



TEKNISKA HÖGSKOLAN
HÖGSKOLAN I JÖNKÖPING

Konstruktion av rörklammer

Göran Dahslätt

EXAMENSARBETE 2007

Maskinteknik



TEKNISKA HÖGSKOLAN

HÖGSKOLAN I JÖNKÖPING

Konstruktion av rörklammer Development of pipeclamp

Göran Dahslätt

Detta examensarbete är utfört vid Tekniska Högskolan i Jönköping inom ämnesområdet maskinteknik. Arbetet är ett led i den treåriga högskoleingenjörsutbildningen. Författaren svarar själv för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Handledare: Mikael Cederfeldt

Omfattning: 10 poäng (C-nivå)

Datum:

Arkiveringsnummer:

Abstract

This report describes the development process of a pipe clamp used on exhaust system for cars. It is made based on the manufacturers desire to improve and make the clamp easier to manufacture and to reduce its price to their customers. This should be done either by manufacturing the clamp in one piece without an expensive and work intensive welding process, or by generating ideas of how to develop a brand new type of clamp. Investigating the market for similar products was done to eliminate intrusion of other manufacturers' patents but also to generate ideas. Making drawings of the many ideas gave a concept of three concepts called existing clamp in one piece, existing clamp by several pieces and innovation solutions. Some of these ideas were investigated further and were 3D modelled in pro-engineer and necessary drawing files were made to be used in the manufacturing of several prototypes. One of the solutions resulted in a prototype that was manufactured by handmade tools and the results of the tests was very positive. The clamp was strong enough to join the pipes together very well without breaking. It was manufactured in one piece and formed in five steps without any welding operations instead of the seven steps, including welding, that is used on the clamp today. The prototype requires 25 % more material and most of it is scrap from the cutting operation.

Sammanfattning

Denna rapport beskriver vidareutvecklingen av en befintlig rörklammer till avgassystem för bilar. Syftet till arbetet är företagets vilja att göra produktionen av klammern enklare och billigare, för att på så sätt reducera kostnaden på den slutgiltiga produkten som levereras till kunderna. Detta skulle om möjligt ske genom att tillverka klammern i ett stycke, för att på så sätt undvika ett kostsamt svetsmoment, eller genom att med andra idéer komma fram till en lösning på en helt ny klammer. Arbetet började med att utreda vilka liknande produkter som finns på marknaden dels för att inte göra intrång på andra patent men även för att generera nya idéer och för att hjälpa till att tänka i nya banor. Idéer skissades upp på papper. Dessa delades in i de tre koncepten *befintlig klammer tillverkad i en del*, *befintlig klammer tillverkad i flera delar*, samt *innovativa lösningar*. Av dessa sållades sedan flera lösningar ut som det valdes att arbeta vidare med, dessa lösningar modellerades upp i pro-engineer och program för att skära ut klammern i plåt togs fram. Bland dessa olika lösningar var det en som resulterade i en färdig prototyp som testades genom att montera den på ett rör. Denna jämfördes sedan med den klammer som företaget använder idag. Resultatet blev positivt då det visade sig att klammern hade väl så bra egenskaper som den befintliga vad det gäller prestanda att klämma åt om röret. Lösningen på denna var att skära ut klammern i en del, rundavalsa och sedan bocka upp sidorna i ett verktyg. Denna lösning gav totalt fem arbetsmoment mot tidigare sju vilket ger en besparing i tillverkningen, framförallt då ett av de borttagna momenten är just svetsningen. Prototypen kräver ca 25 % mer material än den som tillverkas idag på grund av spill som går bort vid tillskärningen.

Nyckelord

Produktutveckling, Klammer, Rostfri, Produktionsvänlig, Plåt, Avgassystem.

Förord

Detta examensarbete har gjorts i samverkan med Ray metallfabrik AB. Författaren vill rikta ett stort tack till min uppdragsgivare Johan Angerd på Ray metallfabrik AB och min handledare Mikael Cederfeldt på Jönköpings tekniska högskola. Ett tack även till alla er som har lyssnat och kommit med idéer och förslag på lösningar till detta arbete.

Innehållsförteckning

I	Bildförteckning	4
I	Inledning	5
1.1	SYFTE.....	6
1.2	TILLVÄGAGÅNGSSÄTT OCH MÅL	7
1.3	AVGRÄNSNINGAR.....	7
1.4	DISPOSITION.....	7
2	Teoretisk bakgrund	8
2.1	BRAINSTORMING.....	8
2.2	FUNKTIONSANALYS	8
2.3	SÅLLNING	8
2.3.1	<i>Go/No go</i>	8
2.3.2	<i>Gut feel</i>	8
2.4	KRAVSPECIFIKATION.....	8
2.5	POLYAS METOD.....	9
3	Genomförande	10
3.1	DEFINITIONSFASEN	10
3.1.1	<i>Marknadsundersökning och informationssökning</i>	10
3.1.2	<i>Patentsökning</i>	12
3.2	PLANERINGSFAS	12
3.3	UTFÖRANDEFAS	12
3.3.1	<i>Koncept 1</i>	12
3.3.2	<i>Koncept 2</i>	13
3.3.3	<i>Koncept 3</i>	14
3.3.4	<i>Sållning</i>	15
3.3.5	<i>Utveckling av valda koncept</i>	15
3.3.6	<i>Provning av prototyper</i>	16
3.3.7	<i>Beräkningar</i>	17
4	Resultat	19
5	Slutsats och diskussion	20
5.1	FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE	20
6	Referenser	21
7	Bilagor	22

I Bildförteckning

Bild 1	Sportsystem till Audi A3
Bild 2	Den befintliga klammern
Bild 3	Volvo Avgasklammer
Bild 4	Bockad avgasklammer
Bild 5	Isco Avgasklammer
Bild 6	Slangkopplingar med enkelt och dubbelt skruvförband
Bild 7	Koncept 1 Modell hundben
Bild 8	Koncept 1 Modell rakt band
Bild 9	Koncept 1 Modell hundben
Bild 10	Koncept 1 Modell hundben
Bild 11	Klammer Koncept 2
Bild 12	Gjuten klammer
Bild 13	Lego klammer
Bil 14	Befintlig klammer och dess deformation på röret

I Inledning

Denna inledning beskriver hur examensarbetet har lagts upp och avgränsats, det ges även en bakgrundsbild av företaget och deras produkter samt hur företagets marknad ser ut och vilka kunderna är samt en inblick i hur nuvarande produkter fungerar.

