

# Grundlæggende støberiteknologi:

## Få styr på porøsiteten ved at eliminere variation i dine RPT-Tests



**AF BRAD HOHENSTEIN,**  
**PRESIDENT POROSITY**  
**SOLUTIONS**  
**WWW.POROSITYSOLUTIONS.COM**

### ARTIKLEN FREMHÆVER:

- Omdan en RPT-test (Reduced Pressure Test) fra en kvalitativ til en kvantitativ test
- Bring din RPT-test på linje med nutidens kvalitetsstandards
- Brug densitetsmålinger til at reducere omkostninger og forbedre nøjagtigheden

På grund af de relativt lave omkostninger til testudstyr og den nemme betjening er Reduced Pressure Test (RPT) den mest udbredte metode i aluminiumstøberier til at kontrollere hydrogenporøsitet. Men med den RPT-testmetode, der bruges på de fleste støberier, er både frembringelse og analyse af testprøven meget afhængig af operatøren, hvilket giver resultater, der kan variere fra test til test. Den iboende procesvariation og mangel på reproducerbarhed har hos mange kvalitetsansvarlige og slutkunder resulteret i et negativt syn på RPT-testen.

Heldigvis er det ikke svært for støberiet at foretage ændringer i deres RPT-testpraksis og testudstyr for at eliminere procesvariationen. Med et par enkle ændringer i støberiets RPT-procedurer og -udstyr kan testen omdannes fra en kvalitativ test til en kvantitativ test, der kan accepteres af selv de strengeste kvalitetssystemer. For at eliminere procesvariation i RPT-test skal kilden til variation i hvert trin i processen forstås og kontrolleres. Følgende GØR og GØR-IKKE vil hjælpe til med at forstå, kontrollere og omdanne RPT-test til en kvantitativ test.

### 1. PRØVEKOP

Prøvekoppen kan være lavet af enten kulstofstål eller SS-stål. For at bibeholde en smeltet prøve, før den placeres i vakuumkammeret, skal vægtykkelsen på prøvekoppen være ca. 1 til 1,5 mm. Der bruges typisk to varianter af prøvekopper (fig. 1), en skiveformet (ca. 60 mm i diameter x 20 mm tyk) eller en propformet (ca. 36 mm i diame-

ter x 36 mm høj). Begge typer vil fungere, men en af dem skal vælges og defineres i støberiets RPT-testprocedure. For at lette frigørelsen af prøven fra koppen og reducere varmeoverførslen fra den smeltede prøve til koppen, skal prøvekoppens indre overflade belægges med et højtemperaturslipmiddel eller en anden belægning, såsom ZYP Bornitrid Aerosol spray.

**GØR:** - Definer prøvekoppens størrelse og materiale i proceduren. - Definer klargøring af prøvekoppen i proceduren

**GØR-IKKE:** Brug ikke et keramisk materiale eller andet materiale end stål til prøvekoppen. Brug ikke en prøvekop, der er tykkere end 1,5 mm - Brug ikke en ikke-coatet prøvekop.



*Fig. 1: 2 varianter af prøvekopper*

### 2. Udstøbning af prøven

Procesvariationer kan skyldes for kold prøvekop, overfladeslagge eller oxider i prøven, eller at prøvekoppen ikke er fyldt korrekt. Umiddelbart før prøven udtages skal smelteoverfladen skummes af for at fjerne smeltens oxidlag. Når det er gjort, skal prøvekoppen forvarmes ved at fyldes med flydende aluminium og holdes fyldt i mindst 10 sekunder. Det flydende aluminium hældes derefter tilbage i smelten. Nu kan prøven opsamles ved at "trække" koppen baglæns over smeltens overflade for herved at skubbe oxidoverfladelaget tilbage. Derefter opsamles prøven ved at fylde koppen i det rensede område. Koppen skal være fuldt eller næsten fuldtog straks placeres under vakuumkuppen inden for 30 sekunder.

**GØR:** - Sørg for, at smelten er afskummet før prøveudtagning - Sørg for, at RPT-anlægget er tæt på smelten, og at vejen er fri - Beskriv detaljeret prøveudtagningsmetoden for at sikre, at prøvekoppen er varm. Undgå at oxidlaget

eller overfladeslagge kommer i prøvekoppen – Sørg for, at prøvekoppen er fyldt tilstrækkeligt.

GØR-IKKE: –Brug ikke en kold prøvekop.

### 3. FREMSTILLING AF RPT-VAKUUMPRØVE

Variationer i processen med fremstilling af RPT-vakuumpøven skyldes typisk manglende kontrol af vakuumsystemet. Typiske vakuuminstillinger varierer fra 25,5 mm Hg til 27,5 mm Hg. Et godt vakuumental, der bruges af mange støberier, er 26,5 mm Hg. Det er vigtigt at være konsekvent, da resultaterne vil variere meget, hvis en operatør indstiller vakuummet til 25 mm Hg i én test og 27 eller 28 mm Hg i den næste. Dette sker ofte, hvis operatøren afbryder testen, før vakuummåleren når helt ned på sit arbejdsområde.

I mindre grad kan atmosfæriske forhold også forårsage variationer i testresultaterne. Støberier, der bruger vakuum med en mekanisk trykstyring, kan eliminere variationer på grund af atmosfæriske trykændringer ved at inkorporere et manometer i deres RPT-testkalibreringsprocedure. På en dag med højt eller lavt tryk tilsluttes et manometer til kuplen, og undertrykket trækkes til det ønskede mm Hg i henhold til manometeraflæsningen. Når kuplens vakuum er kendt, justeres den mekaniske trykstyring manuelt, så den matcher manometeret. RPT-testen køres derefter i henhold til standardproceduren. Med denne procedure opnås altid den samme vakuumsforhold til atmosfærisk tryk, uanset vejret.

