

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
TRABALHO DE FORMATURA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PROCESSOS
DE FABRICAÇÃO DE FERRAMENTAS
PARTE II - DEFORMAÇÃO A FRIO

AUTOR : JOÃO CARLOS DIAZ
ORIENTADOR : MARCO STIPKOVIC FILHO

SUMÁRIO

De acordo com a atual perspectiva quanto aos processos industriais em geral, percebemos um gradativo aumento no interesse, por parte dos produtores, no sentido da otimização do processamento de matérias primas, visando a obtenção de produtos finais ou intermediários com menores custos.

Esse interesse, embora antigo, tornou-se mais intenso com a recente crise energética, e a perspectiva do escasseamento das fontes energéticas não renováveis. A economia de materiais processados através de usinagem, conformação e fundição, representa outro meio de redução do custo da peça.

Componentes que há pouco tempo eram obtidos por um dado processo, estão sendo produzidos atualmente por outros, com significativa economia de material, diminuição do tempo de processamento e a conseqüente diminuição do custo final. Neste espaço vale citar o exemplo da técnica de conformação a frio ou recalque a frio, comparado ao processo de usinagem.

Este trabalho visa, portanto, o emprêgo da técnica do recalque na fabricação de uma ponta Phillips de aparafusar. Neste caso, será feita a descrição do processo de fabricação da peça, utilizando-se exclusivamente a técnica da usinagem, e, posteriormente, serão apresentadas propostas de processos onde serão empregados a técnica do recalque.

Será feito, portanto, uma introdução às características da técnica do recalque, vantagens, descrição das máquinas recalcadoras, sequência operacional, etc.

ÍNDICE

pág.

PARTE I - Usinagem.

CAPÍTULO I	- Descrição da peça.....	1
CAPÍTULO II	- Descrição do processo de usinagem.....	7
CAPÍTULO III	- Obtenção dos parâmetros de usinagem...	19
ANEXOS - PARTE I.....		33

PARTE II - Deformação a frio.

CAPÍTULO IV	- Descrição do processo de recalque.....	34
CAPÍTULO V	- Fundamentos da tecnologia da deformação a frio.....	39
CAPÍTULO VI	- Descrição operacional de uma deformadora a frio.....	50
CAPÍTULO VII	- Tipos de máquinas utilizadas.....	57
CAPÍTULO VIII	- Normas para o recalque.....	61
CAPÍTULO IX	- Ferramental para o recalque.....	72
ANEXOS - PARTE II.....		87
BIBLIOGRAFIA.....		88

CAPÍTULO IV

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE RECALQUE

a) Introdução:

Dentro da sequência de usinagem descrita anteriormente, verificamos a possibilidade de execução de algumas etapas de fabricação da peça, utilizando-se a técnica da conformação a frio, mais conhecida como recalque.

A partir disso, apresentamos propostas de operações que utilizem as características da técnica do recalque na formação da peça de trabalho. Dentre as etapas sobre as quais serão feitas as propostas, encontram-se a formação da seção sextavada da haste e a conicidade da ponta. As demais operações complementares, tais como a usinagem do corpo, do pescoço da haste e o fresamento da ponta serão efetuadas de acordo com a descrição feita anteriormente na usinagem.

No estudo efetuado sobre a técnica do recalque, foi utilizada a consulta a catálogos de fabricantes de recaladoras, mais notadamente a National Machinery Co.

b) Corte do arame:

Para a realização dessa etapa é necessário se conhecer o volume total da peça acabada ou semi-acabada, a fim de se obter o comprimento do blank a ser cortado a partir do fio máquina. O volume total será:

$$V_{\text{total}} \approx 6048,0 \text{ mm}^3.$$

Partindo de um fio máquina de bitola 1/2" (12,7 mm), obtemos o comprimento necessário do blank:

$$\frac{1}{4} \pi d^2 l = 6048,0 \Rightarrow l = 47,7 \text{ mm.}$$

c) Primeiro recalque (extrusão):

A primeira etapa do processo consiste na extrusão do blank obtendo-se a seção hexagonal da espiga. Isto será feito com o blank sendo conformado em uma matriz com seção hexagonal, mostrada no desenho 8, onde temos:

- peça 1: parte posterior da matriz fixa.
- 2: placa rígida.
- 3: mola do extrator.
- 4: pino extrator.
- 5: parte anterior da matriz fixa.
- 6: matriz sextavada.
- 7: matriz circular.
- 8: parte anterior da matriz móvel.
- 9: parte posterior da matriz móvel.
- 10: blank.
- 11: guia deslizante.
- 12: pino de extrusão.
- 13: camisa da matriz móvel.
- 14: pino passador tangencial.
- 15: calço posterior do pino à mola.
- 16: mola da guia deslizante.
- 17: mola do pino de extrusão.
- 18: placa rígida.

A operação se inicia com o blank (9) posicionado pela pinça de transferência, na linha de centro das matrizes. O blank é alojado nas matrizes móvel e fixa, forçando os pinos extratores (4) e (12) a alcançarem seus batentes (2) e (18). Quando isto acontece, temos a matriz móvel empurrando o blank para a matriz de extrusão, mediante o movimento de retorno da guia deslizante (11). Esse suporte serve para evitar o perigo de flambagem do blank, e para guiá-lo para dentro da matriz fixa.

Executada a extrusão da seção hexagonal, a matriz móvel

retorna para a sua posição inicial, sendo o blank expulso de ambas as matrizes através dos respectivos pinos de extração.

d) Recalque da ponta cônica:

A segunda etapa do recalque, que é o da ponta cônica, está mostrado no desenho 9, onde:

-peça 1: parte posterior da matriz fixa.

2: placa rígida.

3: mola do extrator.

4: pino extrator.

5: parte anterior da matriz fixa.

6: matriz sextavada.

7: matriz circular.

8: camisa da matriz móvel.

9: blank.

10: guia deslizante.

11: pino de recalque.

12: pinoassador tangencial.

13: mola da guia deslizante.

14: mola do pino de recalque.

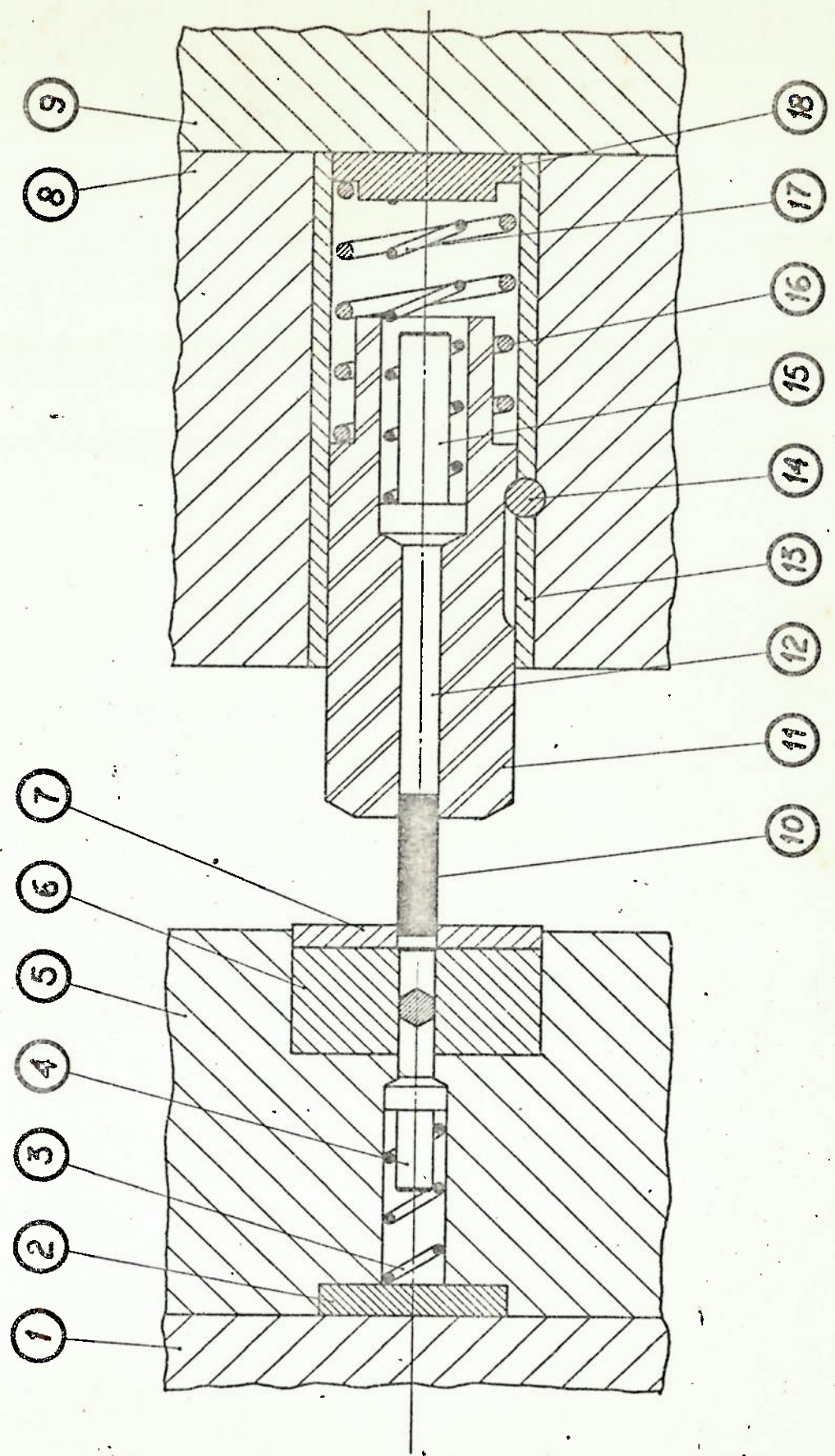
15: placa rígida.

16: bloco de assento.

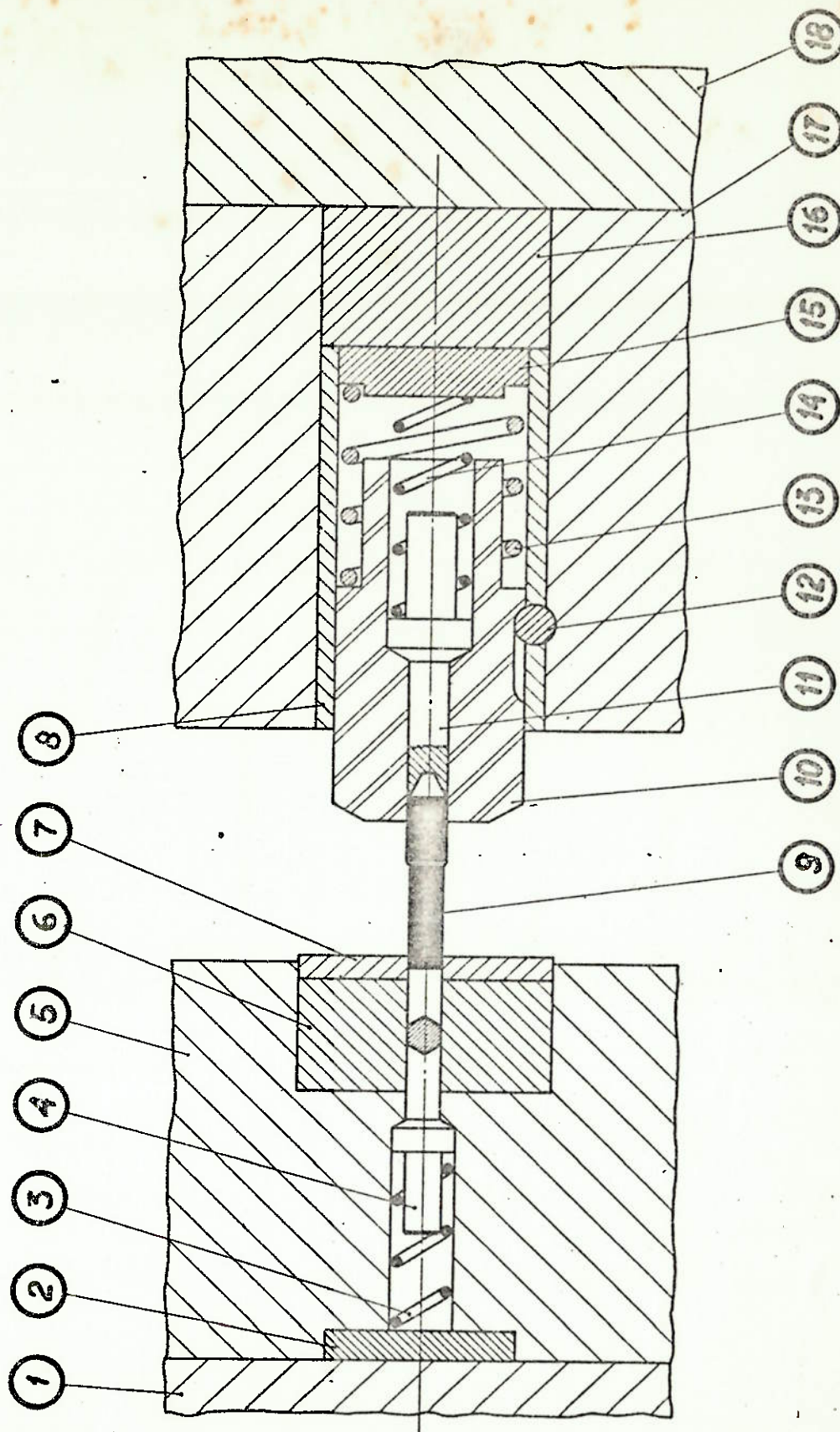
17: parte anterior da matriz móvel.

18: parte posterior da matriz móvel.

Esta operação é feita com o blank sendo introduzido nas matrizes de maneira similar à anterior. O recalque da ponta é feito com o molde inserido no pino de extração da matriz móvel. O recuo de ambos os pinos de extração, até alcançarem seus respectivos batentes, executa o recalque da ponta, sendo as matrizes afastadas após essa deformação.



			Marco
PMC 500 - Trabalho de formatura			EPUSP
Desenho 8 : Extrusão da haste sextavada			



			Marco
	PMC 500 - Trabalho de formatura		EPUSP
	Desenho 9 : Recalque da ponta cônica		

CAPÍTULO V

FUNDAMENTOS DA TECNOLOGIA DA DEFORMAÇÃO A FRIO

a) Introdução:

O recalque é uma operação de forjar. Uma força aplicada na extremidade de uma barra de metal ou de um fio máquina, que se encontra entre o punção e a matriz, excedendo o limite elástico do material, causa a sua deformação. O diâmetro aumenta enquanto seu comprimento diminui.

Muitas peças de formas diferentes podem ser produzidas por meio do recalque. Quando se combina isto com outras operações, como extrusão, puncionamento, rebarba ou rosqueamento, as possibilidades desse processo são quase ilimitadas. Na fig. 1 são mostradas peças típicas feitas por estas operações.



fig. 1.

Peças típicas produzidas por recalque e operações complementares tais como, extrusão, puncionamento e rebarba.
 No recalque se aplica uma força sobre o metal contido entre o punção e a matriz, que ultrapassa o limite elástico e causa a deformação do material.

A mais freqüente aplicação do recalque é a formação das cabeças dos parafusos. Milhões de parafusos são produzidos deste modo. Devido à economia obtida, está aumentando o número de outras peças feitas por recalque. Peças simétricas são mais freqüentemente formadas a frio, mas comercialmente também são feitos recalques assimétricos. É também comum a mudança do formato da seção transversal de redondo para quadrado, hexagonal ou outra forma.

b) Produção:

Desde que o recalque está estritamente unido com os processos de produção de parafusos em grande série, o encabeçamento é basicamente um método de produção de grandes séries a grande velocidade. Em muitos casos, entretanto, as vantagens econômicas do processo tornam práticas uma produção de 50.000 peças ou menos. As taxas de produção variam com o tamanho das peças e com a complexidade das máquinas. Por exemplo, pequenos rebites maciços (fig. 2) são encabeçados à razão de 36.000 por hora, e os parafusos nº8, à razão de 27.000 por hora. Parafusos de 3/8" podem ser encabeçados, apontados e rosqueados à razão de 15.000 por hora. Peças de formas mais complexas de tamanho similar são produzidas à razão de 9.000 por hora. Para peças maiores e mais complicadas, a velocidade de produção cai para 2.400 por hora.