Företaget Ray metallfabrik som startades 1961 i Grönahög i Västergötland flyttade efter några år till Ljungsarp i Västergötland där man numera bedriver sin verksamhet. I begynnelsen tillverkade man främst avgasdelar till Volvo P4 och Saab 2-taktare. Efter några år började man tillverka sportavgassystem och har numera ett mycket brett produktsortiment med avgassystem i olika materialkvaliteter till de allra flesta vanligaste bilmodellerna (Bild 1). De producerar även tillbehör som ändrör och lösa universaldelar som kunderna själva kan bygga avgassystem av. Produkterna är riktade mot eftermarknaden och säljs via återförsäljare i butiker som Mekonomen och liknande. Ray exporterar även produkter till övriga länder i norden samt Tyskland och England. Företagets produkter riktar sig till motorintresserade som vill ha ett avgassystem som ger prestandaförbättringar, en tuff design och ett sportigt ljud (Ray, 2007).



Bild 1 Sportsystem till Audi A3 (Bildkälla Ray, 2007)

1.1 Syfte

Syftet med arbetet är att förbättra en rörklammer som företaget tillverkar (Bild 2). Då de anser att de klamrar som finns att köpa inte håller så hög kvalitet som företaget önskar har de utvecklat en egen klammer som har använts under några år. Denna klammer har visat sig fungera väldigt bra både vad det gäller funktion och kvalitet. Problemet med denna klammer är att den är dyr att tillverka och kräver allt för många/dyra arbetsmoment för att färdigställas under produktionen.



Bild 2 Den befintliga klammern

Klammern tillverkas i två delar förutom skruv med bricka och mutter. Dessa är ett rundvalsat plåtband, och en U-böckad överdel som svetsas fast vid bandet. Dessa delar tillverkas i sju steg inkluderat sammanfogning med svets och montering av skruvförband. För att klammern ska fungera behövs det även ett moment där den efterformas för att rätt form skall uppnås, då den inte blir tillräckligt rund efter svetsmomentet. Detta gör att kunderna får betala ett ganska högt pris för klammern till sitt avgassystem då det behövs mellan tre till sex st. beroende på hur avgassystemet ser ut. Tanken med arbetet är därför att utreda hur produktionsrelaterade förbättringar på nuvarande klammer kan uppnås, genom att förändra den eller att göra en helt ny konstruktion. Företaget hade en idé om att tillverka klammern i ett helt stycke för att undvika svetsmomentet då det momentet är det mest tidskrävande/kostnadskrävande för produkten. Detta skulle kunna lösas genom att skära ut klammern i ett stycke och sedan forma den.

1.2 Tillvägagångssätt och mål

Målet är att förenkla produktionen och förbättra klammern. Detta skall uppnås genom att följa kravspecifikationen utan några stora avvikelser. De krav som ställs är att materialet skall vara rostfritt, metoder för tillverkning skall var anpassade efter fabriken maskinpark, svetsmoment skall i mesta möjliga mån uteslutas eller minimeras, och antalet arbetsteg bör reduceras. Om möjligt skall klammern tillverkas i en del. Den skall även kunna anpassas efter flera dimensioner 45-91 mm.

Genom att fördjupade kunskaper i pro-engineer, och främst då plåtmodulen, skall idéer/prototyper kunna modelleras upp och data tas fram för att sedan kunna skära ut plåtarna i en lasermaskin som sedan skall formas till fungerande prototyper. Syftet med detta är att kunna jämföra prototyperna med den befintliga klammern för att på så sätt bilda en uppfattning om dess kvalitet då det gäller hållbarhet på klammern och vilken deformation den tillfogar rören som den skall klämma samman. Hela tillverkningskedjan av klammern kan då identifieras och en jämförelse på produktionssvårigheter kan göras för att säkerställa att produkten blir enklare och billigare att tillverka.

1.3 Avgränsningar

För att inte arbetet skall bli för stort skall det begränsas till en klammerdimension på 67 mm då detta är den vanligast förekommande klammern. Denna ligger mitt i det intervall av dimensioner som i framtiden kan komma att tillverkas.

Beräkningar av hållfasthet och liknande kommer inte att göras. Istället är det jämförelser och direkt provning som får avgöra om hållfastheten blir bättre eller sämre på den framtagna klammern. Någon hänsyn kommer heller inte tas till eventuella verktyg eller verktygskostnader som kan komma ifråga för formning av produkten.

1.4 Disposition

Rapporten är uppbyggd med en inledande teoretisk bakgrund där metoder i de olika faserna av projektet listas. Arbetet som beskrivs i avsnittet Genomförande följer Polyas metod (Eklund, 2002) med fyra stycken övergripande faser. Definitionsfasen som innebär hur problemet och arbetsuppgiften har identifierats och definierats, planeringsfasen som visar hur tiden har fördelats i detta projekt, utförandefasen som innehåller idègenerering, skisser, olika koncept, modeller av lösningar. Sist följer utvärderingsfasen som avser att ge en bild av resultatet av arbetet i förhållande till hur arbetet var upplagt med tidplan och kravspecifikation etc. Följande delar av rapporten är därför uppbyggd med en inledande teoretisk bakgrund där metoder som använts i de olika faserna av projektet listas. Sedan följer en resultatdel som behandlar resultatet och sist följer en slutsats och diskussion med reflektioner och iakttagelser.

