckligt kallas ofyllda. Felet uppstår oftast långt ifrån ingötet med långa strömningsvägar och tunnväggiga sektioner (tex. ribbor). Felet kan också uppstå på andra ställen som följd av otillräcklig avluftning.

Ofyllda detaljer har flera fysikaliska orsaker:

- Insprutad materialvolym är för liten (t.ex. doseringsvolymen för liten)
- Förhindrad formfyllnad pga. avluftningsproblem
- Formsprutningsmaskinens spruttryck är inte tillräckligt
- Intaget fryser för tidigt (t.ex. för långsam insprutning eller formtempereringen felaktig)

Ofyllda detaljer orsakade av dålig avluftning resulterar inte alltid brännmärken (Diesel-effekt). Därför är det inte alltid så lätt att finna orsaken till felet.

| | | |
|--|-----------|--|
| Har skruven bottnat? | Ja | (1) Öka doseringen (2) Kontrollera backströmsspärr |
| Nej | | |
| Nås spruttrycksbegränsningen? | Ja | (1) Höj spruttrycksbegränsningen (2) Höj massatemperaturen |
| Nej | | |
| Är det ett avbrott i formtryckskurvan (fyllfas)? | Ja | (1) Eftertrycksomkopplingen senare - höj omkopplingstrycket - förläng insprutningsvägen - förläng insprutningstiden |
| Nej | | |
| Annat? | | (1) Ändra insprutningshastigheten(+) (2) Höj formtemperaturen (3) Förbättra avluftningen (4) Ändra ingötsgeometrin (5) Kontrollera att munstyckskanalen är öppen och har rätt temperatur |



Överfyllda detaljer (grader)

Gradbildning förekommer oftast i detaljens delningslinje, tätningssytor, avluftningskanaler eller i utstötpinnar. Grader eller skägg ser ut som en mer eller mindre utvecklad plastfilm. Stora grader breder ofta ut sig många centimeter utanför den egentliga detaljen.

De möjliga orsakerna kan delas i fyra olika grundfall:

- Dålig passform mellan formdelarna => (Formenet är inte tillräckligt tät, tillverkningstoleranserna för grova eller tätningssytorna har skadats)
- Maskinens låskraft är inte tillräcklig eller felinställd => (Låsenheten orkar inte hålla formen slutet eller formen och formborden ger efter)
- Forminnertrycket för högt => (Massans tryck vid delningslinjen är så stor att massan tränger in i de allra minsta springorna)
- Massaviskositeten för låg => (Högt forminnertryck och lågt strömningsmotstånd gynnar bildningen av grader)

Grader kan leda till skada på tätningssytorna (delningslinje) redan efter några cykler.

| | | |
|-----------------------|-----------|---|
| Kan låskraften höjas? | Ja | (1) Höj låskraften |
| Nej | | Undvik tryckstötar i formen |
| Deformeras formen? | Ja | (1) Optimera eftertrycksomkopplingen (2) Minska eftertrycket |
| Nej | | (3) Ändra låskraften (4) Förstyva formen konstruktivt |
| Grader nära ingötet | Ja | (1) Minska insprutningshastigheten eller profilera från, långsam till snabb till långsam (2) Koppla om till eftertryck tidigare (3) Minska massatemperaturen (4) Minska formtemperaturen |



Deformation vid utstötning

Beroende av felets natur kan följande utstötningsskador nämnas: sprickor, brott. Speciellt kritiska är delar med negativ släppning, som stöts ut utan rörliga delar (tex. sidokärnor).