As peças encabeçadas a frio variam desde esferas de somente 1/2 milímetro de diâmetro a pinhões ou eixos de 3 kg. ou mais. A matéria-prima usada é fio máquina enrolado ou barras de até 50 mm de diâmetro, ou maiores. As máquinas de cisalhar se classificam de acordo com sua capacidade máxima de corte, em diâmetro. Por exemplo, uma recalçadora a frio de 5/16" pode cisalhar uma liga de aço de até 8 mm de diâmetro. Este tamanho de máquina pode alimentar um comprimento máximo de material de 70 milímetros, mas para peças mais compridas é possível provê-las com avanço de até 115 mm. Em geral, os comprimentos de alimen-

tação podem ser de até 14 vezes a capacidade da máquina, em diâmetro, com algumas variações.



As taxas de produção no recalque variam com o tamanho das peças e a complexidade da máquina usada. Estes pequenos rebites maciços se encabeçam à razão de 36.000 por hora. A produção de peças maiores cai até 2.400 por hora.

fig. 2.

c) Vantagens do processo:

A deformação a frio oferece vantagens substanciais sobre outros processos, tais como usinagem e forja a quente.

Economia de material: praticamente não há perda de material quando uma peça é deformada a frio. Uma peça semelhante, se fosse usinada produziria até 80% de perda.

Produção: geralmente, peças deformadas a frio podem ser produzidas 10 vezes mais rapidamente em relação às usinadas. Recalcadoras modernas podem fornecer 36.000 peças por hora (dependendo das dimensões e complexidade).

Propriedades dos materiais: a deformação a frio aprimora as propriedades mecânicas do metal. Isto implica nas seguintes considerações num projeto: o projetista pode simplesmente aceitar as vantagens de uma peça mais forte ou ele pode projetar

uma peça menor sem sacrificar sua resistência e substituir materiais de custos mais baixos, produzindo peças de resistência com parável à original. O trabalho a frio amassa o metal e o torna mais resistente. As fibras seguem o contorno da peça, como na fi gura 3. As peças às vezes podem ser feitas menores sem ter que sacrificar sua resistência.

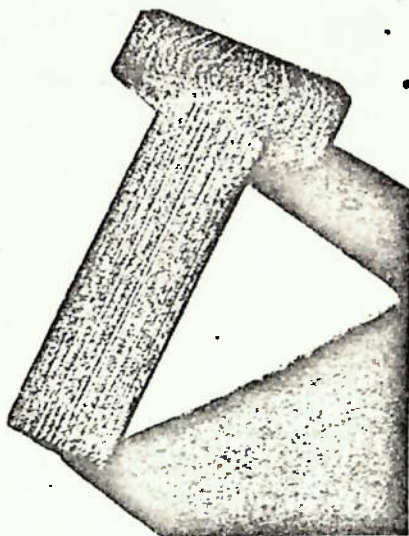


fig. 3.

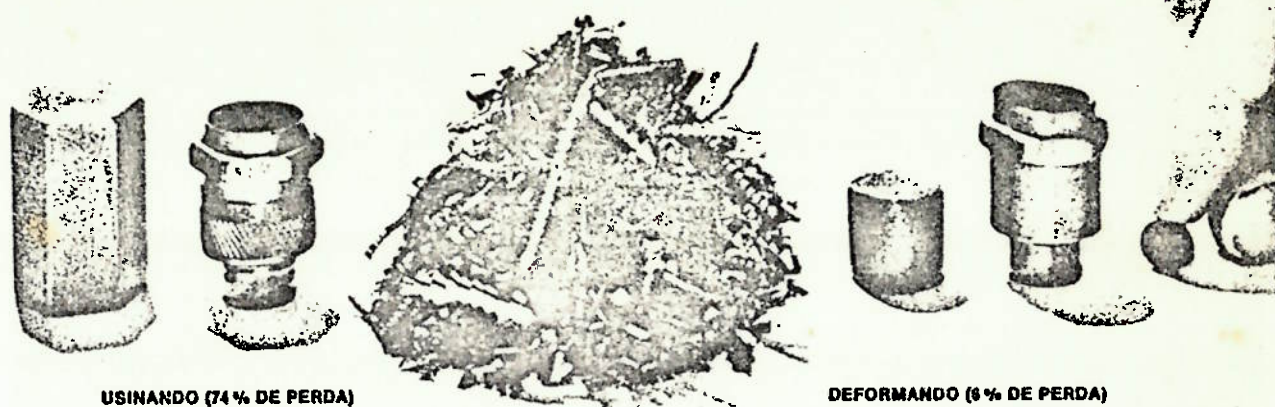
No fêcalque as fibras seguem o contorno da peça.
O aumento da resistência derivado do trabalho a frio, permite o emprego de peças menores. Em outros casos podemos utilizar matérias primas de menor custo devido as propriedades físicas melhores

Acabamento superficial: a deformação a frio produz bom acabamento superficial e boas tolerâncias dimensionais. Muitas peças deixam as deformadoras terminadas e prontas para serem usadas.

Economia: a soma destas considerações , adicionadas à redução damão de obra, oferece, através da deformação a frio, uma notável vantagem sobre a usinagem e forja a quente, como na figura 4.

d) Tendências:

Diversas tendências no desenvolvimento da deformação a frio terão forte influência em futuras aplicações. Peças mais complexas estão sendo deformadas. Antes, a deformação a frio



Deformando a frio a partir de bobinas, em uma só máquina, economiza dez vezes a matéria prima e produz corpos de vela de ignição dez vezes mais rapidamente do que o processo anterior. Além disso, a peça é 18 % mais forte.

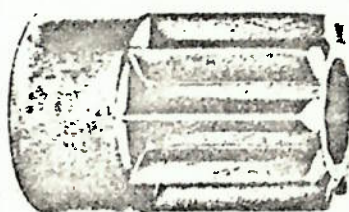
fig. 4.

tinha sua aplicação restringida à produção de cabeças de parafusos, hoje em dia é usada para a formação de engrenagens.

"Forja a morno" é outra tendência importante que resulta de uma maior complexidade de formatos e da necessidade do uso de aços com maior teor de carbono. "Morno" é qualquer temperatura situada entre a temperatura ambiente e a de transformação do metal (fig. 5).



Fechadura da porta de um carro.

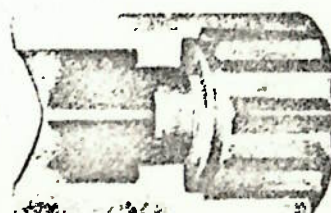


Corpo de engrenagem.



Rebite para a corrente da serra.

Incerto de fundição



Chave soquete de 12 pontas.

fig. 5.

Peças maiores estão sendo forjadas a frio. Uma das primeiras forjadas a frio foi o suporte da lâmpada do freio do automóvel, pesando poucas gramas. Hoje, certas peças são produzidas partindo de tarugos pesando acima de 10 kg. (por exemplo : componentes de munições, tais como cápsulas). Eixos de tração em automóveis são produzidos recalcando a quente uma extremidade e extrudando a outra. Os pesos variam de 5 a 10 kg.

e) Automatização:

A deformação a frio possui muitas vantagens na produção em série. O sucesso deste método se deve, em grande parte, ao desenvolvimento das deformadoras a frio que transportam a peça de uma matriz para outra.

A propósito, estas máquinas operam como se fossem linhas automáticas de produção, onde a matéria prima é introduzida saindo peças prontas e acabadas. Por exemplo, as modernas Boltmakers da National Machinery Co. combinam deformações em matrizes múltiplas, apontadora e rosqueadora, produzindo uma variedade de parafusos e peças especiais rosqueadas. A deformação em matrizes progressivas permite vários diâmetros em uma mesma peça, sendo que cada recalque pode deformar somente um certo volume de material. As várias matrizes permitem grandes encabeçamentos, passando por diversas operações de recalque e extrusão para acumular o volume necessário de material. A última estação recorta a cabeça ou o colar da peça. Após esta operação, a peça deixa a área das matrizes e é dirigida para a apontadora, que chanfra a extremidade. Em seguida, a rosca é rolada completando a peça. Sendo todas as estações operadas simultaneamente, a Boltmaker produz uma peça em cada golpe da máquina.

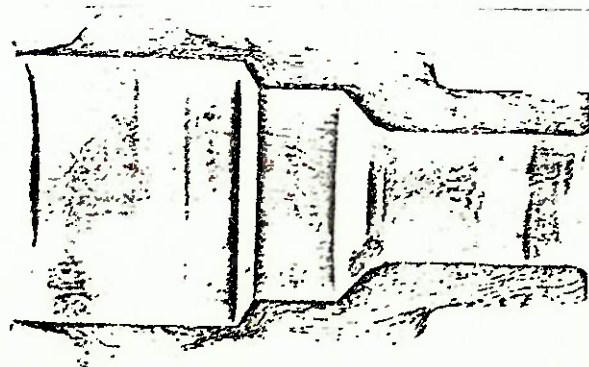
Roscas roladas a frio possuem várias vantagens sobre roscas torneadas, pois as tolerâncias podem ser mais justas e os filetes são 13% mais fortes. Isto é devido ao encruamento do metal e à continuidade das fibras.

f) Recalque e extrusão a frio:

Recalque a frio é um processo automático de alta velocidade, no qual material em forma de fio é cortado em um determinado comprimento e deformado a frio. Recalque a frio é também denominado de encabeçamento ou forja a frio.

A maioria das peças recalçadas a frio provém do arame. Isto permite o uso de material de baixo custo em quantidades suficientemente grandes para corridas contínuas e prolongadas. Muitos formatos diferentes podem ser obtidos por deformação a frio e quando combinados com outras técnicas, tais como extrusão, perfuração, recorte e rosqueamento, possibilitam muitos formatos e peças a serem produzidas. A mais ampla aplicação é o encabeçamento de parafusos.

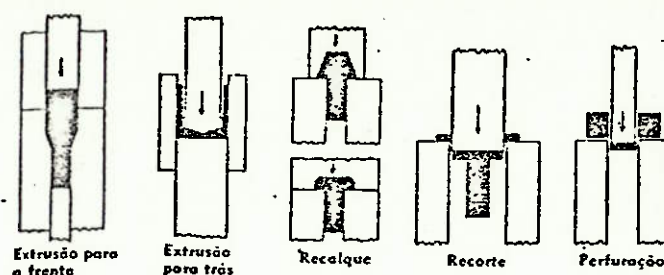
Deformação a frio melhora as propriedades físicas dos metais. O encruamento dá maior resistência aos materiais. As fibras acompanham o contorno da peça formada. Assim, certas peças podem ter as suas dimensões reduzidas sem sacrificar a resistência. Em outros casos, materiais de baixo custo podem ser usados. Muitas peças saem acabadas das deformadoras, prontas para serem usadas, outras requerem apenas algumas operações secundárias. As linhas das fibras da peça podem ser vistas na figura 6.



Corte de um corpo de vela de ignição indicando as linhas das fibras e a estrutura granular resultante da deformação a frio.

fig. 6.

Além do recalque, fabricantes de forjados a frio performam outras operações correlatas. Por exemplo, certas formas quadradas ou formatos especiais são, inicialmente, recalçadas e em seguida recortadas para o contorno desejado. Isto é feito por um punção de recortar dentro da própria máquina, tal como em uma recalcadora progressiva, ou em uma unidade separada chamada recortadora (fig. 7).



Cinco operações básicas da deformação a frio

fig. 7.

Tanto a extrusão como o recalque são freqüentemente executados no mesmo equipamento de deformação a frio. Em oposição ao recalque, a extrusão para frente reduz o diâmetro do material, aumentando seu comprimento. Extrusão para trás faz perfurações nas peças sem, no entanto, remover metal. Para isto, a matriz de extrusão confina a peça enquanto o punção penetra fazendo o metal escoar ao seu redor. A extrusão para trás é freqüentemente usada para peças em forma de copo e quando combinadas com perfuração produz peças praticamente sem perda de material. (fig. 8).

Peça típica produzida combinando a extrusão e o recalque em máquina de multi-matrizes. A extrusão reduz o diâmetro do material inicial ao mesmo tempo que aumenta seu comprimento, e o recalque aumenta o diâmetro, reduzindo o comprimento.

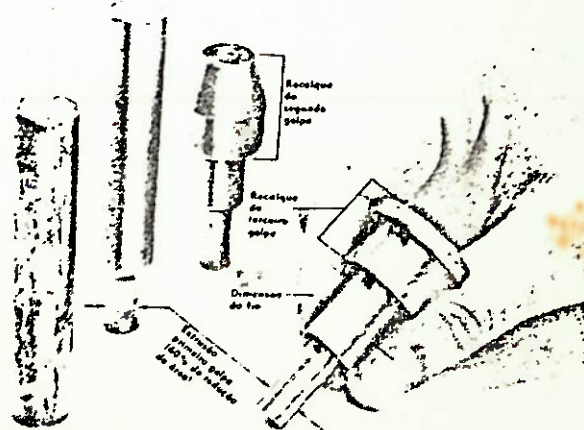


fig. 8.

Peças simétricas são as mais fáceis para serem deformadas a frio e as peças cilíndricas requerem somente que o mecanismo de transferência as mova de uma matriz para outra. Peças assimétricas requerem um posicionamento diante de cada estação, o que requer uma colaboração entre o engenheiro do produto e o projetista das matrizes.

Na deformação a frio tem-se normalmente melhor acabamento superficial. A extrusão, por exemplo, melhora a superfície de 10 para 100 micropolegadas. O recalque resulta em acabamento de alta qualidade quando a peça é confinada nas matrizes ou nas áreas que entram em contato com a ferramenta. O acabamento de alta qualidade demanda o uso de boa matéria prima.

Praticamente, a única limitação na precisão dimensional é o desgaste permissível das matrizes. Assim como em outros processos de engenharia e produção de ferramentas, a tolerância é uma questão econômica e não mecânica. Por exemplo, peças têm sido deformadas a frio com tolerâncias de 0,01 mm, através do uso de matrizes calibradoras, porém após prolongado uso, estas se desgastam e as peças saem fora da tolerância.

Apesar das grandes dimensões de peças que podem ser produzidas, a maioria das extrudadas pesa menos de 3 kg. com diâmetros até 90 mm e comprimentos até 370 mm. Este comprimento se deve a um desenvolvimento recente, pois até há poucos anos atrás as limitações se situavam em torno de 130 a 180 mm. Cerca de 50% das peças extrudadas hoje não eram consideradas extrudáveis há cinco anos atrás.

g) Escolha da matéria prima:

Os materiais usados na deformação a frio variam desde ligas de alumínio até aços de médio teor de carbono. Em geral, os metais dúteis são os mais adequados para o recalque a frio pois escoam melhor resultando em menos desgaste das matrizes. Entretanto, se materiais menos dúteis são necessários, seu uso causa-

rá custo maior de ferramentas. Além dos aços carbono, aços de cromo e inoxidáveis de níquel-cromo são deformados a frio em grande quantidade. A maioria dos não ferrosos - cobre, latão, níquel, prata, "monel", etc., podem ser recalcados com sucesso. Alumínio e suas ligas podem ser recalcados facilmente e estão cada vez mais em uso. Prata, platina e ouro são freqüentemente especificados para instrumentação e joalheria. Rebites de titânio têm sido deformados em escala comercial, partindo do fio embobinado.

A formabilidade de cada metal depende de sua resistência, e da sua resistência a ser deformado. Dois termos importantes para serem memorizados: resistência ao escoamento e à ruptura. Resistência ao escoamento é o ponto em que o material se deforma permanentemente. Resistência à ruptura é o ponto em que o material se rompe. A faixa entre esses dois pontos é muito importante para a deformação a frio. A deformação plástica ocorre quando a força aplicada excede o ponto de escoamento.