2 Teoretisk bakgrund

2.1 Brainstorming

Metod att generera idéer genom att i ett möte mellan människor föra fram idéer som inte får förkastas. Tanken är att även en helt tokig idé kan hjälpa till att lösa problemet men främst ge uppslag till nya idéer.

2.2 Funktionsanalys

En metod som delar in funktioner eller krav på produkten i de tre kategorierna huvudfunktion, nödvändig funktion, och önskvärd funktion (Bilaga 2).

2.3 Sällning

Metoder för sällning.

2.3.1 Go/No go

Metod som med hjälp av kravspecifikationen som underlag ger möjlighet till att värdera huruvida en produkt uppfyller de satta kraven och funktionerna den ska ha. Om den gör det får den Go, och om inte får den No go. Det är en metod där sällningen hellre ska släppa igenom tveksamma lösningar än att förkasta dem.

2.3.2 Gut feel

Här tillåts egna erfarenheter och kunskaper avgöra om man ska släppa vidare produkten, metoden kräver stor kunskap för att den inte ska förkasta bra idéer i onödan. Men med rätt kunskaper är det en snabb metod.

2.4 Kravspecifikation

Kravspecifikationen (bilaga 1) kan arbetas fram på flera sätt, beroende på hur projektet är upplagt så kan den vara definierade av beställaren vilket innebär att beställaren måste ha fullständig kunskap om projektet och tekniken för att inte riskera att missa t.ex. lösningar med ny teknik som beställaren inte känner till. "Definierad av leverantören" är ett annat sätt som ställer krav på att leverantören tar fram fakta om kunderna och hur marknaden ser ut för att undersöka vilka krav som kommer att ställas på produkten. Det tredje sättet att ta fram en kravspecifikation är att göra det i dialog/samarbete mellan leverantör och beställare vilket måste anses vara det mest effektiva och eftersträvansvärda då det generellt ger bäst resultat.

2.5 Polyas metod

Polyas metod är en enkel men effektiv metod för problemlösning den kan användas i flera olika situationer och är lätt att använda och kan vara utgångspunkten för de flesta projekt. Den består av fyra enkla steg.

Steg 1 Förstå problemet

Detta steg betonar vikten av att ha förstått hela problemet och att man inte har missuppfattat sin uppdragsgivare på någon punkt. Detta är mycket viktigt då även mycket små missförstånd kan bli mycket kostsamma längre fram i projektet. Nyckelord här är "Vad".

Steg 2 Skapa en plan

Skapa en plan handlar om att skapa en överblick av vad som ska göras, när, hur och av vem. Detta hjälper projektgruppen att kontrollera hur framsteg görs eller om projektet släpar efter i sin tidplan. En annan fördel är att hela projektgruppen får bilda sig en uppfattning om arbetets helhet och vilka delar som var och en ska ta ansvar för. Nyckelord här är "Hur".

Steg 3 Utför planen

Innebär att följa planen man skapat i steg två. För att styra projektet skall projektledaren kontrollera och följa upp att allt framskrider enligt den fastställda projektplanen. Nyckelord här är "Gör".

Steg 3 Utvärdera resultatet

Det handlar om att man ska utvärdera sitt resultat för att se om arbetet har uppnått målen. Men även för att belysa de misstag som har gjorts för att lära mer av dem. Då det inte alltid är så lätt att vara självkritisk till sitt eget arbete hoppar deltagare ofta över detta steg. Alternativet är då att det blir kunden som får upptäcka bristerna i produkten vilket naturligtvis inte är så lyckat. Nyckelord för detta steg är "Ok".

3 Genomförande

Projektet har genomförts i fyra olika faser enligt polyas metod (Eklund 2002).

3.1 Definitionsfasen

Att uppgiften redan från början var väldefinierad och det stod klart att arbetet var riktat direkt mot företaget och den specifika produkten, gjorde att kundanalyser och liknande inte behövde göras. Detta eftersom resultatet från detta arbete enbart skulle jämföras och tävla med den befintliga klammern. En marknadsanalys och en patentsökning gjordes ändå för att få idéer om liknande produkter samt undvika intrång i befintliga patent (bilaga 3 och 4). Det som behövde göras var en kravspecifikation (bilaga 1) som skulle stämma för företagets idé på en lösning. Detta gjordes i samråd med handledaren på företaget. Resultatet blev flera krav som att produkten om möjligt skulle göras i en del för att kunna undvika dyra svetsmoment i mesta möjliga mån. Den skulle kunna tillverkas med fabriken maskinpark (för fullständig kravspecifikation se bilaga). Genom att kravspecifikationen upprättades i samråd skapades förståelse från bådas sida om vad som förväntades av produkten och examensarbetet. För att komplettera kravspecifikationen gjordes en funktionsanalys (bilaga 2).

3.1.1 Marknadsundersökning och informationssökning

Genom att söka på Internet hittades flera produkter för montering av avgasrör dessa var i de flesta fall snarlika till utseendet. Därför undersöktes även produkter som finns inom andra branscher. Detta resulterade i att ett otroligt stort utbud av olika sorters plastklämmor, slangklämmor och liknande som kunde hjälpa till att generera idéer hittades. De mest intressanta visas här, men det viktigaste var ändå att det gav idéer att jobba vidare med. Här nedan ses ett litet urval av de produkter som finns till både avgassystem och de som passar in på andra liknande applikationsområden på marknaden.



Bild 3 Tv, Volvo Avgasklammer

Bild 4 Th, Bockad avgasklammer

Volvo-klammern till vänster i bild 3 visar på att finurliga lösningar kan göras med avancerade geometrier. Den bockade klammern till höger har en enkel materialsparande geometri som dock behöver svetsas. Detta var ett av arbetets tidiga lösningsförslag till fortsatt arbete fast då med en lite annorlunda bockning.



