

## Processutveckling och komponentframtagning

Vid Keram institutet bedrivs forskning om olika pulverformningsmetoder och på senare år har vi arbetat allt mer med prototypframtagning. Valet av formningsteknik vid framställning av komponenter (keramiska eller metalliska) beror på detaljens storlek, dess geometri, krav på materialegenskaper, planerad seriestorlek och eventuella kostnadsbegränsningar. Kompromisser eller prioriteringar får ofta göras utifrån dessa olika aspekter för att nå bästa möjliga resultat. Vi har kompetens att hjälpa till att välja rätt metod för aktuell tillämpning och komponent.

Uppdragsforskning inom pulverformningsområdet kan till exempel bestå av framtagning av en komponent i ett visst material med hjälp av lämplig formningsteknik. Detta kan inkludera design och tillverkning av form, optimering av slamor eller granulat, formning, eventuell bearbetning och slutligen sintring. Vi kan också hjälpa till med att sätta upp hela processlinjer, vilket kan inkludera utbildning av personal, val av processutrustning, hjälp med igångkörning och ”trouble shooting”.

Nedan beskrivs ett antal av de processer som vanligen används vid komponentframställning.

### Formningstekniker

#### Slamgjutning och direktkonsolideringstekniker

Slamgjutning är en formningsmetod som är mycket vanlig inom keramisk industri. Fördelarna med slamgjutning är framför allt att man kan forma komplexa geometrier och att man i regel kan erhålla material med god homogenitet. Vidare är formmaterialet, gips, billigt. Idag används tryckgjutning allt mer, där man i stället för gipsformar har formar av polymera material och applicerar ett externt tryck för att driva filtreringsprocessen. Tryckgjutningsprocessen kan simuleras genom småskaliga försök med filterpress.



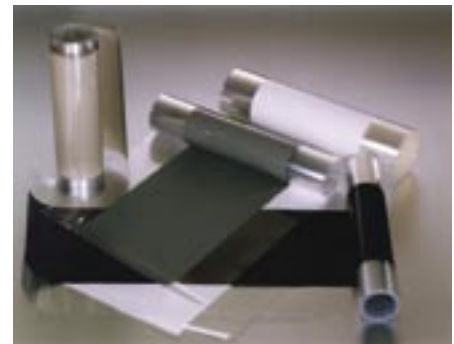
Komponenter framtagna med direktkonsolideringsteknik.

På senare år har vi på Keram institutet utvecklat nya vattenbaserade, kolloidala formningsmetoder som bygger på att man omvandlar pulversuspensionen direkt från ett flytande tillstånd till en fast kropp utan att pulvret kompakteras eller någon avdrivning av vatten sker. Dessa tekniker (t ex proteinformning och stärkelsekonsolidering) kan ge mycket god homogenitet i formade kroppar, vilket i sin tur skapar förutsättningar för att uppnå god dimen-

sionskontroll och optimala materialegenskaper. Båda dessa innovativa direktkonsolideringstekniker ger stor frihet vad det gäller geometri och storlek hos en komponent liksom vad gäller formmaterial. Därför lämpar sig båda metoderna för framtagning av prototyper och komponenter (keramiska eller metalliska) i mindre serier till rimliga kostnader.

#### Tejggjutning

Vid framtagning av tunna tejper/skikt (t ex för membran eller sensorer) och laminat inkl LTCC- strukturer (Low-Temperature Co-fired Ceramics) används vanligen tejpgjutning. Vid Keram institutet finns en tejpgjutningsmaskin (kontinuerlig maskin med en stationär gjutstation) som används för framtagning av många olika typer av material. Maskinen är konstruerad för att framställa tejper med tjockleken 4–400 µm. För att erhålla tjockare komponenter, 0.5 mm upp till 7 mm, kan laminering av grön-tejper användas. Laminering används också för att ta fram kompositmaterial, där tejper med olika egenskaper varvas och lamineras innan slutlig sintring sker. Institutet har även en utrustning för screentryck.



Keramiska tejper på bärfilm (s k grön-tejper).

#### Pressning inkl granulering

Pulverpressning är en mycket vanlig industriell formningsteknik för framtagning av komponenter med relativt enkel geometri. Det är ofta nödvändigt att granulera pulvret och vid Keram institutet används då vanligen frysgranulering. Denna granuleringsteknik har utvecklats vid Keram institutet och har med stor framgång använts för ett stort antal uppdragsgivare. Frysgranulering har många fördelar jämfört med konventionell spraytorkning, då man med denna teknik bl a får ett friflytande granulat mycket hög homogenitet. Frysgranulering används med fördel för att ta fram små satsar granulat lämpade för utveckling. Det går också att granulera kompositpulver med hjälp av frysgranulering.