Deformation som uppstår då detaljen stöts ut kan orsakas av följande:

- De krafter, som behövs för att stöta ut produkten, är så stora att utstötarna skadar produkten.
- Utstötningen följer inte rätt rörelsemönster (t.ex. produkten vrider sig)
- Avformningskraftens storlek är det bestämmande kriteriet i båda fallen, och borde därför hållas så låg som möjligt. Förutom föregående orsakerna påverkar också produktens krympning direkt avformningskraften. Man måste komma ihåg att själva produktens form spelar en avgörande roll.
- Normalt skall man vid hyls- och lådaktiga produkter alltid eftersträva så liten krympning som möjligt, då dessa oftast krymper på formen eller på kärnan (==> högre eftertryck eller kortare kyltid.

| | | |
|--|-----------|--|
| Utstötning vid inre övertryck? | Ja | (1) Koppla om tidigare till eftertryck (2) Minska eftertrycket (3) Öka kyltiden |
| Nej | | (4) Förstyva formkonstruktionen |
| Utstötaren tryckts igenom produkten? | Ja | (1) Förläng kyltiden |
| Nej | | |
| Deformation orsakat av baksläpp? | Ja | (1) Förkorta kyltiden (2) Kontrollera utstötaren |
| Nej | | |
| Utstötarmärken? | Ja | (1) Minska eftertrycket (2) Förläng kyltiden (3) Kontrollera formväggarnas ytfinhet |
| Nej | | |
| Stor avformningskraft beroende av krympning på kärnan? | Ja | (1) Förkorta kyltiden (2) Öka eftertrycket (3) Optimera eftertryckstiden |
| Nej | | |
| Kraftigt fibbad produkt? | Ja | (1) Minska eftertrycket (2) Förkorta eftertryckstiden (3) Förläng kyltiden |
| Nej | | |
| Annat? | Ja | (1) Ändra formtemperaturen (2) Öka utstötningshastigheten (3) Kontrollera kärnans avluftning (4) Kontrollera utstötaren (5) Kontrollera släppningarna (6) Använd släppmedel |



Delaminering av ytan

Vid formfyllnad har materialet skiktat sig och flagar därför av. Delamineringen kan förekomma både vid ingötet och i den övriga detaljen.

Delaminering av ytskiktet beror av den skiktade strukturen som uppkommer i detaljen under formfyllnaden och avkylningsfas. Pga. höga skjuvspänningar, termisk nedbrytning eller inhomogeniteter kan de sammanhållande krafterna i skiktstrukturen bli så låga att ytan delaminerar.

Höga skjuvspänningar och termisk nedbrytning kan bero på:

- hög insprutningshastighet
- hög massatemperatur

Inhomogenitet kan bero på:

- främmande ämnen eller smuts i granulatet, odispergerat färgämne eller Masterbatch
- fukt i granulatet / på granulatets yta
- dåligt plasticerat material

Förekommer felet vid materialbyte eller vid färgbyte?

- Ja**
- (1) Kontrollera att det inte finns smuts eller främmande ämnen i materialet
 - (2) Kontrollera inblandningen av färgämnet
 - (3) Kontrollera materialets fukthalt
 - (4) Kontrollera materialets homogenitet och maskinens plasticeringskapacitet

Nej

Annat?

- Ja**
- (1) Sänk insprutningshastigheten
 - (2) Sänk massatemperaturen
 - (3) Höj formtemperaturen

**Lufficka (bubblor)**

På ytan eller inne i detaljen kan det förekomma hålrum som beror av indragen luft eller av gasbildning. Till skillnad från ett hålrum orsakat av krympning, är det fråga om en gasficka.

Under insprutningen kan luft blandas in i massan. Luften syns som små bubblor. I första hand kan följande orsaker urskiljas:

- Kompressionsavlastningen för stor eller för snabb.
- Plasticeringseffekten för liten

Man måste skilja på luffickor och krympningsblåsor. Krympningsblåsorna är luftfria (vakuum), som kan bildas då materialet krymper. Att skilja på felen är ytterst svårt pga. deras likhet.

Följande kan vara till hjälp med identifieringen av felen:

Man håller produkten i vattnet och borrar ett hål i inneslutningen. Om det är en krympningsblåsa uppstår ingen gasbubbla (luft) ur hålet. Luffickan blir mindre då man minskar kompressionsavlastningen, eftertrycket och ändringar i eftertryckstiden har ingen påverkan på luffickornas storlek.