Bild 5 Isco Avgasklammer

Isco klammern (Bild 5) som är den mest vanligt förekommande är en enkel lösning som fungerar bra på avgasrör som har lite klenare dimensioner. Den fungerar dock inte speciellt bra på stora dimensioner med styvare material som rostfritt.

Bland dem som inte räknas till avgasklammer fanns en del som är värda att ta upp för att visa lite andra sorters lösningar som exempelvis hydrauliska och pneumatiska slang och rörkopplingar (Bild 6).



Bild 6 Slangkopplingar med enkelt och dubbelt skruvförband

Dessa slangkopplingar som är avsedda för hydrauliska och pneumatiska kopplingar är tillverkade i rostfri eller legerad tunnplåt. Undersökningen gav idéer till tre olika koncept av lösningar. Dessa var *klammer i en del*, *klammer av flera delar*, och *innovativa lösningar* (Se kap 3.3.1-3.3.3).

3.1.2 Patentsökning

En patentsökning genomfördes för att inte göra några intrång i befintliga patent, detta gjordes genom att söka i Patent och registreringsverketets sökmotor *ecp@cenet* (Prv, 2007). Det visade sig finnas hundratals olika patent för att hålla samman rör av de mest varierande former, där de flesta inte var av den typen att det berör detta examensarbete. Några av de patent som hittades visas i bilaga 4.

3.2 Planeringsfas

För att få en bra struktur på arbetet gjordes en tidsplanering med gantt-schema (Bilaga 5). Detta medförde att många arbetsuppgifter ganska snabbt kunde urskiljas som klara att starta upp med, medan andra var svårare att passa in i schemat utan någon riktigt uppfattning om vilken tid och arbetsinsats de skulle kräva och i vilken ordning de var lämpliga att göra. Detta innebar att tidplanen och ordningsföljden fick revideras på vissa små punkter under projektets gång, men då dessa var mindre arbetsuppgifter som ofta var snabbt genomarbetade hade de inte någon inverkan på projekttiden.

3.3 Utförandefas

Genom enklare skisser togs flera olika typer av lösningar fram på en ny klammer. Genom att dela in dessa i tre olika koncept kunde projektet framskrida på bred front utan att för tidigt begränsas till vissa lösningar. Skisser togs fram med penna och papper eller ritades i pro-engineer.

3.3.1 Koncept 1

Denna klammer (Bild 7) tillverkas i en del där klammern är tänkt att skäras ut i rostfri plåt med företagets lasermaskin. Detta innebär att geometrin måste tillåta att plåten rundformas först och att sidorna sedan ska kunna bockas upp utan att rundningen påverkas. Genom att även rita plåten utbredd så kunde en uppskattning av plåtspill göras redan under skissningen. Klammern (Bild 8) har en geometri som är mycket materialbesparande då den saknar vingarna. Den kräver heller inte lika stor plastisk deformation vid bockning.

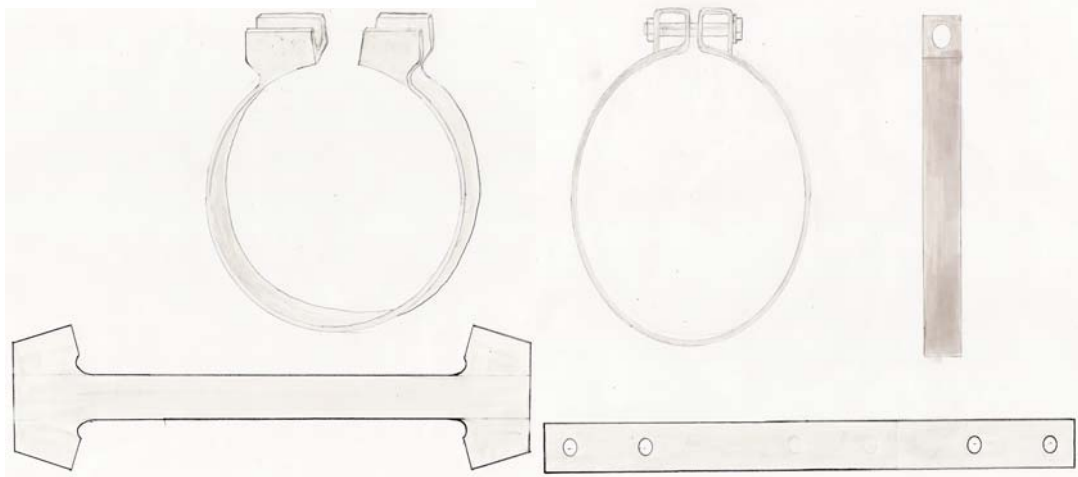


Bild 7 Modell hundben

Bild 8 Modell rakt band

Flera skisser togs fram för att få en bättre översyn på detaljer som kom att påverka funktionen av just denna typ av klammer. På klammern till vänster nedan (Bild 9) har vingarna fått en extra bockning på toppen för att undvika att skruven ska lossna från sitt läge. Klammern till höger nedan (Bild 10) har nedsänkta skruvhål för att hålla skruven fixerad.