A medida em que o metal é deformado, sua resistência aumenta e ele encrua. Encruamento eleva o ponto de escoamento aproximando-o do ponto de ruptura, estreitando a faixa de formabilidade. Dependendo da composição do material, esta faixa se torna tão estreita que qualquer deformação adicional pode fraturar o metal. O encruamento é parcialmente responsável pela alta resistência das peças formadas a frio, porém também resulta num conseqüente aumento no esforço do ferramental. Cerca de 100 libras por polegada quadrada é geralmente uma tensão considerada máxima para formar peças típicas com vida satisfatória das ferramentas, tolerâncias aceitáveis e produção econômica.

O aumento de carbono e de ligas nos aços diminui sua formabilidade. Aços de baixo teor de carbono (até 0,2% de carbono) são os mais comumente usados. Sua resistência aumenta substancialmente com a deformação a frio. Aços de médio teor de carbono (até 0,45%) que reagem a um tratamento térmico, ainda são relativamente fáceis de serem formados. Acima deste ponto sua recalabilidade diminui.

Estes aços de alto carbono e algumas ligas de aços inoxidáveis são um desafio à técnica da deformação de metal. Um desgaste mais rápido do ferramental pode ser antecipado. Para facilitar o recalque de peças como parafusos com cabeças tipo Phillips, o arame pode ser aquecido ao entrar na recalçadora. Isto é chamado de forja a morno. A temperatura reduz a tensão de escoamento e a de ruptura, permitindo um recalque mais fácil.

Boron é um aditivo ideal para aços forjáveis a frio. Não influencia na deformação, mas tem uma marcante influência no tratamento térmico. Quando se adiciona boron e se aumenta ligeiramente o teor de manganês em um aço tal como SAE 1022, sua tendência para endurecimento aumenta consideravelmente. Isto permite a substituição de aços carbono (por exemplo, 1035, 1040, 1045), por aços de boron com baixos teores de carbono, pois o boron recupera a dureza perdida pela redução do carbono. O aumento de manganês é a maneira mais econômica para elevar a dureza quando não se considera a deformação a frio. Um teor de 1,1 a 1,4% de manganês combinado com baixo teor de carbono pode ser usado em certas aplicações de extrusões para frente não muito severas. À medida que as deformações se tornam mais difíceis, e particularmente com extrusões para trás, um teor mais baixo de manganês é desejável. Percentagens de manganês encontradas nos aços carbono 1024, 1027, 1036, 1041, 1340 não cooperam com a deformação a frio, mesmo quando recosidos, e devem ser evitados sempre que possível.

Para favorecer as propriedades de formabilidade dos aços, deve-se manter ao mínimo o seu teor de liga. Por exemplo, quando a U. S. Steel desenvolveu aços especialmente para a deformação a frio, tais como 50B35 e 41B53 (aços de médio carbono), a idéia foi de manter ao mínimo a percentagem de todos os elementos de liga. O níquel e, em muitos casos o manganês foi reduzido a 0,4 - 0,6%. Para obter a dureza necessária, a U. S. Steel utilizou o efeito sinérgico - usou pequenas quantidades de muitos elementos ao invés de grandes quantidades de um só elemento.

CAPÍTULO VI

DESCRIÇÃO OPERACIONAL DE UMA DEFORMADORA A FRIO

a) Introdução:

Partindo de uma bobina de fio máquina, essas recalco-
ras são capazes de extrusão confinada, recalcar, encabeçar, ex-
trudar para trás, rebarbar ou puncionar formas mais complexas do
que as formas obtidas por meio das encabeçadoras de duas matri-
zes, tais como o encabeçamento de pequenos pinos, que muitas ve-
zes cria problemas.

A extrusão confinada (também chamada de extrusão for-
çada ou para a frente) é feita através do confinamento de um
"blank" dentro de uma matriz, forçando-o a entrar em uma matriz
de diâmetro menor que o do arame, como mostrado na figura 1. A
extrusão para trás é feita utilizando-se um punção angular para
aplicar uma pressão no "blank" confinado, forçando o metal a
fluir ao longo do perímetro externo do punção (figura 2).

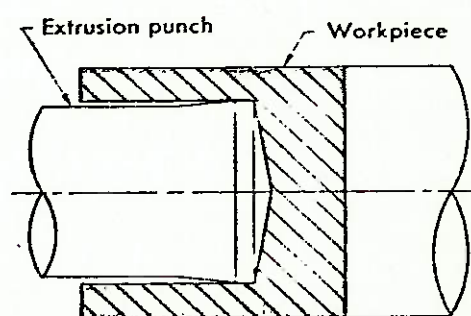
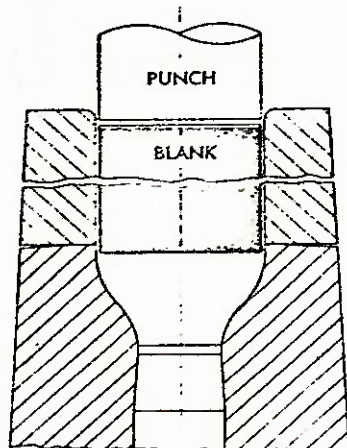


fig. 1. Extrusão p/ frente. fig. 2. Extrusão p/ trás.

O manuseio de materiais e as operações de forjamento
dessas máquinas estão mostradas na figura 3.

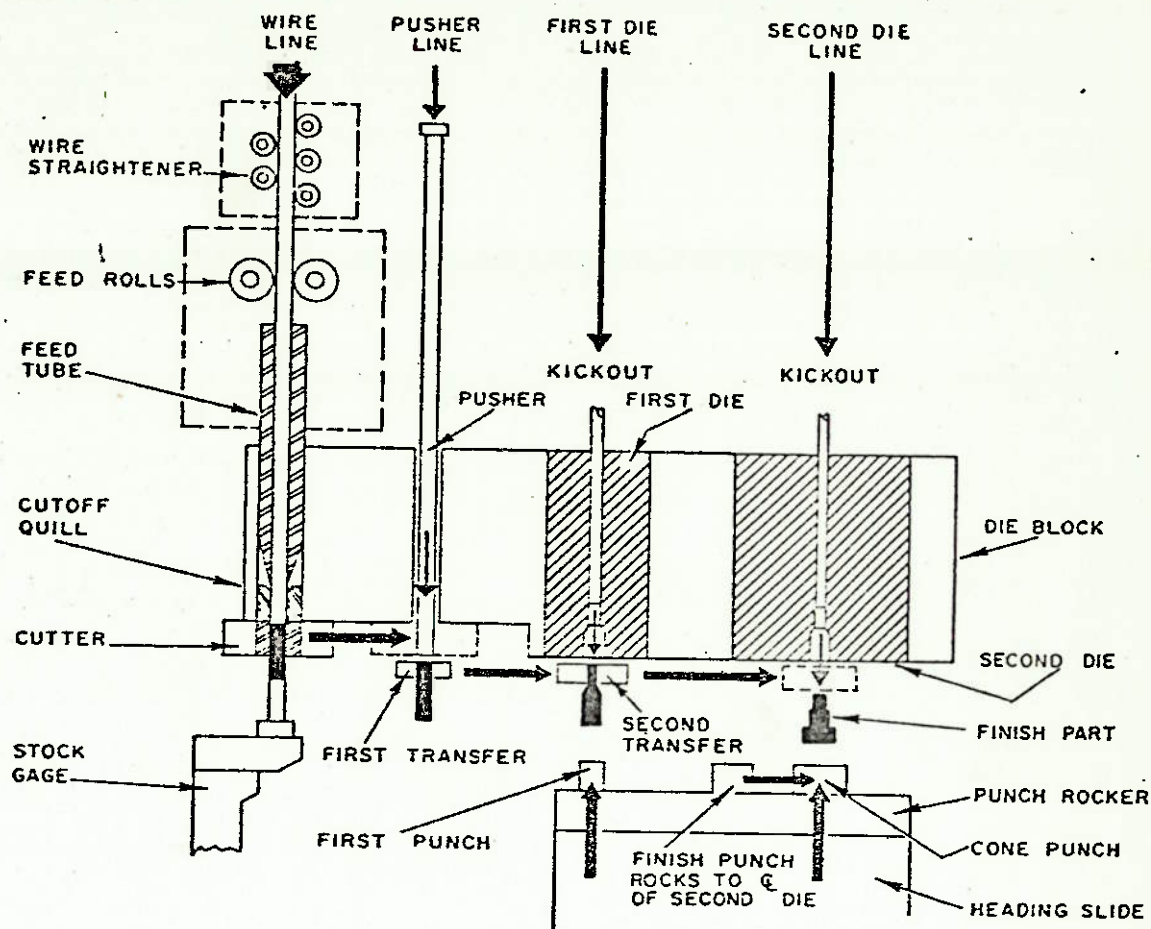


fig. 3. Manipulação de materiais e operações de forja.

A recalçadora inclui:

- um bastidor de liga de aço tratado térmicamente para altas tensões, máxima rigidez e mínima superfície de apoio;
- um acionamento à manivela do cabeçote corredeiro que suporta os três punções. A grande área de apoio da biela e o eixo de manivela assegura uma vida longa e sem problemas de operação;
- um sistema de lubrificação sob pressão que regenera, filtra e recircula o óleo sob pressão. O óleo flui constantemente para os mancais principais, e um fornecimento apropriado de óleo lubrifica os demais rolamentos;
- um sistema separado de lubrificação das matrizes que supre o óleo de extrusão, sob pressão, à ferramenta;

- dispositivos de segurança, que interrompem o funcionamento da máquina, numa eventual queda de pressão do ar comprimido ou do óleo, ou na interrupção na transferência da peça de uma matriz a outra, ou no final da bobina de alimentação de arame;

- um freio a disco que opera por meio de um pedal, de um quadro de comando, ou de um sistema de acionamento automático.

b) Operação em uma recalçadora de três golpes e duas matrizes:

Rolos de alimentação empurram o arame através de uma en direitadeira situada na frente da máquina, e o conduz ao longo de sua linha de centro para o cortador que cisalha o material, deixando-o no comprimento certo (fig. 3 e fig. 4).



fig. 4. Transferência do blank do cortador p/a 1^a matriz.

O impulsor move o "blank" para dentro de um par de pinças mecânicas, que o transfere à primeira matriz da máquina (ver figuras 3 e 4). Após o mecanismo de transferência ter alinhado o "blank" com a primeira matriz, o primeiro punção avança e força-o para dentro da matriz. Um punção e uma matriz de extrusão são geralmente usados na primeira operação da máquina. Na figura 5, vemos à esquerda o tarugo inicial, e imediatamente à direita, o "blank" logo após a primeira extrusão. Um suporte opcional do primeiro punção é disponível para o punção de recalque se esta operação é requerida, ao invés de uma extrusão usual.

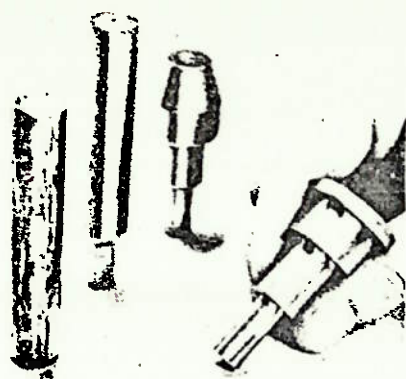


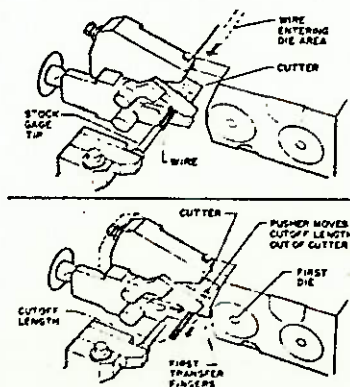
fig. 5. Resultados da sequência de operações da recalcadora.

Um expulsor empurra a peça de trabalho fora da matriz e para dentro de um segundo mecanismo de pinças, a fim de transferi-lo para a segunda matriz, como mostram as figuras 3 e 4.

Na segunda matriz, a peça recebe dois golpes de encabeçamento, para a formação do cone e do acabamento final, e é expulsa da matriz, indo cair em uma rampa de descarga (ver fig. 3). O cone e a peça acabada são mostrados na figura 5.

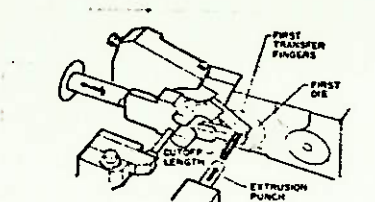
Duas operações ocorrem durante cada avanço da máquina: o corte do "blank" e o encabeçamento final tomam lugar em um ciclo (chamado avanço de acabamento), e o golpe na primeira matriz com a formação do cone ocorre no ciclo subsequente (chamado avanço de cone). Cada passo da sequência de operações está descrita e ilustrada na figura 6.

fig. 6. Seqüência de operações na encabeçadora de três golpes e duas matrizes.

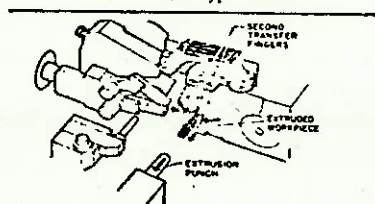


O arame entra na área da matriz, passa através do cortador, e move-se em direção ao limitador de curso.

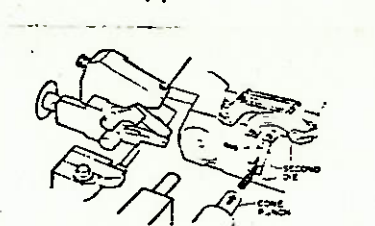
O cortador cisalha o blank e o empurra em direção à pinça de transferência. O impulsionador move o blank fora do cortador.



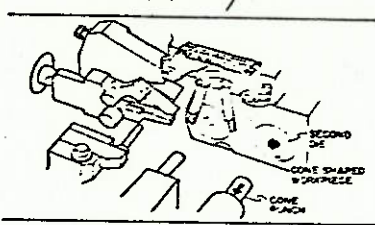
A primeira pinça de transferência move o blank e o posiciona com a linha de centro da primeira matriz. A operação é feita com o punção empurrando o blank para dentro da primeira matriz.



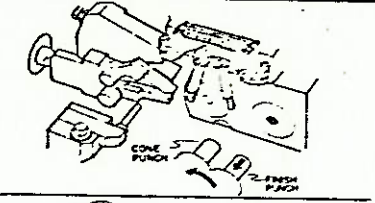
O punção de extrusão completa seu curso e retorna à sua posição inicial. A segunda pinça de transferência fecha-se sobre a peça extrudada e a retira da primeira matriz.



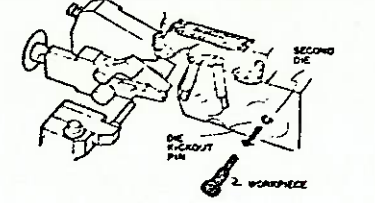
A segunda pinça move a peça de trabalho para a segunda matriz. O punção de cone aproxima-se então da peça e força a para o recalque do cone.



Após o golpe de recalque do cone, o punção retorna. A peça de trabalho permanece dentro da segunda matriz.



O punção do cone e o punção de acabamento trocam de posição, e o segundo golpeia o blank.



O pino de extração retira a peça de trabalho da segunda matriz.

c) Características especiais:

Várias características incomuns desta recalçadora de três golpes e duas matrizes abrem possibilidades para forjamento a frio de uma grande variedade de produtos. A figura 7 mostra uma série típica de peças, recalçadas a frio. O uso de suportes dos punções ajustáveis individualmente nos processos de encabeçamento facilitam a produção de peças com cabeças escalonadas de precisão como a peça 3 da figura 7.