Produkter med blåsor är svagare. Icke genomskinliga delar borde därför kontrolleras genom att såga itu dem.

Kan man minska på kompressionsavlastningen?

Ja (1) Utför kompressionsavlastningen långsammare eller minskas

Förekommer felet plötsligt under produktionen?

Ja (1) Kontrollera granulattillförsel och inmatningszonen

- (1) Höj mottrycket och ställ doseringshastigheten
- (2) Minska doseringsvolymen *2
- (3) Kontrollera plasticeringsenheten

1) Icke genomskinliga detaljer bör, med tanke på luffickor, sågas itu vid stickprov

2) Doseringsvägen måste vara 1-3 gånger så stor som skruvdiametern

**Mörka prickar**

På detaljen yta syns svarta eller mörka prickar som orsakas av slitage, termisk nedbrytning eller föroreningar.

Mörka prickar kan uppstå pga:

- Processtekniska orsaker; (t.ex. för hög masstemperatur eller materialets för lång uppehållstid i plasticeringsenheten. Fel temperatur i varmkanal-systemet)
- Formtekniska orsaker; (t.ex. nedsmutsad varmkanal eller döda vinklar i varmkanalen)
- Maskintekniska orsaker; (t.ex. nedsmutsad plasticeringsenhet, sliten skruv eller cylinder)
- Orsaker beroende på polymeren; (t.ex. smutsigt granulat, stor regeneratandel eller felaktigt färgämne / masterbatch)

Är granulatet nedsmutsat? **Ja** (1) Undvik nedsmutsat granulat
(2) Rengör plasticeringsenheten

Nej

Förekommer mörka prickar efter materialbytet? **Ja** (1) Rengör plasticeringsenheten

Nej

Är massatemperaturen över rekommenderad bearbetningstemperatur? **Ja** (1) Sänk massatemperaturen
(2) Ändra cylindertemperaturen
(3) Ändra doseringshastigheten
(4) Sänk mottrycket

Nej

Är massans uppehållstid i cylindern för lång? **Ja** (1) Förkorta cykeltiden
(2) Förläng doseringsfördröjningen
(3) Använd mindre plasticeringsenhet

Nej

Annat? **Ja** (1) Kontrollera varmkanalens temperatur
(2) Minska regeneratandelen
(3) Granska färgämnet och inblandningen
(4) Kontrollera plasticeringsenhetens, ingötets och varmkanalens renhet, slitage och döda vinklar

Ytfel runt ingötet

Runt ingötet finns små koncentriska ringar som är så små att området ser matt ut.

Ytfel runt ingötet beror oftast på följande orsaker

- Litet intag
- Hög insprutningshastighet

Molekylkedjorna orienteras mycket starkt under insprutningen dels av ett litet intag dels av en stark riktningsförändring av massan genast efter intaget. På grund av snabb avkylning hinner inte materialet relaxera, massans ytskikt orienteras därför starkt. Det snabbt stelrande ytskiktet töjs endast litet och rivs därefter sönder av höga skjuvspänningar. Inströmmande het massa flyter i de bildade sprickorna mot forminnerväggen och bildar mikrosprickor. Ytan ser matt ut, därför att ljusets reflektioner sprids starkt runt ingötet.

| | | |
|-------------------------------------|-----------|---|
| Kan insprutningshastigheten sänkas? | Ja | Sänk eller profilera insprutningshastigheten (långsam till snabb) |
| Kan intagets form ändras? | Ja | (1) Avrunda området mellan intaget och kaviteten (2) Öka diametern på intaget (3) Intagets placering *1 Annat? |
| Nej | Ja | (1) Höj massatemperaturen *2 (2) Ändra formtemperaturen (-) *2 |

- 1) Intaget borde placeras så att strömningen av plastsmältan inte riktningsförändras så kraftigt
- 2) Inverkan av ändringen liten

FÅR EJ KOPIERAS