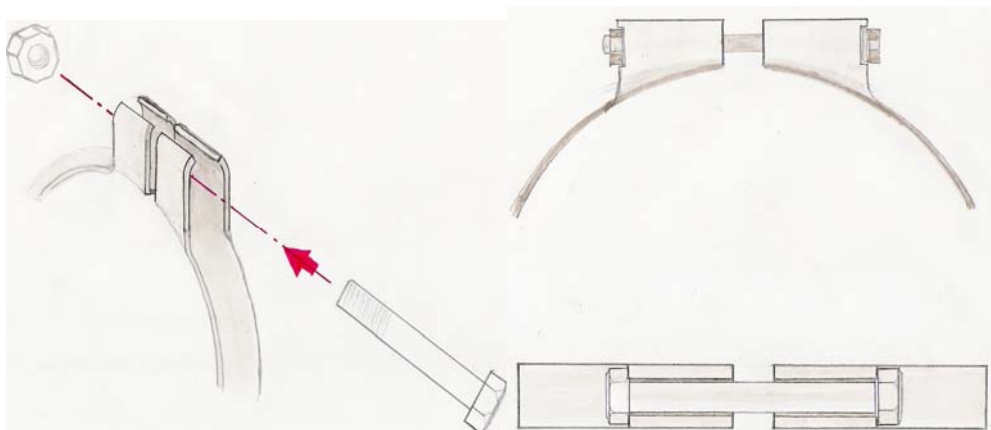


Bild 9 Modell hundben

Bild 10 Modell hundben

3.3.2 Koncept 2

Klammern (Bild 11) tillverkas här i flera delar. Att detta koncept dök upp under skissning beror av att en komplicerad geometri kan förenklas genom att den delas i två delar. Detta för att på så vis spara material och göra en svårtillverkad bit enklare då den rundade delen inte behöver bockas på en radiell kant. Nackdelar är att hanteringen vid montering är besvärligare då flera delar måste hållas fixerade samtidigt som klammern skruvas fast i avgassystemet samt att risken för felmontering kan bidra till försämrad funktion.

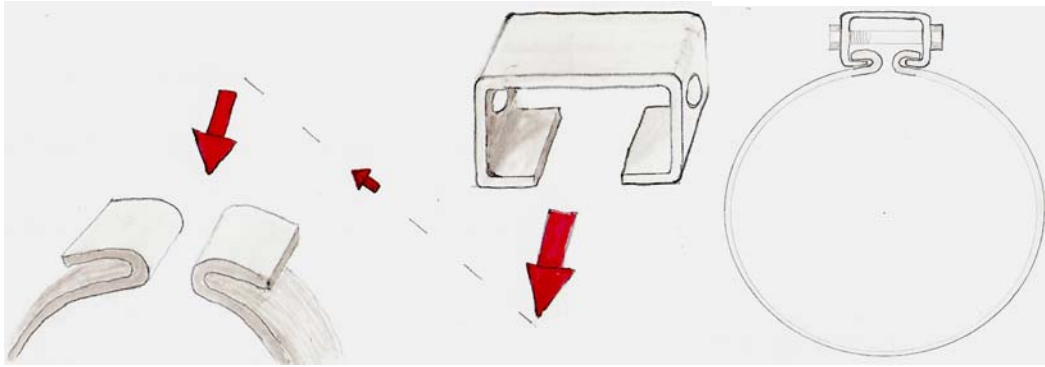


Bild 11

3.3.3 Koncept 3

I denna grupp finns de lösningar som inte passar in på de 2 första koncepten. Tanken var att inte förkasta några idéer utan att skissa på så många som möjligt. De som visas här är en gjuten klammer (Bild 12) och en legovariant (Bild 13) som är tänkt att pusslas ihop, dessa lösningar får ses som innovativa inspirationskällor för det fortsatta arbetet då de i de flesta fall direkt kan uteslutas som lösningar för arbetet.

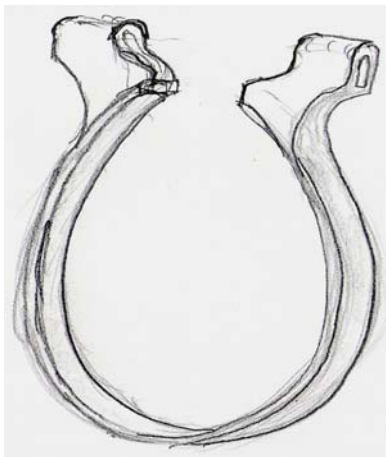


Bild 12 Gjuten klammer

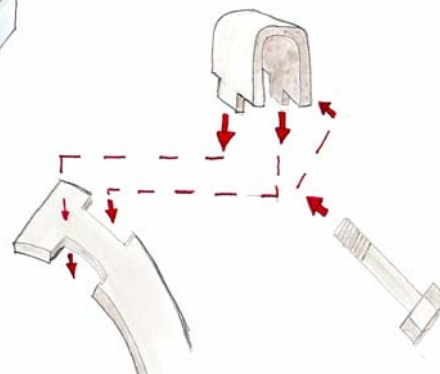


Bild 13 Legoklammer

3.3.4 Sällning

En första grovsällning gjordes på de skisser som tagits fram. Den metod som användes var gut feel med hjälp av främst kravspecifikationen och funktionsanalysen. Detta resulterade i att gjutna klamrar tas bort då gjuteri saknas på fabriken och att det är en dyr lösning för tillverkning i små serier. Även legoklammern togs bort då ingen bra geometrisk hållbar lösning har kunnat hittas, samt att den ej uppfyller funktionerna ”äga självklarhet” eller ”utstråla robusthet”. Således sällades hela koncept 3 bort. Även koncept 2 sällades bort då företaget redan har en liknande variant av denna klammer. Projektet gick därför vidare med Koncept 1.