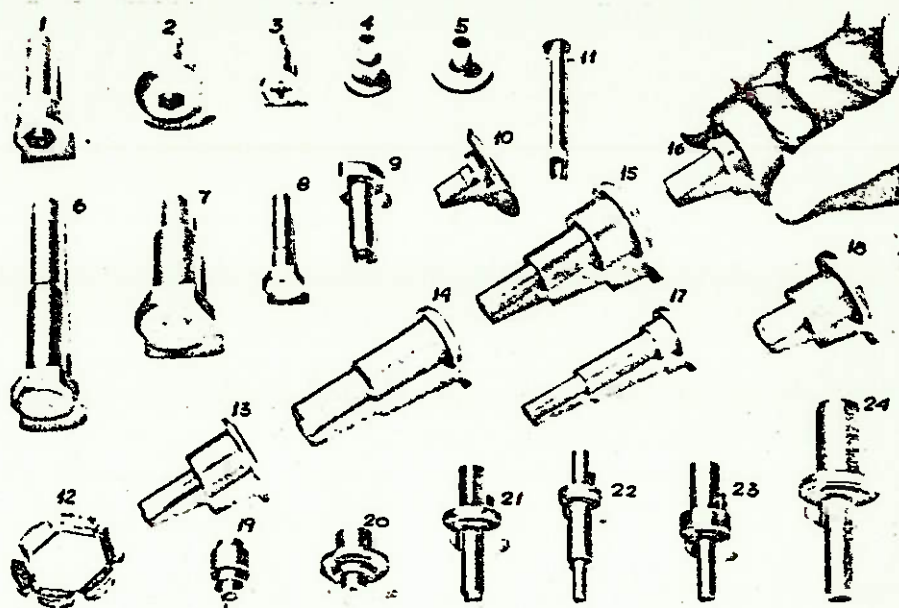


fig. 7. Produtos típicos feitos nas recalçadoras de três golpes e duas matrizes.

A extrusão para trás, usando um extrator nos punções para retirar a peça do punção de extrusão, permite fabricar peças como os soquetes das cabeças dos parafusos 1 e 2 da fig. 7.

A operação de rebarba mostrada na figura 8 possibilita a extrusão, recalque, encabeçamento e rebarba em somente duas matrizes. Assim, podemos fazer peças como a 6, 7, 8 e 9 da figura 7.

Extratores nos punções permitem a deformação entre dois e três puncionamentos, como as peças 19, 20, 21, 22, 23 e 24 da figura 7.

Combinando a extrusão confinada e o encabeçamento, pode-se formar grandes cabeças, como as peças 16, 17 e 18 da fig. 7.

Os extratores permitem a extrusão para trás de peças semi-tubulares, tais como os rebites 4, 5 e 11 da figura 7.

Extrudando na primeira matriz e aplicando extratores na segunda, produzimos peças com cantos vivos e ressaltos, como a 10, 14, 15 e 16 da figura 7.

O primeiro golpe na segunda matriz forma um ressalto apropriado para a operação de rebarba.

O mecanismo de expulsão permite ao pino extrator retornar, assegurando o assentamento da cabeça contra a face da matriz.

A ferramenta de rebarba corta 0.02" da espessura total da cabeça.

O extrator da rebarbadora empurra a peça para o interior da ferramenta, até um pequeno curso.

Isto completa a operação de rebarba por cisalhamento.

O extrator da rebarbadora atua por meio de um mecanismo especial.

Assim que a ferramenta move-se para fora da matriz, o punção extrator expulsa a cabeça para fora da ferramenta.

A peça é retida na matriz.

O curso normal de expulsão extrai a peça rebarbada da matriz.

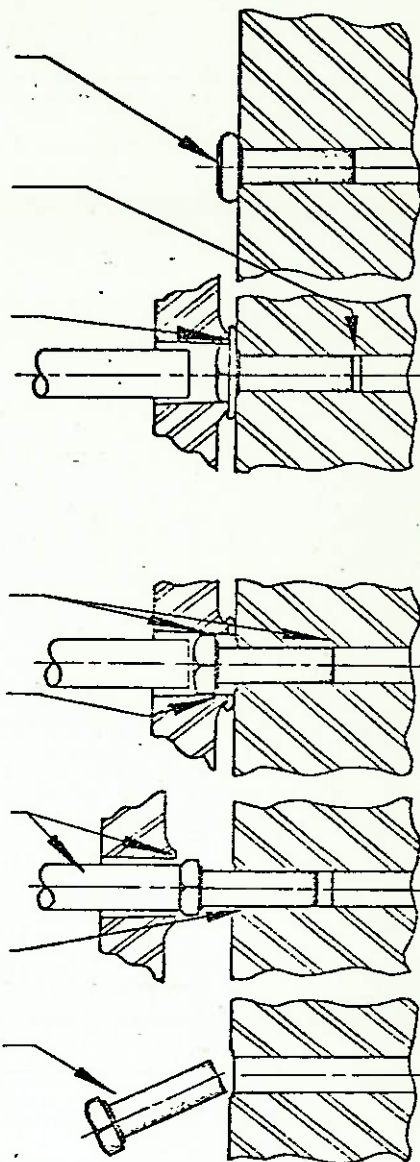


fig. 8. Passos da operação de rebarba.

CAPÍTULO VII

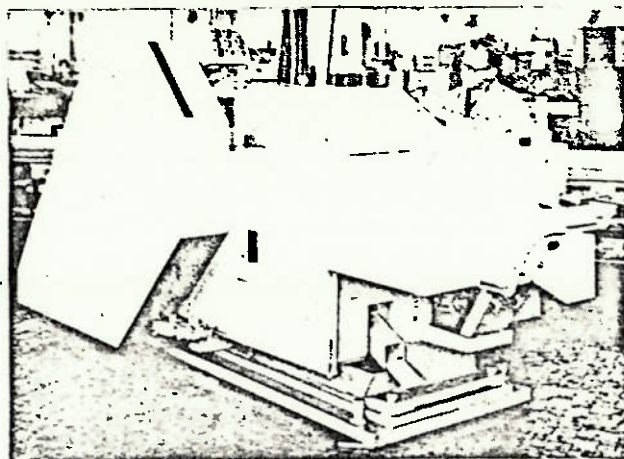
TIPOS DE MÁQUINAS UTILIZADAS

Recalcadoras e formadoras são termos comuns para denominar máquinas de recalcar, embora esses nomes não sejam bem descritivos. A natureza das operações a efetuar exige máquinas robustas, mas algumas são pequenas (com peso de aproximadamente 1200 quilos), e outras são grandes (aproximadamente 225 mil quilos) dentro de uma ampla gama de capacidades. Desde que somente certa quantidade de material pode ser formada em um só golpe, geralmente se utiliza o número de matrizes e a capacidade em diâmetro do fio máquina, para designar as máquinas. A maioria das máquinas contam com meios para a alimentação do fio máquina, corte, transferência das peças e expulsão.

As RECALCADORAS DE UM SÓ GOLPE têm uma matriz e um punção. Elas são usadas para fazer peças simples que podem ser formadas com um só golpe. As recalcadoras de esferas são uma variação deste tipo de máquina. As velocidades de produção de tais máquinas alcançam até 600 peças por minuto.

As RECALCADORAS DE DUPLO GOLPE, tais como a máquina de 10 mm ilustrada na figura 1, tem uma matriz e dois punções. Se efetuam dois golpes em uma matriz sobre cada peça. O primeiro punção entra em contato com a peça e ao retroceder, a placa oscilante posiciona o punção de acabamento para o segundo golpe. Este é o tipo de máquina mais popular para a produção de parafusos e similares. A capacidade em tamanho chega até 20 mm e as velocidades variam até 450 peças por minuto. Algumas recalcadoras de rebites são de golpe duplo, com mecanismos especialmente desenhados para encabeçar e extrudar as peças.

As RECALCADORAS DE TRÊS GOLPES E DUAS MATRIZES, como a máquina ilustrada na figura 2, têm duas matrizes e três punções. Do mesmo projeto básico das recalcadoras de duplo golpe, estas máquinas proporcionam a vantagem adicional de extrudar ou recalcar na primeira matriz antes do duplo golpe de enca-



A recalcadora de duplo golpe com capacidade para trabalhar material até 10 mm de diâmetro, tem uma matriz e dois punções. Primeiro um punção de recalcar ou de fazer um cone forma cada peça. Depois, um punção de acabar se posiciona para o segundo golpe.

fig. 1.



A recalcadora de três golpes e duas matrizes tem duas matrizes e três punções.

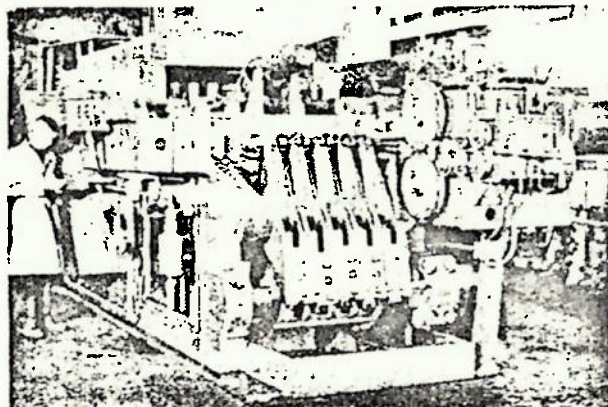
A extrusão ou o recalque podem ser efetuadas na primeira matriz antes de duplo golpe de encabeçar ou encabeçar e rebarbar na segunda matriz. São produzidas peças com cabeças grandes e hastes curtas.

fig. 2.

beçamento ou de encabeçar e rebarbar na segunda matriz. Tais máquinas são utilizadas para produzir peças especiais de cabeça grande e pequena haste, combinando a extrusão confinada e o recalque em somente uma recalcadora. Também são adequadas para fazer peças de diâmetros escalonados naquelas em que a transferência entre matrizes seria difícil.

As RECALCADORAS PROGRESSIVAS, ou do tipo "transfer", (fig. 3) são máquinas de multi estações com duas a cinco matrizes e um número igual de punções. Um simples mecanismo de transferência move as peças desde o cortador ao longo das sucessivas matrizes. Golpes múltiplos de recalque juntamente com as operações combinadas de extrusão, puncionamento e rebarba, fazem

destas máquinas versáteis, as ideais para peças de haste longa. As capacidades alcançam até materiais de 25,4 mm (1") de diâmetro e peças de até 230 mm (9") de comprimento abaixo da cabeça.



Recalcadoras progressivas ou do tipo -transfer- de cinco punções e matrizes.

Golpes múltiplos de recalques em combinação com operações de extrusão, punçõamento e rebarba fazem destas máquinas versáteis as ideais para peças de haste longa e para trabalhos especiais.

fig. 3.

As BOLTMAKERS são recalcadoras de três ou quatro matrizes que combinam o encabeçamento, rebarbamento, ponteamento e rosqueamento em uma só máquina. Elas são largamente usadas para a fabricação de parafusos de cabeça hexagonal e com sextavado interno inteiramente acabados, e sua versatilidade permite produzir uma grande variedade de peças especiais rosqueadas. Suas capacidades alcançam materiais de até 31,7 mm (1 ¹/₄") de diâmetro e as produções variam até 300 peças por minuto.

As FORMADORAS DE PORCAS A FRIO são máquinas de cinco matrizes especialmente projetadas para produzir porcas normais e especiais. Um simples mecanismo de transferência gira as peças entre as sucessivas matrizes, como mostrado na figura 4. Isto permite trabalhar o metal em ambos os lados para produzir porcas de alta qualidade com cantos vivos e com um mínimo de desperdício. Suas capacidades alcançam porcas de até 25,4 mm (1") e maiores.

As FORMADORAS A FRIO contam com quatro, cinco ou seis



A formadora de porcas a frio tem um mecanismo de transferência que gira as peças entre as sucessivas matrizes permitindo que o metal seja trabalhado em ambos os lados produzindo porcas de alta qualidade, com cantos vivos e, um mínimo de desperdício.

fig. 4.

matrizes e uma grande variedade de mecanismos transferidores que aumentam sua versatilidade. Nestas máquinas podemos combinar todas as operações de formação para produzir peças de formato pouco comum. Elas podem ser preparadas para serem alimentadas por fio máquina, barras ou peças pré-formadas e são capazes de formar metal a frio ou a quente. As formadoras grandes podem trabalhar com material de até 50 mm (2") de diâmetro ou maiores.

CAPÍTULO VIII

NORMAS PARA O RECALQUE

O recalque é conseguido inserindo um metal de um certo comprimento em uma matriz fixa (fig 1). O furo da matriz é feito com poucos centésimos de milímetros maior do que o diâmetro externo do metal. Um punção se move na direção da matriz e entra em contato com o metal que sobressai da matriz. Ao continuar avançando, o punção recalca o metal.

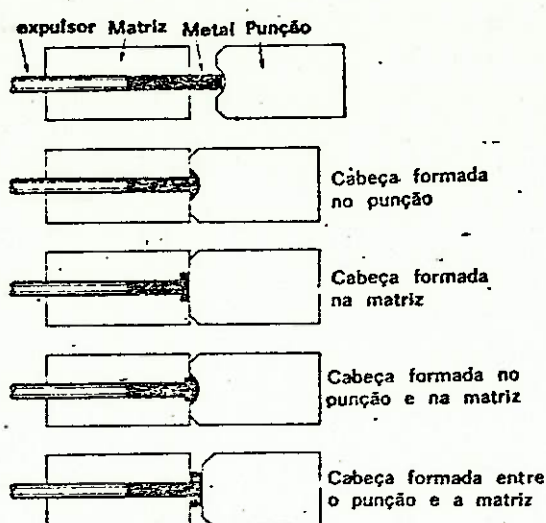


fig. 1.

Ao recalcar, o punção se move em direção à matriz, fixa e forma a parte do metal que sobressai daquela. Alguns peças se formam no punção, outras na matriz, outras ainda no punção e na matriz

A forma do recalque é determinada pelas impressões no punção ou na matriz (ou em ambos). Algumas peças são recalçadas no punção, outras na matriz, algumas no punção e na matriz e outras no ar entre o punção e a matriz. No momento do contato entre o punção e o metal, a parte do corpo a ser recalçada fica fora da matriz sem ser suportada nem pela matriz, nem pelo punção. Se este comprimento for muito grande, ocorre a flambagem, em vez do recalque uniforme. O comprimento máximo que pode ser recalçado sem dobras é expresso em múltiplos do diâmetro. Por exemplo, se o metal tem 12,7 mm de diâmetro e sobressai da matriz de 25,4 mm, tem dois diâmetros de comprimento não suportado.

Em geral pode-se recalcar até $2\frac{1}{4}$ a $2\frac{1}{2}$ diâmetros com um só golpe. Se este volume de material não for suficiente para formar o recalque requerido, podem ser dados dois ou mais golpes. Uma outra regra geral é que podemos recalcar aproximadamente $4\frac{1}{2}$ diâmetros com dois golpes. Entretanto, quando se usa um punção deslizante para suportar parte do metal durante o recalque, pode-se recalcar até aproximadamente $6\frac{1}{2}$ diâmetros com dois golpes.

Em máquinas de matrizes múltiplas, o número de diâmetros que pode-se recalcar vem limitado pelo número de golpes disponíveis. Normalmente se pode recalcar uma média de dois diâmetros por golpe. Portanto, nestas máquinas se pode recalcar 4 diâmetros em 2 golpes, 6 diâmetros em 3 golpes, etc. Usando um punção deslizante para o primeiro golpe, pode-se conseguir volumes maiores com menos golpes, permitindo assim a realização de outras operações de formação ou rebarba nas matrizes restantes. Podemos ver na fig. 2 a sequência de operações para o encabeçamento e a rebarba do parafuso em uma Boltmaker de quatro matrizes.



fig. 2.

Sequências de operações de recalque e rebarba de parafusos em uma BOLTMAKER de 4 matrizes.

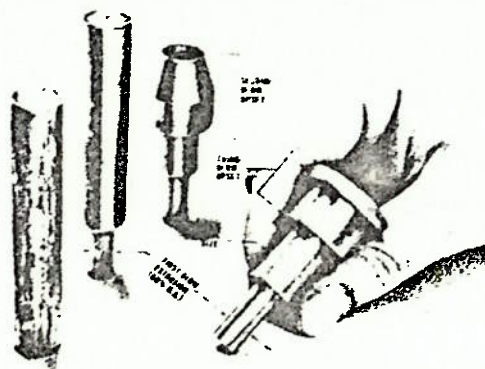
Estas máquinas são extensivamente utilizadas para a produção de parafusos de cabeça hexagonal e com sextavado interno inteiramente acabados iniciando de material de até $3\frac{1}{2}$ de diâmetro.

a) Recalque combinado com extrusão:

As máquinas de matrizes múltiplas combinam frequentemente o recalque com a extrusão para formar peças de cabeça grande e corpo pequeno. Ao contrário do recalque, a extrusão reduz o diâmetro do material inicial aumentando seu comprimento. A redução do diâmetro é expressa em redução percentual de área.

