

Spånløs bearbejdning af Højt legerede Materialer



Dec. 2006

Abstract

This article contains some information about chipless forming of high grade alloy sheet metal. Sheet metal is a competitive form of material in many different alloys which present good possibilities to meet product demands.

From many different methods, this article looks into deep drawing and flowforming, as a method to achieve possibilities of design, function and physical material improvement, which hardly are given with other materials or methods.

The combination of deep drawing and flowforming opens a gate to achieve varieties in wall thickness and tailored components, which can meet function demands.

Both deep drawing and flowforming are scientific tested and documented worldwide which are visible on the internet.

Forord

Siden 1983 har jeg beskæftiget mig med formgivning af højtlegeret stål og i nogen grad metaller, ved presning og flowformning.

Gennem perioden har opgaverne med produkt og produktionsudvikling, bragt os i kontakt med viden fra mange forskellige kanaler, hvilket danner grundlaget for denne fremlægning. Det har således været opgaven at finde relevant viden, om både materialer, metoder og maskiner, og sammensætte denne viden til produktionsprocesser der opfylder produkternes krav til funktion, form og fremstillingsmulighed.

Vi har undervejs benyttet udstyr, der er blevet tilgængeligt på baggrund af den omfattende vidensdokumentation, der fra universiteter via forskning og forsøg, bliver implementeret i maskiner, styringer og materialer.

Denne viden er baggrunden for værktøjsdesign, der samler disse nye muligheder i komponenter der bedre og billigere opfylder større krav til både funktion og kompleksitet.

I udarbejdelsen af dette indlæg er der brugt viden fra mange kilder, i det omfang det er muligt vil kilderne være nævnt i referencelisten, og i øvrigt er jeg taknemmelig for det jeg i fragmenter, har lært fra utallige mennesker og publikationer.

Det er mit håb at dette indlæg vil inspirere og vise nogle muligheder, til hvem der kan forbedre sine komponenter med dette.

Specielt skal nævnes ”Pladeforarbejdning” udgivet fra teknisk forlag i 1981 af Poul M. Kvist, som er en bog der på fornemste vis er rundt om de betydende faktorer for pladebearbejdning, i en let forståelig form og sprog.

Ligeledes er udgivelsen TUBE SPINNING fra AMT af Per Bennich, en stor inspiration til indførelsen af flowformning, som en kernekompetence hos Stelton.

Ib Pedersen

Indhold:

Forord

1. Materialeegenskaber

2. Presning

3. Flowformning

4. Komponentdesign

1. Materialeegenskaber:

1.1 Valset plade

Metaller i pladeform er udgangspunktet for der her beskrevne processer. Pladen er fremkommet gennem en proces der starter med udstøbning af det smeltede, rensede og legerede metal i kokiller eller slabs, hvor korndannelsen er styret efter formål under udstøbningen.

Næste trin er varmvalsning af afrensede slabs til varmbånd i tykkelser, der tillader den egenskabsstyrende koldvalsning til endelig tykkelse.

Processen afsluttes med afrensning, glødning, bejdsning, evt. glatvalsning og oprulning.

Gennem processen skabes pladens egenskaber, som senere giver os mulighed for at forme til de ønskede formål.

I mange tilfælde er slutformålet specificeret, således at materialefremstillingen styres helt fra smelte til færdig plade.

1.2 Betydning for presseegenskaber

Langt den største del af formbare pladematerialer, er stållegeringer i forskellige grader til forskellige formål.

Det betyder at der findes stor viden, om hvordan stål kan styres til specifikke formål, hvilket betyder at presseegenskaber til nærmere bestemte formål, kan tilgodeses i materialestrukturen. Dette gælder ligeledes i stort omfang for aluminium og messing, og i mindre omfang for andre metaller i pladeform.

De mest betydende faktorer er materialets kornstruktur, strækgrænse deformationshærdegrad og anisotropi.

Kornstrukturen ønskes normalt med små korn af hensyn til formbarhed og overflade på komponenten. Derfor søges udglødning af pladematerialet gennemført med lavest mulig kornvækst.