3.3.5 Utveckling av valda koncept

I det utvalda konceptet modellerades två olika versioner av idéerna från modell hundben (Bild 7) upp i pro-engineer där de två versionerna har olika längd på skruvförbandet vilket medför att den kant på radien som behöver bockas upp för sidorna får olika längd. Två olika versioner från modell rakt band (Bild 8) modellerades också upp i pro-engineer där skillnaden var två olika bredder på midjan av bandet. Genom att göra utbredningar av plåtarna kunde ritningar tas fram i pro-engineer. Dessa konverterades till Dxf-filer (Drawing exchange files) för att användas i företagets laserskärmaskin. Då lämpliga verktyg och maskiner för bockning av modellen rakt band (bild 8) inte fanns att tillgå och alla försök att bocka för hand med diverse verktyg inte fungerade speciellt bra samt att den krävde att bandet bockades i flera steg så beslutades det att lägga denna lösning åt sidan. Klammermodellen hundben formades först rund i en valsmaskin men genom att dess midja är så mycket smalare blev formen på klammern oval. Detta löstes genom att krympa/komprimera den mot en invändig tolk vilket gav ett runt resultat. Sidorna avsedda för skruvförbandet bockades sedan upp genom att med ett provisoriskt tillverkat verktyg pressa klammern genom ett rektangulärt hål. Detta fungerade mycket bra för den versionen som var gjord med det kortare skruvförbandet (Bild 15) då resultatet blev ganska likt det som var modellerat i pro-engineer, med undantag för vissa kanter som skulle ha varit raka efter bockningen fortfarande hade en kontur av en kurva. Detta syns i överkanten på klammern (Bild 15). Den andra versionen fungerade inte alls då det provisoriska bockverktyget inte gav den plastiska deformation av klammern som det var beräknat i pro-engineer. Efter denna utprovning sällades därför de idéer som inte var lyckade så här långt bort. Kvar fanns modellen hundben med kort skruvförband. Denna provmonterades på en avgasrörsmuff (Bild 16).



Bild 15 Klammer kort skruvförband Bild 16 Klammer med kort skruvförband provmonterat på rörmuff

3.3.6 **Provning av prototyper**

För att kunna jämföra prototypen med den befintliga klammern gjordes tester på vilka krafter som de tål att belastas med. Detta gjordes genom att med en momentnyckel dra fast klamrarna på ett rör och mäta åtdragningsmomentet när den plastiska deformationen eller brott uppstår. Tanken var att en jämförelse skulle kunna göras mellan klamrarna för att se om prototypen eller den befintliga som var bäst. Denna provningsmetod var dock inte optimal då det visade sig att den befintliga klammern kunde dras i botten dvs. dess ändtyor gick emot varandra utan att klammern brast. En av de befintliga klamrarna som provades brast i svetsningen. Detta får dock ses som ett undantagsfall då svetsen helt enkelt var dåligt utförd. Noterbart är att den deformation som den befintliga klammern åstadkom på röret var en buckla precis under skruvförbandet. Att deformationen uppstår enbart där beror på att friktionen mellan bandet och röret hindrar bandet från att glida mot röret under åtdragningen. Skruvkonsolen vill därför vridas ner mot röret och ändarna på klammerns band ger upphov till deformationen när den dras åt (Bild 14).

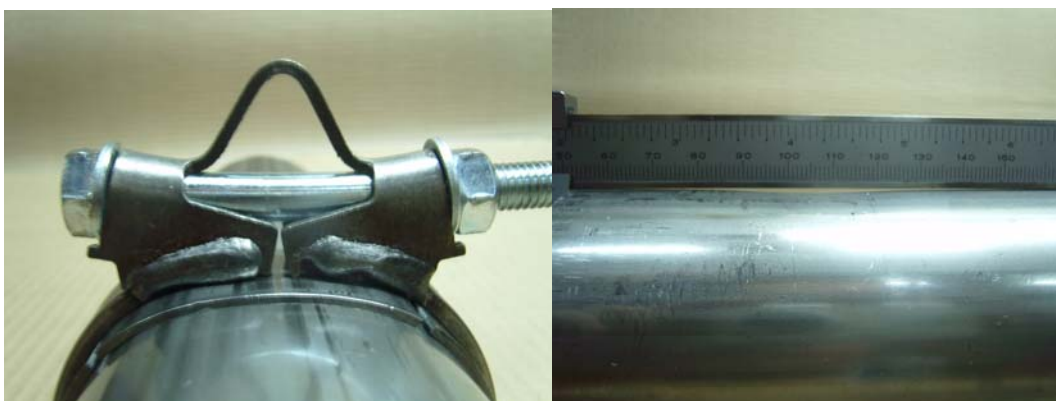


Bild 14 Befintlig klammer och dess deformation på röret

Samma test utförd på prototyperna gav ett liknande resultat med den skillnaden att rörets deformation blev mycket större detta pga. att avståndet mellan ändarna i överkant var större vilket medgav att klammern kunde dras åt betydligt mer utan att böttna. Den befintliga klammern drogs med ett moment av ca 60-70 Nm när den gick i botten. När prototypen drogs med samma moment visade den upp samma tendens fast i mindre omfattning till att vridas in mot röret. Men med den skillnaden att deformationen ändå blev mycket större mest beroende på att prototypens band är smalare och därför ger ett högre tryck på ytan (Bild 15).



Bild 15 Prototyp fastsatt på ett rör

3.3.7 Beräkningar

Materialkostnader för den befintliga produkten jämfört med prototypen har beräknats genom att utgå från vikten av produkten plus det spill som uppstår vid tillskärning av detaljerna. Vid beräkning på den befintliga klammern har allt spill beräknats för skruvkonsolen medan det för bandet beräknats till noll då det är smala korta remsor vilket ger ett minimalt spill vid plåtklippningen. Prototypens spill gäller däremot för hela bandet då det skärs ut i ett stycke.

Produkt	Vikt	Svinn	Vikt med svinn	Utbyte
Befintlig klammer	135 g	28 g	163 g	83 %
Prototyp	75 g	145 g	220 g	34 %
Differens	60 g	117 g	57 g	49 %

Utbytet av plåten visar att spillet blir mycket större för prototypen än för den befintliga produkten som utnyttjar 83 % av materialet och har 17 % spill. För prototypen är motsvarande siffror 34 % utbyte och 66 % spill. Det som är intressant är den totala materialåtgången per styck med svinn där skillnaden bara är 26 % eller 57 g mer material på prototypen. Denna kostnad för 57 g mer material bör därför tjäna in på minskade produktionskostnader för att det ska bli lönsamt att tillverka klammern. I denna beräkning skall det också beaktas att svinnet har ett värde då det kan säljas som skrot. Prototypen har en stor fördel vad det gäller vikten gentemot den befintliga klammern då den är 44 % lättare.