Para reduções de área de 30 a 40% ou mais, se confina totalmente o metal dentro da matriz antes da extrusão. Reduções menores podem geralmente ser feitas sem confinamento, dependendo do material. Reduções de área superior a 90% foram conseguidas por meio deste tipo de extrusão e com certos tipos de materiais.

A razão de se tratar da extrusão num artigo sobre recalque é que as peças obtidas pela combinação de ambos os processos podem ter hastes com seis, ou dez ou mais diâmetros diferentes. Uma peça típica produzida desta forma é ilustrada na figura 3.



Peça típica produzida combinando a extrusão e o recalque em uma máquina de multi-matrizes.

A extrusão reduz o diâmetro do material inicial ao mesmo tempo que aumenta seu comprimento e o recalque aumenta o diâmetro reduzindo o comprimento.

Second-blow recalque do segundo golpe Third blow recalque do terceiro golpe Wire size dimensão do fio máquina First-blow extrusion (60% R. A.) Extrusão no primeiro golpe (60% de redução de área)

fig. 3.

Desde que a extrusão e o encabeçamento são operações distintas, cada uma delas com suas próprias limitações, as máximas de formações devem ser calculadas separadamente. Partindo do material de diâmetro maior do que o requerido pelo corpo, e então extrudando a haste e finalmente recalcando a cabeça pode se obter uns máximos, tanto para extrusão como para o recalque, baseando-se nas di-

mensões do material inicial. Por exemplo, um material de 12,7 mm de diâmetro extrudado para uma redução de área de 80% e logo recalcado a 6 diâmetros da dimensão do material inicial, dá como resultado um recalque de 70 diâmetros da dimensão final da haste.

b) Volume requerido para os recalques:

O volume para os recalques cilíndricos, em múltiplos de diâmetro do material, pode ser calculado com a fórmula dada na figura 4. Um ábaco, fig. 5, também pode ser utilizado para determinar o número de diâmetros no recalque cilíndrico.

Um terceiro método para se calcular o número de diâmetros é pelo peso por unidade de comprimento. A tabela anexa (tabela 1), dá os pesos por unidades de comprimento do fio máquina de aço que pode ser usada com a seguinte fórmula:

$$h = \frac{W_D \cdot H}{W_d \cdot d}$$

Um exemplo deste método é dado na fig. 6. O peso W_D para o diâmetro 0,625" é 0,08694 que se encontra baixando pela coluna do 0,600 até a fila correspondente à 0,025. O peso W_d para o diâmetro 0,312", de forma semelhante (baixando pela coluna de 0,300 até a fila de 0,012), nos dá um valor de 0,02167. Substituindo-se estes valores na fórmula se encontra o valor de 3 diâmetros para o recalque.

Fig. 4 — O volume de material necessário para formar recalques cilíndricos expresso-se, geralmente, em múltiplos do diâmetro d do material, e pode ser calculado pela fórmula, onde D é o diâmetro final e H a altura do recalque h expresso em diâmetros (ou $\frac{h}{d} = \frac{H R^2}{d^3}$)

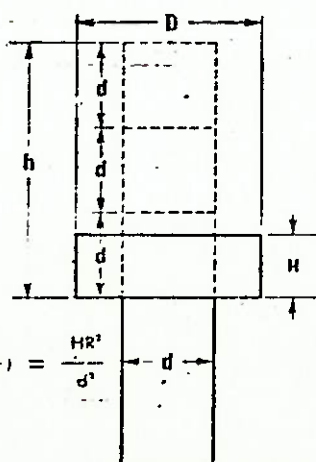
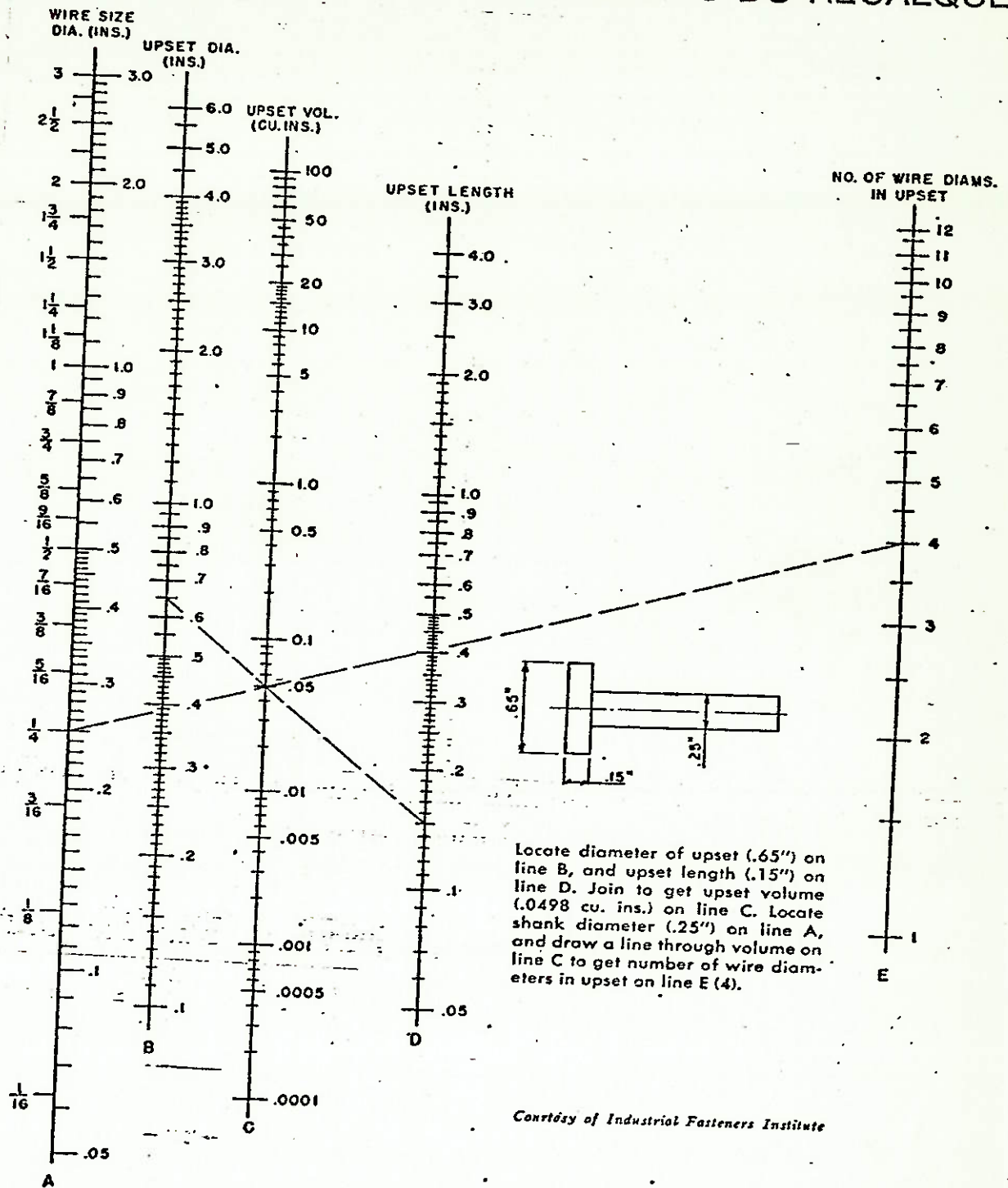


fig. 4.

ÁBACO PARA O DIMENSIONAMENTO DO RECALQUE

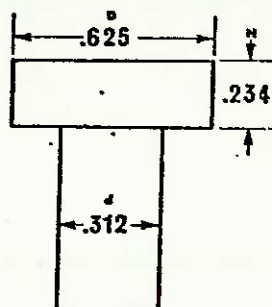


Esse ábaco pode ser usado para achar o comprimento do fio máquina necessário para formar um recalque cilíndrico. Um exemplo é ilustrado abaixo.

Localize o diâmetro do recalque (.65") na linha B, o e o comprimento do recalque (.15") na linha D. Una esses dois pontos para obter o volume do recalque (.0498 pol³) na linha C. Localize o diâmetro do fio-corpo (.25") na linha A, e trace esse ponto ao ponto achado na linha C, prolongando até a linha E, para ter o número de vezes o diâmetro do fio máquina no recalque (4).

Wire size Dia (INS.) = Diâmetro do fio (POL.); Upset dia (INS.) = Diâmetro do recalque (POL.); Upset vol. (CU. INS.) = Volume do recalque (POL.); Upset length (INS.) = Comprimento do recalque (POL.); No. of wire diams. in upset = N^o de vezes o diâmetro do fio no recalque.

fig. 5.



$$\frac{W_p H}{W_d d} = \frac{.08694 \times .234}{.02167 \times .312} = 3.0 \text{ dia's.}$$

Exemplo de um outro método de calcular o número de diâmetros necessários para formar um recalque cilíndrico, usando o peso por unidade de comprimento do fio máquina.

fig. 6.

Este mesmo método do peso pode ser usado para determinar o número de diâmetros em cabeças com formas complicadas. Primeiramente, deve-se pesar com precisão uma peça de amostra. Depois se acha o peso da haste procurando o diâmetro na tabela e multiplicando este peso unitário pelo comprimento da haste. Este peso da haste é diminuído do peso da peça, restando desta forma o peso da cabeça, ou seja, o valor $W_D \cdot H$ da fórmula. Dividindo-se por $W_d \cdot d$ se obtém o número de diâmetros na cabeça.

c) Diâmetros máximos de recalque:

Ao encabeçar a frio aço de baixo teor de carbono, existem algumas limitações relacionadas com a possibilidade de deformar o material sem parti-lo ou produzir rachaduras. Na figura 7 são mostrados os limites dos diâmetros máximos geralmente aceitos.

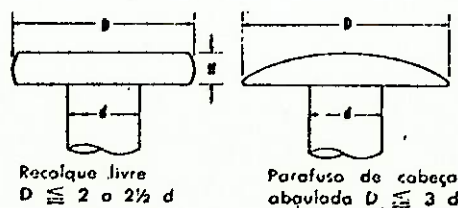


fig. 7.

— No recalque livre de aço de baixo teor de carbono entre a matriz e o punção, o diâmetro da cabeça não deve ultrapassar de, aprox., 2,5 vezes o diâmetro do fio-máquina

Nos recalques livres entre a matriz e o punção, não se confina o metal nos lados de peça a ser recalçada. Nestas condições o máximo de recalque é de aproximadamente 2,5 vezes o diâmetro do material. Nos recalques onde o metal é sustentado ou controlado pelas paredes do punção (o que tende a manter unido o metal), o máximo de recalque é de aproximadamente, 3 vezes o diâmetro do material. O recalque máximo também depende da qualidade do material. Existem exemplos de recalques de 4 vezes o diâmetro do material.

A quantidade de recalque, em alguns casos, é expressa em porcentagem da redução de altura. Por exemplo, o recalque de cabeças de parafusos tem uma redução de 50 a 60% na altura. A porcentagem de redução na altura pode ser calculada da seguinte forma:

$$\frac{L - H}{L} \times 100$$

onde: L = comprimento do material a recalcar.

H = altura do recalque final.

d) Materiais para o recalque:

As especificações dos materiais para as diversas peças se determinam geralmente de acordo com as exigências da sua utilização final. Desde que o trabalho a frio aumenta a resistência e melhora as propriedades físicas dos metais, os resultados finais são similares e frequentemente superiores ao das peças feitas por outros processos de fabricação.

Os materiais encabeçados a frio vão desde ligas de alumínio até aços com médio carbono. Aços inoxidáveis, ligas de cobre e níquel também podem ser formados a frio. Os aços inoxidáveis com médio e alto teor de carbono e os aços liga, assim como os materiais exóticos, podem ser formados, mas às vezes podem requerer equipamentos e técnicas especiais que vão sendo cada dia mais correntes à medida que avança a tecnologia de formar o metal.

e) A gama de formabilidade:

A formabilidade de qualquer metal depende de sua resistência a ser deformado. O limite elástico de um metal é o ponto onde o metal inicia a sua deformação permanente. A resistência à tração é o ponto em que o metal se parte ou desintegra. A fluência plástica ocorre quando a força aplicada supera o limite elástico. Entretanto, se o metal é submetido a uma força além da sua resistência à tração, ele se parte, fissura ou rompe. A gama de formabilidade se encontra portanto entre o limite elástico e a resistência à tração do metal.

A resistência à tração (resistência final baseada na seção inicial) que aparece na maioria dos manuais, difere da resistência "real" à tração (carga aplicada dividida pela seção transversal da peça no momento da ruptura). São estas resistências "reais" à tração que devem ser consideradas na formação ou no recalque. Quando um metal está submetido à uma carga de compressão, a pressão radial resultante, no interior do mesmo, faz com que as fibras circunferenciais fiquem sob tensão. Isto pode ocasionar a separação das fibras em seus pontos mais fracos, resultando em fissuras na cabeça. Esta situação não deve ser confundida com as fissuras produzidas pelo cisalhamento que são a um ângulo de 45° na direção da carga aplicada.

Ao ser trabalhado um metal a frio, ele se encrua devido à reorganização da sua microestrutura. Este encruamento, resultante de uma série de operações, aumenta o limite elástico mais rapidamente do que a resistência à tração, o que estreita a gama de formabilidade. Dependendo da composição do material, esta gama pode se tornar mais estreita, que novas tentativas de formação a frio poderão fissurar o metal.

Por um lado, este encruamento do metal aumenta a resistência das peças formadas, mas, ao mesmo tempo, aumenta a pressão exercida pela ferramenta para deformar o metal. Uma resistência à tração de aproximadamente 70 kg/mm^2 é geralmente máxima para a forma-

ção de peças normais, obter uma boa vida da ferramenta, manter tolerâncias das peças e ter economia na produção.

O aumento do teor de carbono e de ligas nos aços diminui a sua formabilidade. Os aços com um baixo teor de carbono (até 0,20% de carbono) são mais usados para recalque. Apesar deste teor de carbono ser muito baixo para permitir um bom tratamento térmico, a resistência do material melhora substancialmente para deformação a frio. Os aços com um teor médio de carbono (até aproximadamente 0,45%) e que permitem tratamento térmico são bons para deformação a frio. À medida que aumenta o teor de carbono diminui a facilidade em deformar.

Os aços com liga com mais de 0,45% de carbono entram na faixa dos materiais difíceis de encabeçar. Estes materiais, assim como certos aços inoxidáveis, desafiam as técnicas de formação dos metais e pode-se antecipar uma vida curta das ferramentas. Para ajudar a formação de peças, como parafusos com cabeça tipo Phillips, partindo de tais materiais, algumas vezes se aquece o material antes dele entrar na máquina. O calor reduz o limite elástico e a resistência à tração dos materiais, tornando mais fácil seu encabeçamento.

A micro-estrutura do aço também afeta a sua formabilidade. Em certos casos a deformação a frio tem lugar durante o processo de trefilação do fio máquina antes do recalque. Nestes casos o metal endurece e aumenta a sua resistência à tração acima daquela do material laminado à quente. Para materiais difíceis de serem formados ou em casos onde se deve efetuar deformações violentas, recomenda-se um recozimento depois da trefilação. O recozimento ordena a micro-estrutura e produz um aço mais suave e dútil, que, portanto, pode deformar-se mais facilmente.

f) Lubrificantes:

Os revestimentos do fio máquina atuam como uma barreira entre este e a ferramenta. Estes recobrimentos juntamente com os lubrificantes das matrizes, impedem o contato de metal com metal.

Relacionamos vários revestimentos usados para o fio máquina de aço, começando pelo mais barato.

A pasta de sabão se utiliza frequentemente como lubrificante para a trefilação do fio máquina e é também adequada para recalques ligeiros tais como a produção de rebites curtos com cabeça pequena.

O estearato de alumínio se aplica no material decapado e banhado com cal durante a trefilação, e serve como lubrificante para uma ampla gama de operações de encabeçamento. É adequado para quase todos os recalques com exceção dos mais difíceis.