På institutet finns olika typer av pressar, från enklare verktygspressar (inkl isostatpress) till en stor hydraulisk automatpress med maxlasten 100 ton (maxdiameter 160 mm på verktyget). Den hydrauliska automatpressen används för pressning av keramer, hårdmetall och metallpulver. Automatpressen har goda styrmöjligheter, där även

specifika delar av presscykeln kan studeras. Denna press kan användas både som en laboratoriepress vid enstaka försök och som produktionspress för pressning av stora serier.

## Formsprutning och extrudering

Formsprutning lämpar sig när man vill framställa stora serier av små komponenter (framför allt tunnväggiga). De bindemedelssystem (polymer/vax och processhjälpmedel) som används vid formsprutning måste ofta utvecklas för det aktuella pulvret som skall formsprutas. Vi har kompetens att blanda och utveckla bindemedelssystem. Formsprutning sker i samarbete med olika partner. För avdrivning av bindemedel, se nedan.

Extrudering används för att forma rör och balkar men också för formning av porösa (bikake) strukturer som används som katalysatorer och värmeväxlare. Det är möjligt att tillverka kompositstrukturer med så kallad co-extrudering. Vid Keraminstitutet utvecklas extruderingsystem, och extrudering av mindre komponenter kan utföras.

## Rapid prototyping (friformsframställning)

Rapid prototyping/friformsframställning är ett område under mycket stark utveckling. Denna teknik ger unika möjligheter att skräddarsy både komponenter och materialstrukturer, då man bygger upp komponenten lager för lager. Genom att man här arbetar med CAD-design och datorstyrd formning går det snabbt att få fram en färdig detalj då inget förarbete med formar krävs. Det går också mycket snabbt att ändra en detaljs utseende eller inre struktur.

Vid Keraminstitutet finns en "rapid prototyping"-utrustning som möjliggör tillverkning av formar med komplicerade geometrier. Denna utrustning gör det också

möjligt att bygga upp komplexa materialstrukturer, t ex av kompositer eller porösa strukturer.

## Avbränning

I många formningstekniker, t ex pulverpressning, formsprutning och tejpgjutning, används ofta temporära bindemedel. Vanligen bränner man bort eller förångar dessa i ett senare steg. Vid Keraminstitutet finns unik utrustning för att både styra och studera dessa processer. En patenterad metod har utvecklats för att avlägsna temporära bindemedel under snabba men samtidigt skonsamma betingelser. På detta sätt kan tiden för avlägsnande av bindemedel förkortas samtidigt som problem med sprickor och blåsbildning eliminerar.

Avbränning kan ske i luft, vätgas eller i inert atmosfär.

## Sintring

På institutet finns ett stort antal ugnar, från luftugnar i olika storlek (upp till 1800 °C) till grafitresistansugnar där man kan använda olika atmosfär och ha en maxtemperatur på ca 2300 °C. Vidare finns på institutet en s k GPS-ugn (Gas Pressure Sintering), där man kan ha ett visst övertryck vid sintringen (10 MPa, 2000 °C). Detta är speciellt intressant vid sintring av t ex kiselnitrid med små tillsatser av sintringshjälpmedel.

## Bearbetning

Vi arbetar både med bearbetning av grönkroppar och med sintrade komponenter. I vissa fall kan grönbearbetning vara en effektiv metod att använda för att ta fram komponenter med specifika dimensionskrav. Keraminstitutet har en CNC-styrd fräs som kan användas för bearbetning av grönkroppar till önskad geometri.

### Tag kontakt för mer information!

Tveka inte att kontakta oss om det är något mer du vill veta eller har en problemställning du vill diskutera. Utifrån dina önskemål och behov tar vi sedan fram en offert.

Ytterligare upplysningar lämnas av:

Kontaktperson	Telefon	E-post	Område
Ola Lyckfeldt	031-706 62 77	ola.lyckfeldt@ivf.se	Slamgjutning, direktkonsolideringstekniker och granulering
Lisa Palmqvist	031-706 60 26	lisa.palmqvist@ivf.se	Tejpgjutning
Mikael Eriksson	031-706 62 99	mikael.eriksson@ivf.se	Pressning
Karin Lindqvist	031-706 62 62	karin.lindqvist@ivf.se	Formsprutning och extrudering
Erik Adolfsson	031-706 62 98	erik.adolfsson@ivf.se	Rapid prototyping och sintring
Martin Sjöstedt	031-706 62 92	martin.sjostedt@ivf.se	Avbränning och bearbetning

Keraminstitutet är en avdelning inom IVF och arbetar med produktorienterad forskning och utveckling av keramer och näraliggande material.

IVF Industriforskning och utveckling AB, Argongatan 30, 431 53 Mölndal  
Telefon: 031-706 60 00, fax: 031-27 61 30, www.sci.se resp. www.ivf.se