Strækgrænsen er udtrykt ved forlængelse i % inden brud på udtaget prøvestav i langs og tværs af valseretning. Høje værdier har stor betydning for højt maksimalt trækforhold, (rondel D. /stempel d. = β).

Deformationshærdegraden er ønskelig for højere trækforhold og uønskelig for videre formning.

Anisotropien er udtryk for pladematerialets tøjning i en trækprøvestavs bredde og tykkelsesretning. Materialet prøves i 3 retninger, langs, tværs og 45° af valseretning.

Prøveresultaterne samles i en normal anisotropi R, og den plane anisotropi ΔR .

Anisotropien er af stor betydning for det opnåelige trækforhold, hvilket betyder at β_{\max} øges med højere R-værdi.

For den plane anisotropi ΔR gælder at en cylindrisk kop får højere ører, jo længere fra 0 værdien ligger.

Alle forhold er vel beskrevet i litteraturen, bl.a. hos Poul M. Kvist.

1.3 Formbarhedsgrænser

Der er stor interesse for at finde og udvikle veje til pladematerialers formåen m.h.t. hvor langt vi kan forme materialet, og hvordan materialets egenskaber påvirkes af formgivning.

Der kan ved simulative tests findes en række egenskaber ved et givet materiale, og på en sådan baggrund udarbejdes formbarhedsdiagrammer.

Sådanne oplysninger kan være nyttige ved vurderingen af en givet opgaves procesvalg. Når det har vist sig nærmest umuligt at forudbestemme processer teoretisk, uden megen praktisk indsigt, hænger det formentligt sammen med, at blot lidt komplekse bearbejdnings, har rigtig mange parametre, hvoraf materialeegenskaber udgør en del.

I nogle tilfælde, er der lige så mange parametre i produktions og eller prøveproces, som der er i materialet.

Det er afgørende for industriens forståelse af egne processer, at der er et videnskabeligt arbejde omkring materialeprøvning, med tilhørende redegørelse for sammenhænge, selv om vi ikke ser tabeller med absolutte værdier, der altid sikrer gode komponenter.

1.4 Mulige trin i formningsprocessen

Spånløs formning kan være udført i flere sekvenser, hvor både presning, stansning og flowformning indgår. I sådanne tilfælde er rækkefølgen ofte givet af komponentens geometri, og dermed ikke valgfri.

I de tilfælde hvor der kan vælges er det vigtigt at vælge tryk i stedet for træk til ny form.

Til illustration kan vi tænke på, hvor let vi kan presse tandpasta ud af en tube og hvor svært det er at trække det samme ud.

I praksis er Stelton's termokande et eksempel, hvor der startes med et optræk i presse ($\beta_2, 18$), et træk der opbygger stor spænding i randzone, efterfulgt af flowformning med reduktion fra 2 mm. til 0,5 mm. godstykkelse, der fjerner indbygget spænding i randzone.



2. Presning:

2.1 Bearbejdningstyper

Presning er den mest anvendte metode til formning af komponenter. Her vil vi omtale koldformning af plademateriale ved træk og stræk, fra udskårne plader til rummelige komponenter.

Den såkaldte dybtrækmetode er karakteristisk ved at pladen formes ved trykkræfter den ene og strækkkræfter den anden retning, bedst illustreret ved på den plane plade påtrykte cirkler, som efter presning ses som ellipser med lilleakse mindre end cirkelns d . og storaksen større end samme.

Strækpresning sker ved at pladen indspændes og strækkes i alle planer, her vil der på de påtrykte cirkler ses at både lille og storakse vil være vokset.

Hvor stor omformning der kan ske afhænger af pladematerialets brudforlængelse, deformationshærdegrad og anisotopi, ligesom pressehastighed og tilholderstyring har indflydelse på den mulige omformning.

2.1.1 Hydromekanisk formning

Hydromekanisk formning er en metode under dybtrækning, som giver særlige formningsfriheder.