Para deformações violentas é aconselhável o revestimento com fosfato que adere quimicamente ao fio máquina e geralmente se faz em seguida a um recobrimento com sabão. Os cristais do fosfato deslizam e se partem quando sob pressão e apresentam boas propriedades de recobrimento e lubrificação.

O dissulfeto de molibdênio é uma das mais efetivas substâncias, porém é caro. Se aplica geralmente com outros revestimentos para deformações muito violentas, e é também utilizado como aditivo para os lubrificantes líquidos das matrizes.

Os recobrimentos de cobre se empregam algumas vezes para a deformação de aço inoxidável. São importantes a espessura e a uniformidade do recobrimento e o cobre deve ser removido da peça por meio de ácido.

O oxalato é tão bom recobrimento como o cobre para o aço inoxidável e pode ser removido das peças por meio de uma lavagem a quente de soda cáustica.

Para o recobrimento de materiais não ferrosos se utiliza geralmente ceras comerciais ou gorduras animais.

g) Tolerâncias dimensionais:

As tolerâncias dimensionais que podem ser mantidas no recalque são difíceis de definir, já que variam com o tipo de recalque. Como em qualquer outro processo de fabricação, os custos das

peças aumentam, quando as tolerâncias exigidas são mais estreitas que a requeridas para a aplicação da peça. Utilizando matrizes de calibrar, tem-se formado peças a frio com tolerâncias de 0,0127 mm. Contudo, depois de um uso prolongado, as matrizes se desgastam e as peças perdem suas dimensões.

As tolerâncias das peças também podem ser afetadas pela relação comprimento/diâmetro, pelos materiais a formar, pelo tamanho da peça, pelos métodos de confecção de matrizes e pela qualidade da máquina e sua manutenção. Concretamente as tolerâncias em diâmetro podem ser mantidas facilmente dentro dos limites acima especificados na produção de parafusos e porcas. Os comprimentos em geral podem se manter sem dificuldade dentro de 0,127 mm embora uma tolerância de $\pm 0,127$ mm é a mais prática do ponto de vista da produção e do fator econômico da fabricação de ferramentas.

tabela 1: Peso por unidade de comprimento do fio máquina
(Peso em 0,001 lb)

ϕ	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	ϕ	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800
0.000	2.23	8.90	20.03	35.61	55.64	80.13	109.06	142.45	0.050	0.556	5.01	13.91	27.27	45.07	67.33	94.04	125.20	160.82	
0.001	2.27	8.99	20.17	35.79	55.87	80.39	109.38	142.81	0.051	0.579	5.07	14.02	27.42	45.27	67.57	94.33	125.53	161.19	
0.002	2.32	9.03	20.30	35.97	55.99	80.66	109.69	143.17	0.052	0.602	5.14	14.13	27.58	45.47	67.82	94.62	125.87	161.57	
0.003	2.36	9.17	20.43	36.15	56.31	80.93	110.00	143.52	0.053	0.625	5.21	14.25	27.74	45.68	68.07	94.91	126.20	161.95	
0.004	2.41	9.26	20.57	36.33	56.53	81.20	110.31	143.88	0.054	0.649	5.28	14.36	27.89	45.88	68.31	95.20	126.54	162.33	
0.005	2.45	9.35	20.71	36.51	56.76	81.47	110.63	144.24	0.055	0.673	5.35	14.47	28.05	46.08	68.56	95.49	126.88	162.71	
0.006	2.50	9.45	20.84	36.68	56.99	81.74	110.94	144.60	0.056	0.698	5.42	14.59	28.21	46.28	68.81	95.78	127.21	163.09	
0.007	2.55	9.54	20.98	36.87	57.21	82.01	111.25	144.95	0.057	0.723	5.49	14.70	28.37	46.48	69.05	96.08	127.55	163.47	
0.008	2.60	9.63	21.12	37.05	57.44	82.28	111.57	145.31	0.058	0.749	5.56	14.82	28.53	46.69	69.30	96.37	127.89	163.85	
0.009	2.64	9.72	21.25	37.23	57.67	82.55	111.89	145.67	0.059	0.774	5.63	14.93	28.69	46.89	69.55	96.66	128.22	164.24	
0.010	2.69	9.82	21.39	37.41	57.89	82.82	112.20	146.03	0.060	0.801	5.70	15.05	28.85	47.10	69.80	96.95	128.56	164.62	
0.011	2.74	9.91	21.53	37.60	58.12	83.09	112.52	146.40	0.061	0.828	5.77	15.16	29.01	47.30	70.05	97.25	128.90	165.00	
0.012	2.79	10.00	21.67	37.78	58.35	83.36	112.84	146.76	0.062	0.856	5.84	15.28	29.17	47.50	70.30	97.54	129.24	165.39	
0.013	2.84	10.10	21.81	37.96	58.58	83.64	113.15	147.12	0.063	0.883	5.91	15.40	29.33	47.71	70.55	97.84	129.54	165.77	
0.014	2.89	10.19	21.95	38.15	58.80	83.91	113.47	147.48	0.064	0.911	5.99	15.51	29.49	47.92	70.80	98.13	129.92	166.15	
0.015	2.94	10.29	22.09	38.33	59.03	84.18	113.79	147.84	0.065	0.940	6.06	15.63	29.65	48.13	71.05	98.43	130.26	166.54	
0.016	2.99	10.38	22.23	38.52	59.26	84.46	114.11	148.21	0.066	0.970	6.13	15.75	29.82	48.33	71.30	98.73	130.59	166.93	
0.017	3.05	10.48	22.37	38.70	59.49	84.73	114.43	148.57	0.067	0.999	6.21	15.87	29.98	48.54	71.55	99.02	130.94	167.31	
0.018	3.10	10.58	22.51	38.89	59.72	85.01	114.75	148.93	0.068	1.03	6.28	15.99	30.14	48.75	71.81	99.32	131.28	167.70	
0.019	3.15	10.68	22.65	39.08	59.95	85.29	115.07	149.30	0.069	1.06	6.36	16.11	30.31	48.96	72.07	99.62	131.63	168.09	
0.020	3.20	10.77	22.79	39.26	60.19	85.56	115.39	149.66	0.070	1.09	6.43	16.23	30.47	49.17	72.32	99.92	131.97	168.47	
0.021	3.26	10.87	22.93	39.45	60.41	85.84	115.71	150.03	0.071	1.12	6.51	16.35	30.64	49.38	72.57	100.21	132.31	168.85	
0.022	3.31	10.97	23.08	39.64	60.65	86.11	116.03	150.39	0.072	1.15	6.58	16.47	30.80	49.59	72.82	100.51	132.65	169.25	
0.023	3.37	11.07	23.22	39.83	60.89	86.39	116.35	150.76	0.073	1.19	6.66	16.59	30.97	49.80	73.08	100.81	133.00	169.63	
0.024	3.42	11.17	23.37	40.01	61.12	86.67	116.67	151.13	0.074	1.22	6.74	16.71	31.13	50.01	73.33	101.11	133.34	170.02	
0.025	3.48	11.27	23.51	40.20	61.35	86.94	116.99	151.49	0.075	1.25	6.82	16.83	31.30	50.22	73.59	101.41	133.69	170.41	
0.026	3.53	11.37	23.65	40.39	61.58	87.22	117.32	151.85	0.076	1.29	6.89	16.95	31.47	50.43	73.85	101.71	134.03	170.80	
0.027	3.59	11.47	23.80	40.58	61.82	87.50	117.64	152.23	0.077	1.32	6.97	17.08	31.63	50.64	74.10	102.01	134.38	171.19	
0.028	3.65	11.57	23.95	40.77	62.05	87.78	117.96	152.60	0.078	1.35	7.05	17.20	31.80	50.85	74.35	102.32	134.72	171.58	
0.029	3.70	11.67	24.09	40.96	62.29	88.06	118.29	152.97	0.079	1.39	7.13	17.33	31.97	51.07	74.62	102.62	135.07	171.98	
0.030	3.76	11.77	24.24	41.15	62.52	88.34	118.61	153.34	0.080	1.42	7.21	17.45	32.14	51.28	74.87	102.92	135.42	172.37	
0.031	3.82	11.88	24.39	41.35	62.76	88.62	118.94	153.70	0.081	1.46	7.29	17.58	32.31	51.50	75.13	103.22	135.77	172.76	
0.032	3.88	11.98	24.53	41.54	62.99	88.90	119.26	154.08	0.082	1.50	7.37	17.70	32.48	51.71	75.39	103.53	136.11	173.15	
0.033	3.94	12.08	24.68	41.73	63.23	89.19	119.59	154.44	0.083	1.53	7.45	17.83	32.65	51.92	75.65	103.83	136.46	173.54	
0.034	4.00	12.18	24.84	41.92	63.47	89.47	119.92	154.82	0.084	1.57	7.54	17.95	32.82	52.14	75.91	104.14	136.81	173.94	
0.035	4.06	12.29	24.98	42.12	63.71	89.75	120.24	155.19	0.085	1.61	7.62	18.08	32.99	52.35	76.17	104.44	137.16	174.33	
0.036	0.288	4.12	12.40	25.13	42.31	63.95	90.03	120.56	0.086	1.65	7.70	18.21	33.19	52.57	76.43	104.74	137.51	174.72	
0.037	0.305	4.18	12.50	25.28	42.50	64.18	90.32	120.90	0.087	1.68	7.78	18.33	33.33	52.79	76.69	105.05	137.86	175.12	
0.038	0.321	4.24	12.61	25.43	42.70	64.42	90.60	121.23	0.088	1.72	7.87	18.46	33.51	53.00	76.95	105.36	138.21	175.52	
0.039	0.338	4.30	12.71	25.58	42.90	64.66	90.88	121.56	0.089	1.76	7.95	18.59	33.68	53.22	77.22	105.66	138.56	175.91	
0.040	0.356	4.36	12.82	25.73	43.09	64.90	91.17	121.88	0.090	1.80	8.03	18.72	33.85	53.44	77.48	105.97	138.91	176.31	
0.041	0.374	4.43	12.93	25.88	43.29	65.15	91.45	122.21	0.091	1.84	8.12	18.85	34.03	53.65	77.74	106.28	139.26	176.70	
0.042	0.393	4.49	13.04	26.03	43.48	65.39	91.74	122.54	0.092	1.88	8.20	18.98	34.20	53.86	78.01	106.58	139.62	177.10	
0.043	0.411	4.55	13.14	26.19	43.68	65.63	92.03	122.87	0.093	1.92	8.29	19.11	34.38	54.07	78.27	106.89	139.97	177.50	
0.044	0.431	4.62	13.25	26.34	43.88	65.87	92.31	123.21	0.094	1.97	8.38	19.24	34.55	54.28	78.53	107.20	140.32	177.89	
0.045	0.451	4.68	13.36	26.49	44.07	66.11	92.60	123.54	0.095	2.01	8.46	19.37	34.73	54.49	78.80	107.51	140.68	178.29	
0.046	0.471	4.74	13.47	26.65	44.27	66.35	92.88	123.87	0.096	2.05	8.55	19.50	34.90	54.76	79.06	107.81	141.03	178.69	
0.047	0.491	4.81	13.58	26.80	44.47	66.59	93.17	124.20	0.097	2.09	8.64	19.63	35.08	54.98	79.33	108.13	141.39	179.09	
0.048	0.513	4.88	13.69	26.96	44.67	66.84	93.46	124.53	0.098	2.14	8.73	19.77	35.26	55.20	79.60	108.44	141.74	179.49	
0.049	0.534	4.94	13.80	27.11	44.87	67.08	93.75	124.87	0.099	2.18	8.81	19.90	35.43	55.42	79.86	108.75	142.09	179.89	

CAPÍTULO IX

FERRAMENTAL PARA O RECALQUE

Quando se projeta um ferramental para formar certa peça, o primeiro passo é estabelecer uma sequência de operações, desde a matéria prima até a forma final. Depois se determina o diâmetro do fio máquina ou da barra, o comprimento do corte e o número de matrizes e punções necessários. Estes dados juntamente com a configuração geral e o tamanho da peça, indicarão o tipo e a capacidade da máquina a se usar.

Uma vez estabelecido o tamanho do fio máquina ou da barra podemos selecionar as unidades para o manejo do material. Rolos endireitadores e de alimentação, guias, tubos de alimentação, cortadores fixos e móveis já podem ser dimensionados de acordo com o diâmetro do fio ou da barra.

a) Requisitos das peças cortadas:

Uma boa qualidade de corte é importante para um recalque satisfatório. As peças com um mínimo de distorção nas extremidades, proporcionam maior duração das ferramentas, um melhor controle do fluxo do metal e melhores condições finais nas peças acabadas. A qualidade do corte é determinada pelo tipo de fio máquina ou barra (material e dureza) e pelo sistema e regulagem do mecanismo de corte.

A ferramenta de corte consiste de um cortador fixo situado no bloco da matriz, e um cortador móvel inserido em uma placa montada em uma alavanca. O fio máquina ou a barra avança através do cortador fixo e do móvel até que toque o medidor de comprimento do material, como se vê na figura 1. O diâmetro interno do cortador fixo deve ser superior ao diâmetro do fio máquina em aproximadamente 1% (ou $1\frac{1}{2}\%$ maior que o diâmetro do fio máquina). O diâmetro interno do cortador móvel deve ser cerca de $1\frac{1}{2}\%$ maior que o diâmetro do fixo.

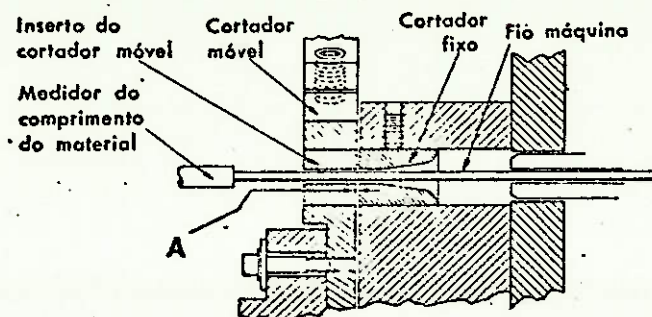


fig. 1.

— A seção vertical transversal da unidade de corte de uma recalçadora mostra como o fio máquina passa através dos dois cortadores até focar o medidor do comprimento do material. A folga axial "A" entre as faces dos cortadores varia com o tipo de material a ser cisalhado.

A folga axial entre as faces adjacentes dos dois cortadores ("A" na figura 1) varia com o tipo de material a ser cizalhado. Como ponto de partida, essa folga pode ser 0,02 vezes o diâmetro do fio máquina. Os materiais de aço doce precisam de mais folga, e os materiais mais duros geralmente são melhor cizalhados com menos folga. A qualidade do corte determinará a folga final.

b) Projeto das ferramentas para a formação dos cones:

No encabeçamento por dois golpes, o primeiro deles recalca o material para um diâmetro maior, reduzindo deste modo o comprimento livre do material para o segundo golpe.

Para muitas peças, o primeiro golpe produz uma forma tronco-cônica. Esta operação é às vezes chamada de recalque do cone. O segundo é às vezes denominado de acabamento, recalque de acabamento, encabeçamento, segundo golpe ou golpe final.

A importância da operação do cone não deve ser menosprezada. Sua função é diminuir o comprimento do material não sustentado, para menos de $2\frac{1}{2}$ vezes o diâmetro médio do cone, para o golpe de acabamento. O diâmetro médio do tronco é a metade da soma dos seus diâmetros maior e menor. Este comprimento não sustentado será recalcaod satisfatoriamente no segundo golpe ou no golpe de acabamento.