4 Resultat

Prototypen som har tagits fram uppfyller de krav som kravspecifikationen ställer samt de önskemål som har kommit fram under arbetets gång och som återfinns i funktionsanalysen. Den kan tillverkas i ett stycke utan svetsmoment vilket innebär att de två huvudkraven är uppfyllda. Genom provning har klammern visat att den håller måttet vad det gäller hållfastheten då den genom hög belastning utan att själv deformeras klarar att pressa samman rören den skall hålla ihop långt mer än vad som krävs för ett fast förband av denna sort. Genom att tillverka lämpliga bockverktyg och rundformningsverktyg ska antalet arbetsmoment kunna minskas till fem stycken *Skärning, rundning, bockning, trumling och skruvmontering*. Med bibehållen materialtjocklek blir materialkostnaden högre då mer material krävs än för den befintliga produkten. Klammern har dock visat upp en så bra förmåga att klämma samman rörmuffarna att en minskning av godstjockleken till två mm istället för nuvarande tre borde vara fullt möjlig med bibehållen funktion. Detta skulle då genast sänka materialkostnaden med en tredjedel om man utgår från kg priset på rostfri plåt vilket skulle göra prototypens vikt med svinn ca 16 gram lättare än den befintliga klammerns vikt med svinn. Övriga krav har uppfyllts då rostfritt material har använts för utprovningen och inga arbetsmoment har tillkommit som kräver någon investering i maskiner. Det som tillkommer är tillverkningen av nämnda verktyg. Produkten uppfyller huvudfunktionen och alla nödvändiga funktioner i funktionsanalysen, den håller samman rören på ett mycket förtroendeingivande sätt, den medger att standardkomponenter används som skruvförband. Ergonomiskt har den fördelar främst vid demontering då den inte är en sluten cirkel utan delad och kan böjas ut och tas bort från röret utan att avgasdelarna behöver tas isär. Det krav som inte uppfylls fullt ut är materialbesparingen då prototypen kräver mer material än den befintliga produkten trots att den väger drygt hälften så mycket. Detta skall dock sättas i relation till den minskade produktionskostnaden för prototypen samt att en vidareutveckling kan ge den önskade materialbesparingen.

5 Slutsats och diskussion

Utvecklingen av klammern har främst visat att den befintliga klammern är överdimensionerad. Eftersom prototypen med sin lilla materialmängd, med vassa hörn där spänningskoncentrationer kan uppstå, samt den ej helt perfekta bockning klarar belastningen utan att brista. Detta innebär att med ett fortsatt utvecklingsarbete med optimering av klammerns former, egenskaper vad det gäller hållfasthet och dess egenskaper vad det gäller deformationen på röret i förhållande till vad som krävs, så kan ytterligare förbättringar åstadkommas. Arbetet har utgått från att rita upp detaljerna i pro-engineers plåtmodul vilket inte har varit helt lyckat då de geometrier som skapats innan utbredningen för tillskärning av detaljerna inte har återskapats fullt ut vid tillverkning av klammarna. Detta beror till stor del på att de provisoriska verktyg som använts vid bockningen inte har gett den plastiska deformation som programmet räknat med. Det har även varit problem att skapa detaljerna då bockningar på dubbelkrökta ytor inte alltid verkar vilja fungera i programmet.

5.1 Förslag på fortsatt arbete

För det fortsatta utvecklingsarbetet kan den nuvarande prototypen användas som mall där de skarpa hörnen tas bort och höjden på de uppbockade sidorna optimeras. Genom att korta denna höjd så kan materialspillet reduceras då det är denna höjd som till stor del ligger bakom spillet. Klammern bör även förlängas så att en lämplig deformation erhålls på rören när klammern är fullt åtdragen dvs. att klammern går i botten. Detta för att säkerställa att om klammern tas bort så ska deformationen inte vara större på rören än att de går att ta isär. Genom att behålla den vinkel som finns på skruv och mutter sidan så behövs ingen låsning för skruvens läge i klammern utan det räcker med den nedre kanten för att fixera skruvens läge.

6 Referenser

- Eklund (2002) Eklund, Sven Arbeta I projekt (2002) Studentlitteratur
ISBN 91-44-02365-0
- Prv (2007) <http://www.prv.se/patent/start.html> (Acc. 2007-05-02)
- Ray (2007) <http://www.ray.se/> (Acc. 2007-05-03)

7 Bilagor

Bilaga 1	Kravspecifikation
Bilaga 2	Funktionsanalys
Bilaga 3	Patentsökning
Bilaga 4	Patentsökning
Bilaga 5	Gantt-schema

Bilaga 1

Kravspecifikation

- Klammern skall göras utan svetsmoment/ eller med minimal svetsning
- Om möjligt i en del.
- Med mindre material det borde gå att minska bredden och/eller tjockleken.
- Färre arbetssteg för närvarande 7 stycken.
- Anpassas för storlek 45-91 mm. Dimension 67 mm (2.5" muff) kan vara lämplig att göra förslaget med.
- Materialet skall vara rostfritt.
- Metoder skall vara anpassat efter fabriken maskiner. Eventuellt kan nyproduktion av verktyg tillkomma.