Når man bruger et vakuumsystem med en mekanisk trykstyring med en håndbetjent vakuumentil, er støberiet afhængig af, at operatøren kører vakuummet i henhold til testproceduren og registrerer alle data korrekt. Operatøren skal sikre, at vakuumniveauet når den korrekte indstilling, at vakuummet kører i den korrekte tid (typisk 7 minutter), og at der ikke er lækager i kuppelforseglingen. Med et manuelt kontrolleret RPT-vakuum er det afgørende, at operatørerne er veluddannede, og at der udfyldes proceskontrolformularer for hver test. Der bør udføres periodiske revisioner af processen for at sikre overholdelse. For at reducere potentiel operatørvariation i vakuumprocessen har mange støberier, der stræber efter at opfylde ISO, TS, QS og andre kvalitetssystemer, implementeret de teknologiske fremskridt inden for RPT-testudstyr. Udstyr som Palmer som Palmer PAS5000 (fig. 2) kontrollerer automatisk testparametrene, sikrer en lækagefri test og eliminerer samtidig påvirkningen fra atmosfæriske variationer. Alle testparametre og testresultater registreres, så de kan integreres i kvalitetssystemets database.

GØR: - Sørg for, at vakuummet er det samme fra test til test - Implementer en kalibreringsprocedure for vakuummåleren - Sørg for, at vakuumcyklustiden er den samme fra test til test (installer en timer til manuelle vakuumsystemer) - Opret formularer til registrering af testparametre på manuelle vakuumsystemer (eller) gennemgå de

indsamlede data fra automatiserede systemer.

GØR- IKKE: - Brug ikke et vægur til at tage tid på testen - Afbryd ikke vakuumpøven, før vakuummålerens indstilling er nået - Kør ikke testen uden at indsamle data. Enten ved hjælp af en formular på et manuelt system eller elektronisk med et automatiseret system.

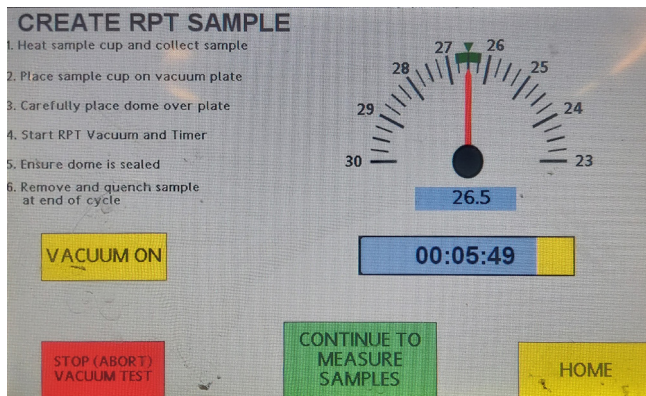


Fig. 2: Automatisk kontrol af vakuum og dataregistrering.

### 4. ANALYSE AF RPT-PRØVEN

Procesvariation kan opstå på grund af forberedelsen af prøven til visuel sammenligning med et fotografisk billedmateriale og på grund af inkonsekvent operatørbedømmelse af prøven.

Oftentimes er en omhyggelig indsats med at frembringe RPT-prøven helt spildt på grund af en sluttelig dårlig analysepraksis. I årevis har industristandarden været at skære prøven midt over (fig. 3), slibe overfladen og sammenligne den med fotos, af tilsvarende velkendte materiale med kendt analyse, gasindhold og massefylde/densitet. Denne fremgangsmåde tager tid (10 til 15 minutter), forbruger materialer og er fyldt med procesvariationer. En bedre, billigere og mere præcis måde at analysere RPT-prøven på er at måle densiteten direkte (fig. 4). For eksempel vil et støberi, der ønsker at producere en 356-støbning med lav porøsitet, have et densitetsmål på 2,60. På mindre end 30 sekunder kan RPT-prøvens densitet måles. Hvis resultatet er 2,60 eller højere, skal der støbes. Hvis resultatet er 2,59 eller lavere, skal man fortsætte med at afgasse. Ingen grund til at skære, polere eller foretage en vilkårlig vurdering. Så nemt er det at eliminere procesvariationen i analysen af RPT-prøven! For at opfylde nutidens krav til kvalitetssystemer skal RPT-resultater kunne dokumenteres og gentages. Ved at bruge densitetsmålinger til at analysere RPT-resultater bliver dette muligt.

Faktisk registrerer RPT-analysesystemer som Palmer PAS3000 og PAS5000 automatisk resultaterne, som kan eksporteres direkte til støberiets netværk eller SCADA-system.

GØR: - Brug densitetsmålinger til at analysere din RPT-

prøve - Opret en måldensitet for din legering/proces - Registrer dataene med et automatisk system eller ved hjælp af kontrolkort

GØR-IKKE: - Skær ikke RPT-prøven - Analysér ikke RPT-prøven ved visuel sammenligning med et standardfoto - Lad ikke en vilkårlig vurdering styre din proces



*Fig. 3: Ingen grund til at skære prøven midt over.*

Artiklen er bragt i "Palmer Solutions that Work". Den er gengivet med venlig tilladelse af "Palmer Manufacturing & Supply, Inc." Oversættelse: redaktionen



*Fig. 4: Densitetsmåling er sikker, hurtig og nøjagtig.*