Na figura 2 são apresentadas regras sobre a forma correta de se recalcar o cone e o desenho da ferramenta correspondente. Se-

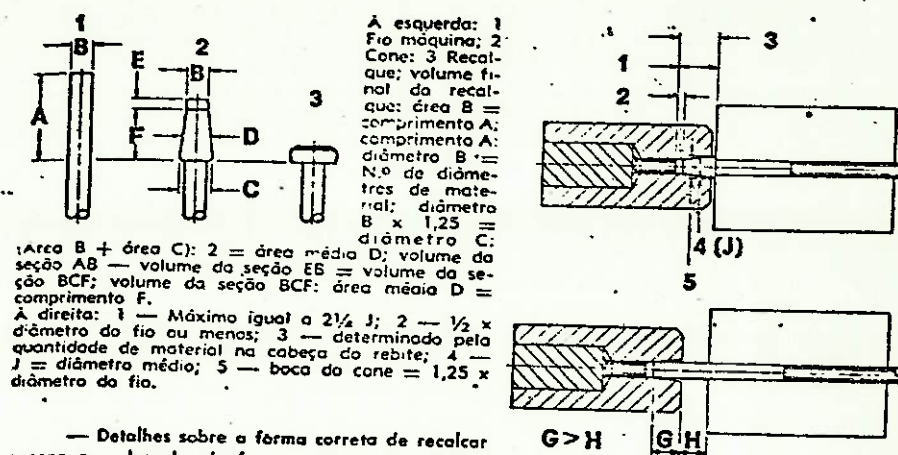


fig. 2.

guindo-se estas regras se manterá a flambagem dentro dos limites aceitáveis durante o primeiro golpe. A distância G - H é o comprimento não sustentado no início do recalque. Se a matriz tem uma abertura, esta distância deverá ser somada a G - H, já que aumenta o comprimento não sustentado. Em tais casos H pode chegar a ser maior que G, necessitando-se então de uma ferramenta deslizante para formar o cone, a qual será descrita mais adiante.

c) Aumento da quantidade de recalque:

Foi dito anteriormente que se podia recalcar $4\frac{1}{2}$ diâmetros de material em dois golpes. Entretanto, se seguirmos estritamente as regras da figura 2, nos parecerá que somente poderemos recalcar $3\frac{1}{4}$ diâmetros de material. Estes são os limites de segurança mas eles são frequentemente excedidos. Por exemplo, o diâmetro C (figura 2) pode ser aumentado para 1,33 vezes o diâmetro B e as $2\frac{1}{4}$ vezes o diâmetro médio do cone podem passar a ser 2,4 ou 2,5 vezes. Somente a combinação destes dois aumentos, chegará a aproximadamente 4 diâmetros de material a recalcar em dois golpes. Entretanto

dade, aparência, característica de fluxo das fibras, ou em geral a qualidade das peças), cada vez que se foge dessa regra. Em algumas aplicações o sacrifício pode ser uma desvantagem enquanto que em outros casos não terá importância alguma.

O meio de se conseguir mais aumentos, para permitir o recalque de $4\frac{1}{2}$ diâmetros de material, é alargar a boca da ferramenta de fazer cone, como mostrado na figura 3. Primeiro deve-se determinar o ponto de flambagem do material, que está a meia distância dos pontos de apoio ($A/2$).

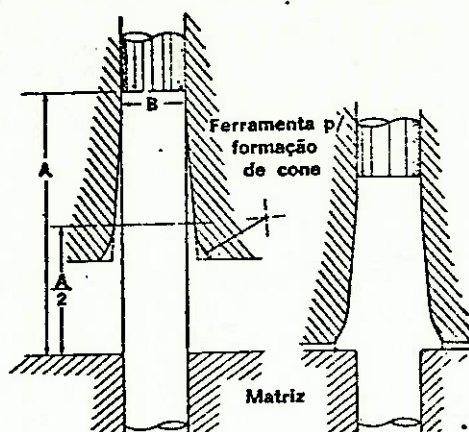


Fig. 3 — O alargamento da boca da ferramenta de formação de cone permite recalcar $4\frac{1}{2}$ diâmetros de material.

Com a ferramenta situada na posição de início do recalque (esquerda), este alargamento deve estar em frente do ponto de flambagem que se encontra a meia distância entre os pontos de apoio $A/2$.

fig. 3.

Quando a ferramenta de fazer cone está em posição em que o recalque se inicia, a ferramenta pode ter sua boca alargada em frente ao ponto de flambagem. Isto permite recalcar mais material no cone. O alargamento da boca deve ser feito cuidadosamente para evitar uma transição brusca entre o ângulo suave do cone e a boca alargada.

Outra importante consideração necessária para se fazer u

ma ferramenta de fazer cone, é que se controle o material adequadamente, regulando o diâmetro no ponto de flambagem. De acordo com as regras da figura 2, o ângulo do cone variará com a quantidade de material a ser recalçado. O diâmetro do cone no ponto de flambagem não deve ser maior do que o necessário para poder fazer o cone seguinte ou o recalque final.

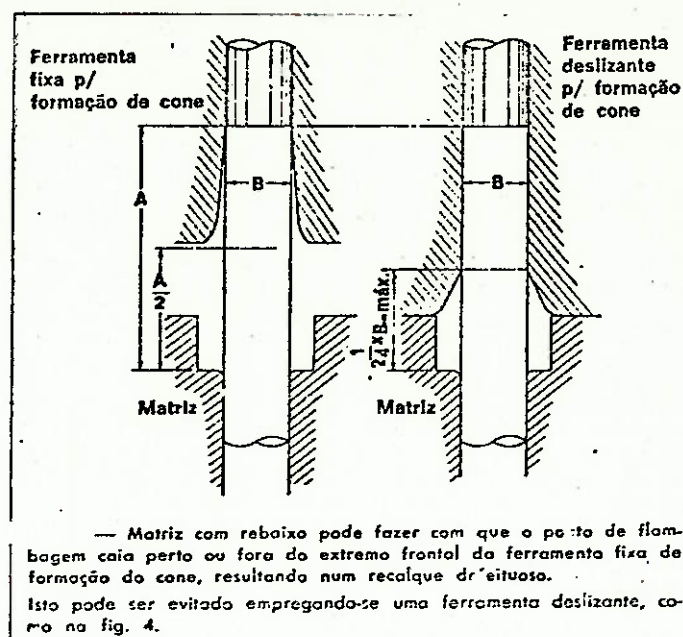


fig. 4.

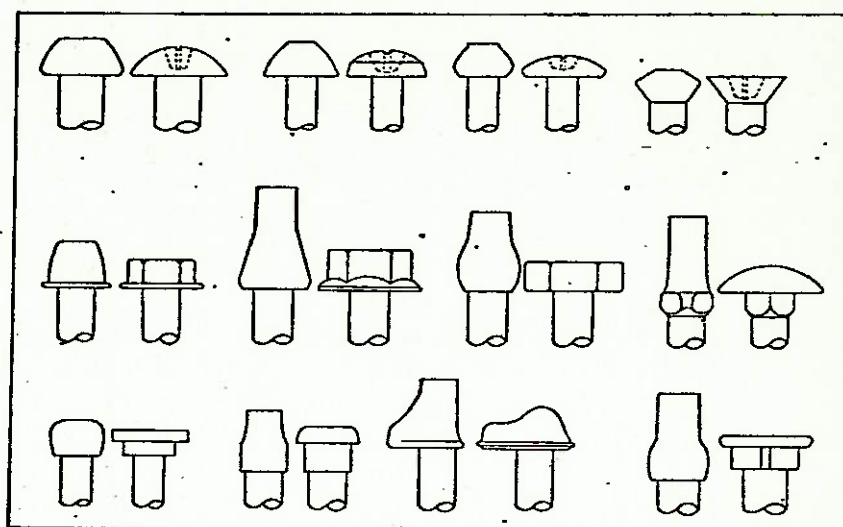
Se a matriz for do tipo com rebaixo, pode ocorrer que o ponto de flambagem caia perto ou fora do extremo frontal da ferramenta de fazer o cone, como se vê à esquerda da figura 4, resultando assim num recalque defeituoso. Para corrigir esta condição, uma ferramenta deslizante (como o da direita) deve ser usada mesmo que se tenha menos de $4\frac{1}{2}$ diâmetros de material não sustentado no recalque. Este método permite que a ferramenta se desloque para um ponto adiante do de flambagem.

A regra geral, que indica que se pode recalcar $2\frac{1}{4}$ diâmetros em um só golpe, se aplica bem para rebites e outras peças simples. Entretanto, isto não significa que todas as cabeças com menos de 2 diâmetros de volume devem ser feitas em um golpe. Fazer o cone antes do encabeçamento final, proporciona um controle

melho da operação e produz cabeças mais concêntricas e uniformes. Frequentemente o cone é feito progressivamente em máquinas de muitas matrizes.

Na figura 5 se apresentam uns poucos exemplos de tais pré-formados e das cabeças com suas formas finais, produzidas por dois golpes de recalque. A forma do punção de fazer o cone para tais peças é geralmente determinada de acordo com a forma requerida para a cabeça acabada.

fig 5.



Os primeiros golpes são frequentemente usados para preformar em vez de fazerem recalques cônicos.

Se mostram aqui exemplos típicos de tais preformados e das cabeças em sua forma final produzidas — por dois golpes de recalque. A forma do punção de fazer cone depende da forma — final da cabeça.

d) Uso de pinos nas ferramenta de fazer cone:

Na figura 6.A é mostrado um típico conjunto de ferramenta fixa de fazer cone. Uma placa rígida no extremo direito do conjunto é usada para distribuir os esforços de formação e proteger as peças da máquina. O pino na ferramenta é feito como uma peça independente a fim de facilitar a confecção da ferramenta e a sua substituição.

O desenho da figura 6.B ilustra uma ferramenta fixa de

fazer cone com pino atuado por mola, o que é necessário quando o comprimento do material fôr curto. Os dedos de transferência que levam o material para a matriz, devem controlar o mesmo até que ele seja empurrado o suficiente para o interior da matriz, e evitar desta forma que ele caia. O pino à mola move o material para dentro da matriz mais rapidamente, dando mais tempo para que os dedos de transferência se afastem da frente da ferramenta em movimento. Uma vez que o material está na matriz, o pino passa para a mesma posição mostrada em 6.A.

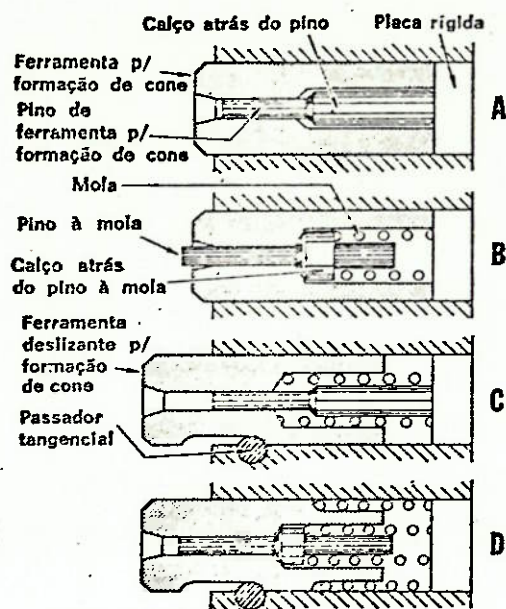


fig. 6.

Em A se mostra uma ferramenta fixa de fazer cone, com pino independente, calço e placa rígida. O pino à mola, o qual é necessário para peças curtas, é visto na ferramenta fixa de fazer cone em B. As ferramentas deslizantes de fazer cone são mostradas em "C" e "D".

O desenho 6.C mostra uma ferramenta deslizante de fazer cone para recalcar grandes comprimentos de material ou para um controle mais preciso da concentricidade. O desenho 6.D mostra uma combinação de pinos à mola e de ferramenta deslizante de fazer cone para o recalque de grandes cabeças e hastes curtas.

e) Ferramentas deslizantes de fazer cones:

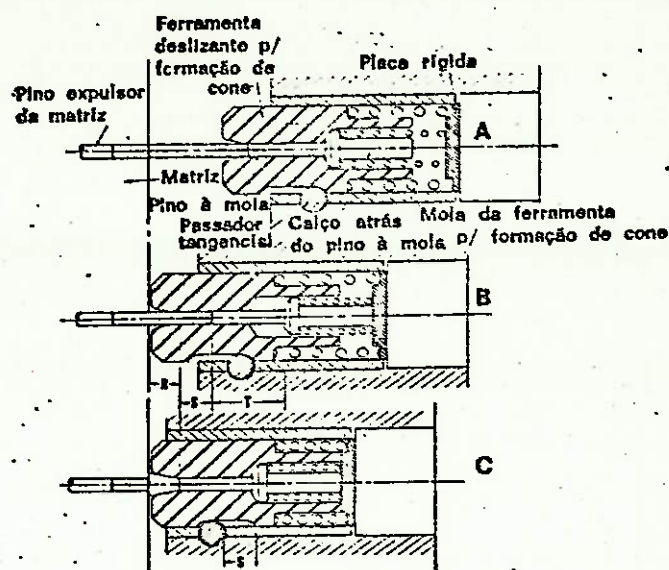


fig. 7.

— Três fases do trabalho de uma ferramenta deslizante de formação de cone.

A, mostra o material pronto para ser empurrado para dentro da matriz; B, o material está por inteiro na matriz e na ferramenta e o recalque está prestes a começar; C, o pino empurrou o material para dentro da cavidade cônica para o recalque.

Na figura 7, se apresentam três etapas do funcionamento de uma ferramenta deslizante de fazer cone com pinos à mola. Embora esse conjunto de ferramentas seja o mais complicado, também o mais versátil. Cerca de 6 diâmetros de material podem ser recalcados em dois golpes com esta ferramenta.

Na parte superior da figura 7 (desenho A), uma mola atrás da ferramenta deslizante a mantém para a frente e contra um passador tangencial até o fim do entalhe. Uma segunda mola empurra para a frente o pino, como já foi dito e descrito anteriormente. Neste desenho, o material é mostrado a ponto de ser empurrado para dentro da matriz.

No desenho B, o material se encontra por inteiro na matriz e na ferramenta de fazer cone e está a ponto de sofrer recalque. A esta altura, o comprimento R é a única parte do corpo que não está sustentada e equivale a $2\frac{1}{4}$ diâmetros ou menos. A ferramenta de fazer cone sustenta o resto do material que fica fora da matriz.

A medida que o carro continua seu movimento para a frente, o pino empurra o material para fora da parte cilíndrica do fu-ro e para dentro da cavidade cônica da ferramenta como é mostrado no desenho C. Desta forma pode-se recalcar até seis diâmetros de material em dois golpes se se deixa somente $2\frac{1}{4}$ diâmetros médios não sustentados depois do primeiro golpe.

As ferramentas deslizantes de fazer cone apresentam duas vantagens: permitem recalques e proporcionam um controle melhor do fluxo do metal, o que resulta numa melhor concentricidade. Estas ferramentas são geralmente ideais para recalques de menos de 4 ou mesmo de 2 diâmetros devido ao melhor controle do fluxo. Um exemplo está no primeiro golpe para a formação de parafusos com ca-beça com rebaixo, onde a cabeça é formada praticamente no primeiro golpe e em recalques onde concentricidades são essenciais.

A quantidade máxima de deslizamento (S no desenho B, fig. 7) é normalmente de três ou quatro diâmetros ou menos, mas não deve ser maior do que o requerido para fazer o recalque. A distância entre as posições extremas do pino, antes e depois de deslizar, é a quantidade de deslizamento requerida. Esse valor do deslizamento é igual ao comprimento do entalhe onde se desloca o passador tangencial (distância S no desenho C, fig. 7) e deve ser igual à distância S do desenho B. O comprimento T do pino não deve ser maior do que o necessário, devendo se considerar o deslizamento da ferramenta mais três vezes o diâmetro do pino, que deve ficar dentro do cilindro da ferramenta, como guia.

As máquinas de recalcar a frio são construídas para permitir a transferência de material com maiores comprimentos possíveis, entre a ferramenta de fazer cone e a matriz, antes que aquela entre em contato com a peça. Como as ferramentas deslizantes ficam mais para a frente do que as fixas, o valor do deslizamento deve ser subtraído do comprimento máximo de material que a máquina poderia transferir normalmente. Se não se fizer isso a ferramenta poderá bater na ponta do material quando este chegar perto da matriz. Deve-se tomar uma precaução semelhante com respeito aos

pinos à mola nas ferramentas de fazer cone caso eles sobressaíam para a frente das mesmas.

f) Desenho dos pinos expulsos:

Os pinos expulsos nas ferramentas de recalcar tem uma dupla função. Primeiramente, servem de batente ao material quando este entra na matriz, no ponto em que se inicia o recalque. Devido a isso, os pinos devem suportar parte do esforço de formação. A segunda função consiste em expulsar a peça recalcada e deixar a matriz livre para o recalque seguinte.