Bilaga 2

Funktionsanalys

Funktion	Funktionsgräns	Klass
Sammanhålla	Rördelar	H
Äga självklarhet	Funktion och montage	Ö
Minimera produktionstid	Tid och kostnader	Ö
Minimera spill	Tillverkning	Ö
Vara ergonomisk	Brukarperspektiv	N
Motstå	Korrosion	N
Utnyttja standardkomponenter	Bultförband	N
Medge	Återanvändning	Ö
Utstråla	Robusthet	Ö
Lång hållbarhet	Material och hållfasthet	Ö
Lågt pris	Tid kostnader	Ö

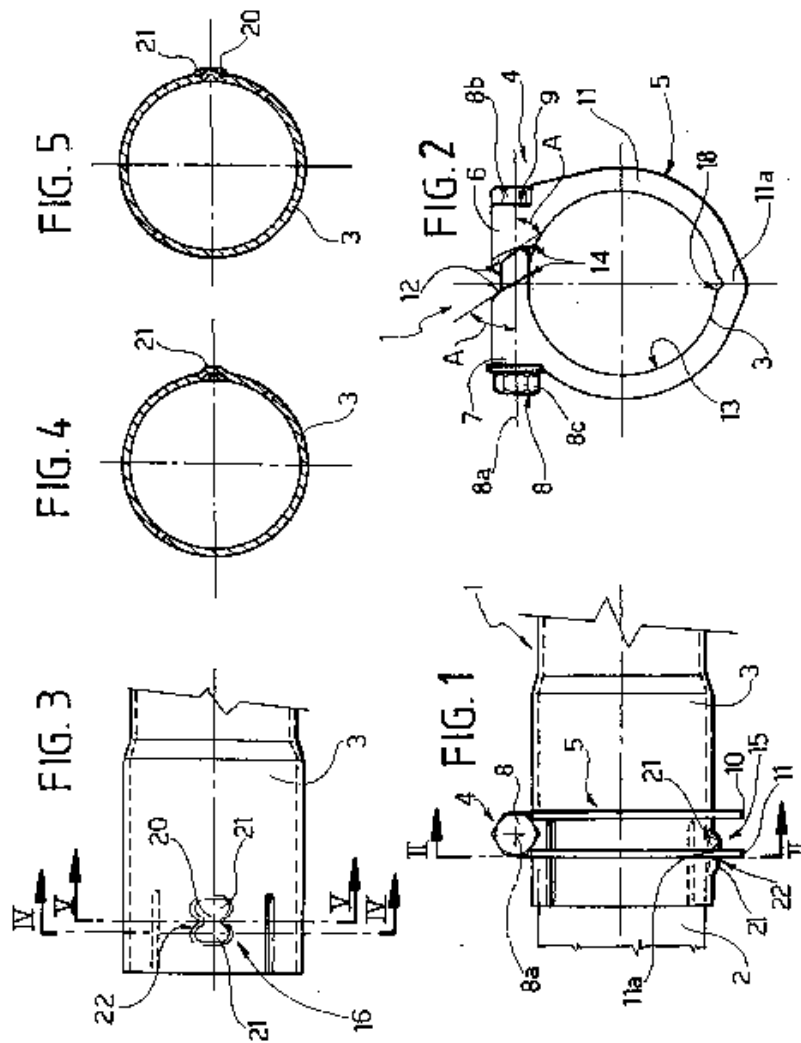
H=Huvudfunktion N=Nödvändig funktion Ö=Önskvärd funktion

Bilaga 3

Patent

Patentnummer EP1367309

EP 1 367 309 A1



Bilaga 4

Patent

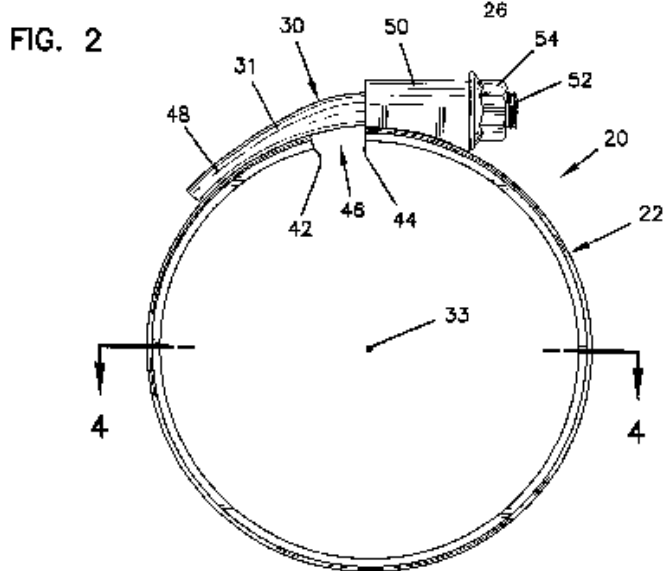
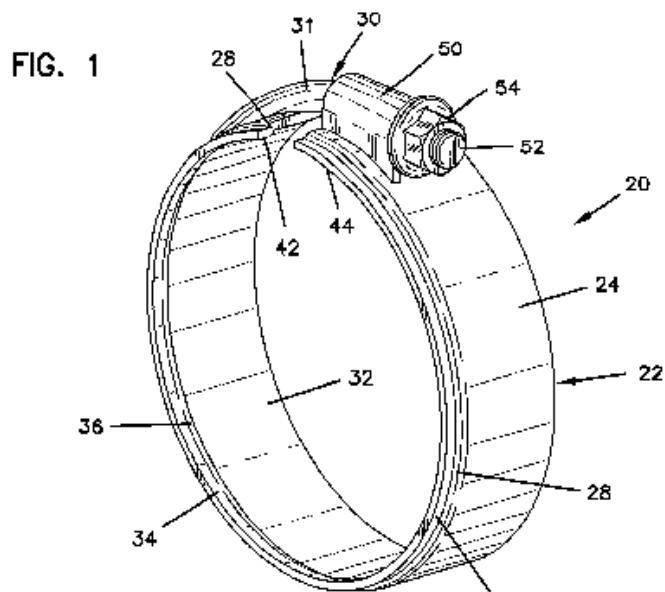
Patentnummer US6305054

U.S. Patent

Oct. 23, 2001

Sheet 1 of 8

US 6,305,054 B1



Bilaga 5

Ganntschema