Det hydrauliske modtryk i den ene værktøjspart påvirker omformningens kraftfordeling i pladedelen, sådan at der typisk kan opnås væsentlig større trækforhold end det konventionelle træk kan tilbyde.

Succes med denne type bearbejdning er helt afhængig af det hydrauliske modtryk, dette skal opbygges instant og være styrbart under presseforløbet.

Et godt bud på hvordan vi opnår denne kontrol er vist af Per Sonne Sørensen og Lars munk Eriksen, hvis afgangprojekt fra DTH ”Muligheder og begrænsninger ved hydromekanisk formgivning” viser ny tænkning i brug af metoden.



2.2 Maskintyper

Pressere findes i rigtig mange varianter både form og funktion. Til pladeformgivning bruges både mekaniske og hydrauliske maskiner med stativer i C form eller lukket ramme.

Hydrauliske maskiner er fleksible og med styreger meget anvendelige og anvendt i den danske industri.

Mekaniske pressere til trækoperationer er næsten eneherkende i automobilindustri og industrier med store styktal, som hovedregel er typen hurtigere og mindre fleksibel end de hydrauliske typer.

For begge typer gælder at moderne styringsteknologi sammen med stabile maskinstativer, har lagt alen til tidligere maskiners formåen.

2.3 Emnedesign og model

Procesforløb

Allerede i idefasens start, er det vigtigt at forholde sig til de mulige fremstillingsmetoder, helst uden at lade metoder stå over funktion, design og markedskrav.

Denne sammenvejning af alle hensyn er vigtig at få gjort tidligt, fordi øvelsen giver struktur på udviklingsarbejdet.

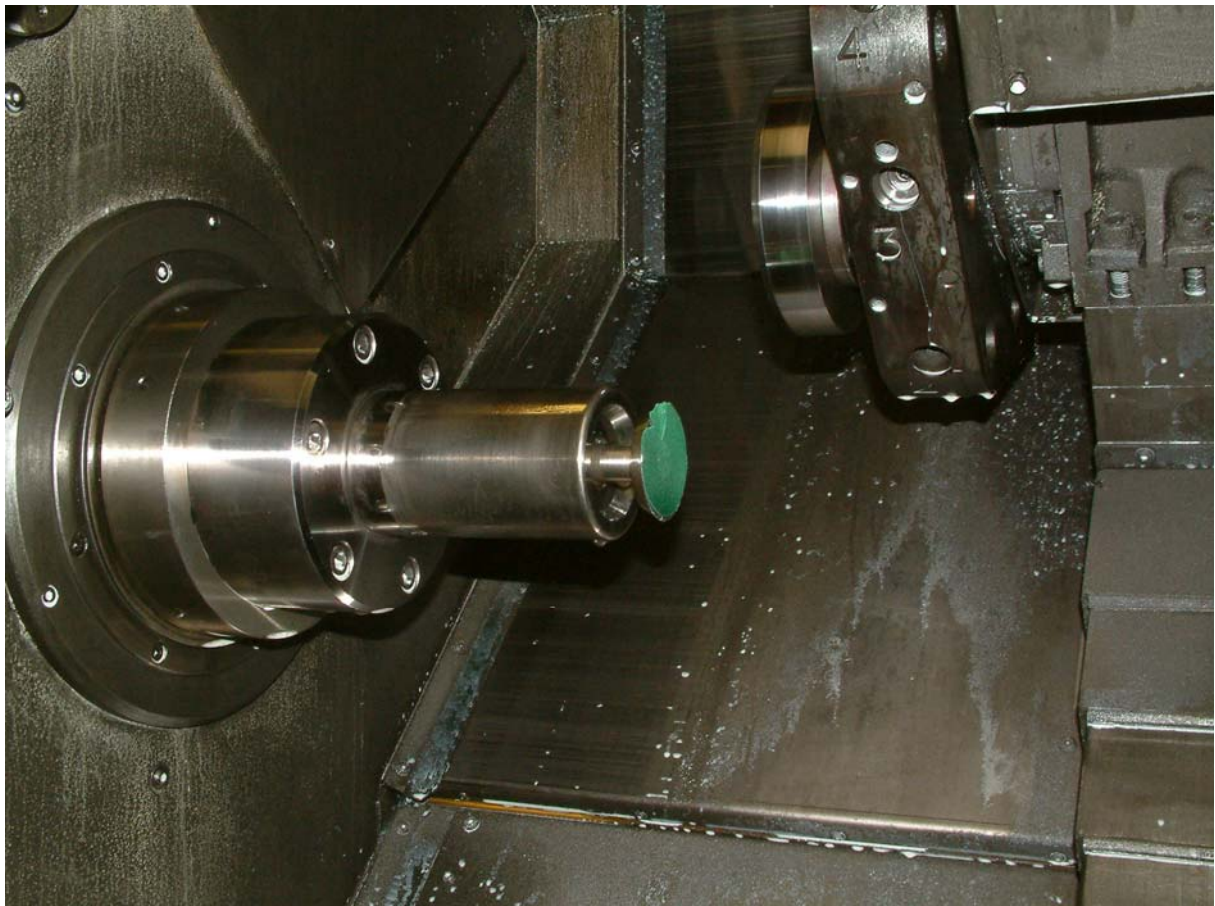
Som antydnet ovenfor er det først muligheder der skal være i focus, disse kan da sættes ind som flere spor, der hver især har stærke og svage sider.

Værktøj

Når vi er fremme ved modelpunktet, er det vigtigt at opstille procesforløbet og dermed hvilke værktøjer, der skal bruges som bindeled mellem råvare, maskine og arbejde, og det ønskede produkt.

Også her vil der være overvejelser i forhold til krav om pris, kvalitet og mængde.

3. Flowformning:



Procesforløb

Flowformning er en proces der reducerer en given godstykkelse, ved hjælp af tryk over materialets flydespænding, mellem dorn og bearbejdningsrulle(r).

Metoden kan anvendes til rotationssymmetriske komponenter og er særskilt fremragende til lange tyndvæggede dele med store krav til geometri.

Maskintype

Der findes maskiner med 1, 2 eller 3 bearbejdningsruller, som kan vælges efter komponentens geometri og nødvendig reduktionskraft.

Som hovedregel er 1 og 2rulle maskiner velegnede til ikke cylindriske komponenter, og 3rulle maskiner meget velegnede til cylindre.

Muligheder og karakteristika

Flowformning vil ofte være en videre bearbejdning af en presset komponent hvor en større godstykkelse reduceres og dermed danner et højere korpus. Samtidig vil der fremkomme en geometri med bedre pasning og overflader end set på den pressede komponent.

Reduktion af vægtykkelsen vil udgøre mellem 30 og 85 % / overløb og kan give forskellig vægtykkelse i komponenten hvis ønsket.

Værktøj

Der skal bruges en dorn til indvendig støtte af komponenten og valseruller med tilpasset geometri til bearbejdningen. Hertil evt. pinol og afstryger efter komponentens form.

4. Komponentdesign:

- Plademateriale som råvare
- Hvad skal komponenten kunne
- Hvilket system er miljø for komponenten
- Kræves efterbearbejdning til opnåelse af ønsket egenskab
- Findes der materiale der opfylder komponentkrav
- Kan pågældende materiale bearbejdes til ønsker form
- Modelarbejde og konstruktion

4.1 Analysen

Ud fra produktets kravspecifikation vælges de mulige bearbejdningsmetoder der er tænkelige.

Herefter er det en proces hvor metode og produkt påvirker hinanden og giver os en række muligheder og begrænsninger, der i den sidste ende bliver vores valgs succes eller fiasko.

Tak til de mange personer, som gennem årene har været mine inspiratorer til arbejdet med spånløs formgivning.

Referencer:

Poul M. kvist	Pladeforarbejdning
Lars G. Åkerberg	SIFU Plåtformnig
Per Sonne Sørensen	
Lars Munk Eriksen	Muligheder og begrænsninger ved hydromekanisk dybtrækning
Per Bennich	TUBE SPINNING AMT