O comprimento não sustentado do pino expulso não deve ser maior do que 10 ou 12 diâmetros, como o indicado no desenho A da figura 8. Se não for assim, tenderia a dobrar-se ou romper-se sob a pressão do recalque e/ou da força de expulsão. Este requisito se torna mais importante e lógico quando se trata de pontear na matriz a extremidade da haste, como mostra o desenho B. Mesmo não variando o diâmetro e o comprimento da peça, o pino expulso deve ter um diâmetro maior e portanto ser mais fraco. Neste caso a matriz suporta a maior parte da carga de recalque, mas o pino provavelmente quebrará mais depressa devido à força de expulsão.

Quando o comprimento não sustentado do pino expulso tiver que exceder a 10 ou 12 vezes o seu diâmetro, se recomenda empregar um conjunto de apoio para o pino. Na figura 9 se ilustra um conjunto deste tipo, com um comprimento de pino 17 vezes o seu

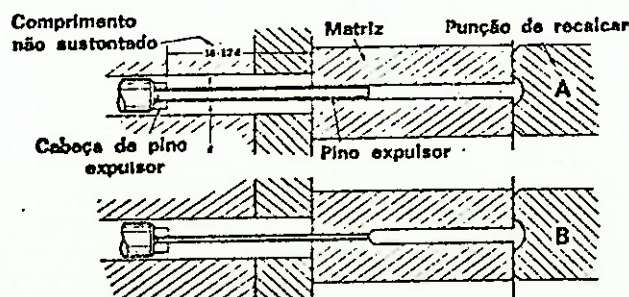
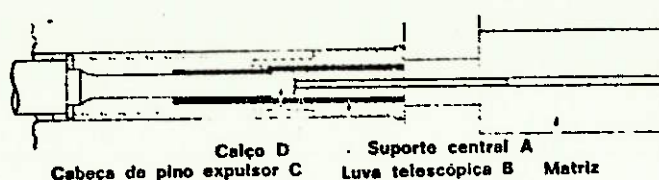


fig. 8.

O comprimento não sustentado do pino expulso não deve ser maior que 10 a 12 vezes seu diâmetro, como se mostra no desenho A. Este requisito é mais importante quando se pontea dentro da matriz, devido ao pequeno diâmetro do pino, como se vê em B.



Quando o comprimento não sustentado do pino expulsor exceder a 12 vezes seu diâmetro, recomenda-se usar um sistema de pino apoiado. O suporte central A reduz o comprimento não sustentado do pino a menos de 12 vezes seu diâmetro, em ambos os lados do apoio.

fig. 9.

diâmetro. Com esta disposição, o apoio central A reduz o comprimento não sustentado do pino a menos de 12 vezes o seu diâmetro em ambos os lados deste apoio. Durante o curso de expulsão, a cabeça do pino C se move em direção ao apoio A. Este apoio está unido à luva telescópica B e move junto com a cabeça do pino para completar o curso de expulsão. Quando o pino entra para dentro da matriz para dar lugar ao próximo golpe, este empurra o calço "D" de encontro à saliência da luva, fazendo com que o apoio volte à sua posição central.

g) Outras causas de quebra do pino de expulsão:

A falta de apoio não é o único motivo de quebra dos pinos. Algumas vezes eles se rompem devido ao mal recobrimento do fio máquina ou da barra. Os recobrimentos lubrificam as peças a serem recalçadas mas qualquer ponto áspero, oxidado ou sem recobrimento torna mais difícil a expulsão da peça, e pode provocar a ruptura do pino. Logo, um recobrimento liso e total é essencial. Como, também a ponta do pino expulsor se desgasta é possível que o metal seja extrudado ao redor da ponta do mesmo, ocasionando um ponto de atrito na matriz entre o pino e a peça, ocasionando um esforço adicional suficiente para romper o pino. O mesmo pode ocorrer quando o diâmetro do pino expulsor é muito grosso. No momento em que o pino encosta na peça quando esta entra na matriz, este frequentemente absorve parte do esforço de recalque. Se o pino for muito grosso e portanto tiver pouca folga dentro da matriz, a sua ponta poderá aumentar, prender na matriz e romper.

Uma conicidade na matriz (menor diâmetro na face da matriz do que dentro da mesma) pode ocasionar o metal recalcar com um diâmetro maior perto da ponta do pino quando comparado com o diâmetro perto da cabeça. Em tal situação o pino expulsor deve forçar este diâmetro maior através de um furo menor, durante a expulsão. Se o esforço de expulsão for excessivo, o pino poderá romper. Esforços excessivos na expulsão também podem ocasionar ou ser ocasionados por marcas de usinagem deixadas na matriz. Os furos das matrizes devem ser lisos e livres de oxidação.

h) Projeto avançado do ferramental:

A quantidade de casos onde é possível avanços nos projetos de ferramental é praticamente ilimitada. Estão havendo grandes progressos à medida que aumenta a experiência com relação aos projetos das ferramentas e os materiais empregados. A sequência dos recalques e extrusões na produção do eletrodo de ignição da figura 10 é um exemplo de projetos raros do ferramental.

A existência, na cabeça desta peça, de um diâmetro pequeno entre dois diâmetros maiores, geralmente nos faz pensar na necessidade de uma operação secundária de usinagem. Entretanto, esta superfície se forma agora mediante um recalque secundário com um terceiro punção (fig. 11). À medida que o porta punção se aproxima da matriz, um pino de ação pneumática empurra a peça para dentro da matriz, como aparece no desenho A da figura 11. Insertos

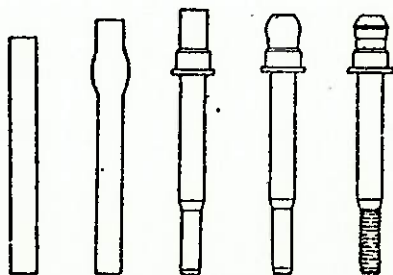
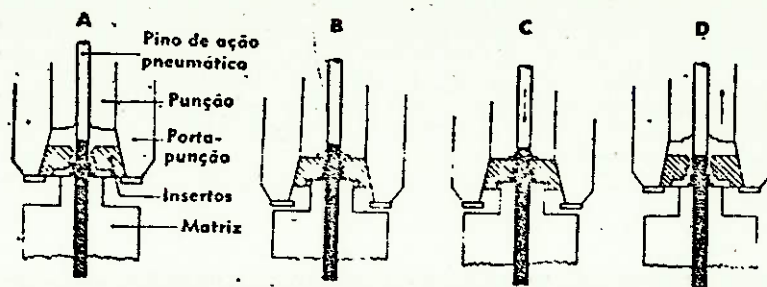


fig. 10.

A sequência dos recalques e extrusões na produção de eletrodos de ignição, constitui um exemplo das possibilidades deste procedimento.

O pequeno diâmetro da cabeça, situado entre dois diâmetros maiores, se forma em um recalque secundário com um terceiro punção, como se vê na fig. 11.



O pino de ação pneumática empurra a peça para dentro da matriz (A). A matriz força os inserts até que eles fechem (B). O avanço contínuo do pino recalça o metal no interior da cavidade formada pelos inserts (C). Ao recuar o porta-punção, os inserts se abrem e deixam passagem ao maior diâmetro do recalque (D).

fig. 11.

montados no furo cônico do porta punção são mantidos em sua posição frontal (aberto) mediante uma pressão pneumática.

O porta punção continua avançando até que os inserts entrem em contato com a matriz, fazendo com que esta force os inserts para tras, até fecharem como se vê no desenho B. Neste momento o porta punção permanece estacionário. Os inserts formam a cavidade necessária para que o metal flua no seu interior. O pino continua seu avanço e recalca o metal dentro desta cavidade, formando assim a cabeça e o segundo recalque, como aparece em C. Quando o porta punção se afasta da matriz, os inserts se movem para a sua posição dianteira, deixando deste modo passagem para o maior diâmetro do recalque, desenho D.

Tendo sido formada a peça nesta terceira matriz, ela é transferida para a última matriz e daí a peça sobe pneumáticamente por um tubo até as guias que levam a peça à seção de rosquear. Aí se laminam os anéis concêntricos da extremidade da peça e se submete a cabeça a uma operação final de cunhagem, tudo mediante o mesmo jogo de pentes. Em cada curso da máquina, uma peça é acabada, o que resulta numa produção de quase duas peças por segundo.

i) Aços para as ferramentas de recalcar:

A seleção dos aços para ferramentas de recalcar se ba-

seia, geralmente, pela preferência pessoal e pela experiência. Alguns consideram que as ferramentas mais caras e de maior duração são as mais econômicas, enquanto outros crêm que é mais prático, um menor custo e duração mais curta. A decisão se baseia geralmente na forma da peça a ser recalcada, no material do qual ela será feita e na quantidade de peças requeridas. Na tabela 1 se apresentam os aços típicos usados para ferramentas de recalcar e os tratamentos térmicos recomendados. O metal duro se usa frequentemente para trabalhos de grandes séries ou para materiais difíceis de se formar. Algumas vezes o metal duro é o único material que proporciona uma duração satisfatória do ferramental. Embora o metal duro seja mais resistente, ao aumentar sua dureza para uma maior resistência ao desgaste, diminui a sua resistência à ruptura. O melhor tipo de metal duro para uma determinada aplicação, é aquele

TABELA 1 — RECOMENDAÇÕES TÍPICAS PARA MATRIZES E PUNÇÕES DE RECALCAR A FRIO

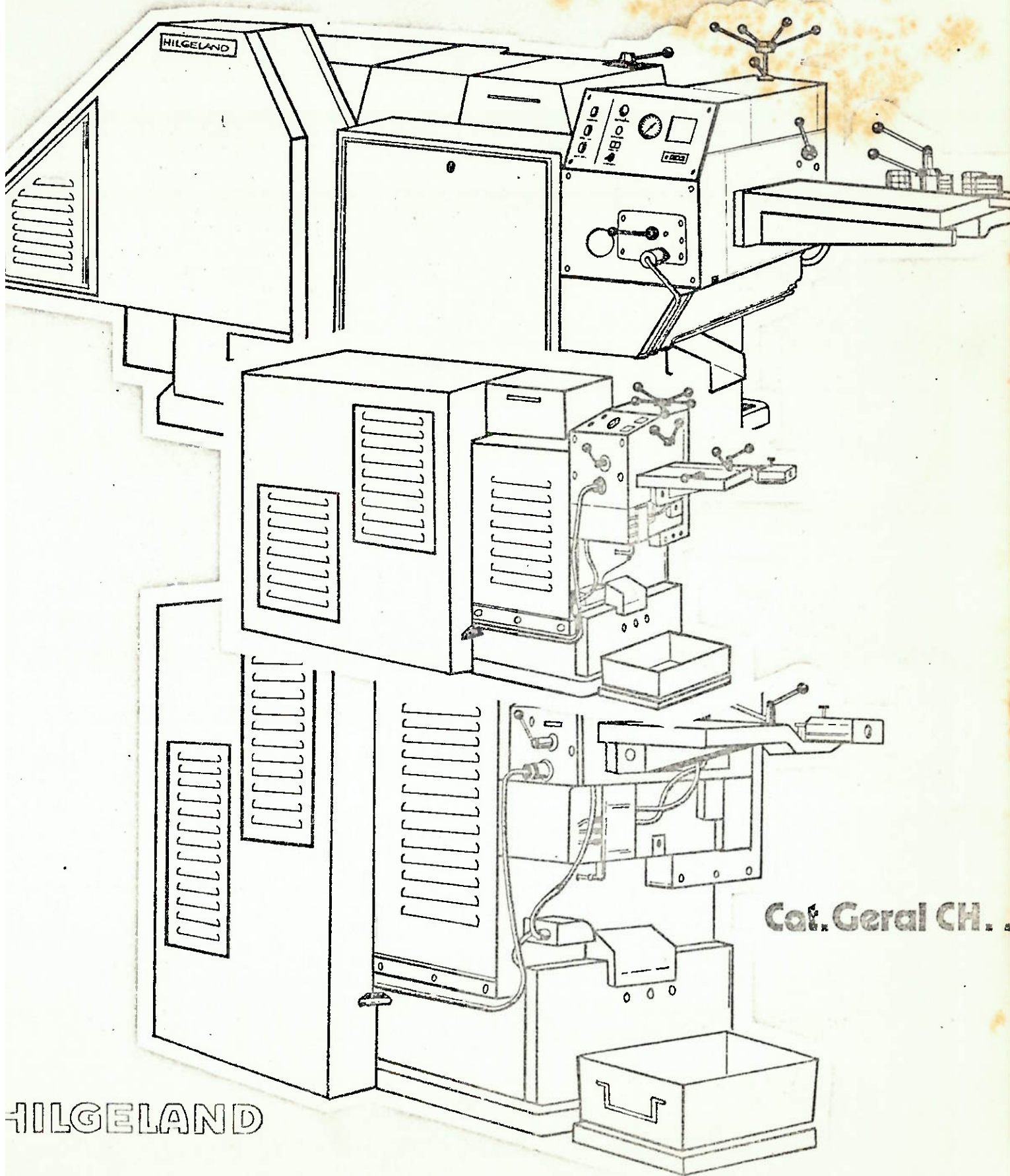
Ferramenta	Tipo de aço	Análise	Tratamento térmico	Observações
Cortador fixo Punção de fazer cone Punção de acabamento Matriz	Aço ferramenta temperado à água AISI-W1	0.95% C 0.25% Mn 0.20% Si	Aquecer à 800° C. Temperar em água. Revenir à 230° C. Dureza Rockwell C 58-60.	Nos punções e matrizes quando o fio máquina é 6,35 mm de diâmetro ou menor, se usa aço ferramenta temperado à ar
Cortador movel (tipo aberto) Calços	Aço ferramenta temperado à óleo AISI-L6	0.75% C 0.60% Mn 1.25% Ni 0.15% Va 0.80% Cr 0.25% Mo	Aquecer à 800° C. Temperar em óleo. Revenir à 175° C. Dureza Rockwell C 58-60.	
Punção de fazer cone Punção de acabamento Matriz	Aço ferramenta temperado à ar AISI-A2	1.00% C 0.40% Mn 0.40% Va 1.15% Mo 5.25% Cr	Aquecer à 970° C. Temperar no ar. Revenir à 230° C. Dureza Rockwell C 59-61.	Utilizar quando o fio máquina tem 6,35 mm ou diâmetro inferior.
Pinos expulsores Cortador movel (tipo fechado)	Aço ferramenta temperado à óleo AISI-O1	0.90% C 1.30% Mn 0.30% Cr 0.50% W	Aquecer à 800° C. Temperar em óleo a 205° C. Acabar o esfriamento em temperatura ambiente. Revenir à 205° C. Dureza Rockwell C 59-61.	
Cabeças de pinos expulsores	SAE 4140	0.38/0.43% C 0.75/1.00% Mn 0.80/1.10% Cr 0.15/0.25% Mo	Aquecer à 815° C. Temperar em óleo. Revenir à 455° C. Dureza Rockwell C 43-45.	
Insertos para extrusão	Aço rápido AISI-T1 (TEMPER-OX)	0.61/0.65% C 4.00% Cr 18.00% W 1.00% Va	Préaquecer à 790° C passando depois para 1260° C. Temperar no ar. Revenir à 565° C. Esfriar no ar. Revenir outra vez à — 605° C. Esfriar no ar. Dureza Rockwell C 60-61.	
Pinos de furar	Aço rápido AISI-T4	0.75% C 4.00% Cr 18.00% W 1.00% Va 5.00% Co	Préaquecer à 790° C passando depois para 1260° C. Temperar no ar. Revenir à 565° C. Esfriar no ar. Revenir outra vez Pa 605° C. Esfriar no ar. Dureza Rockwell C 61-62.	
Caraças	AISI-H13	0.40% C 5.00% Cr 1.10% Si 1.25% Mo 0.30% Mn 0.90% Va	Aquecer à 1010° C. Temperar no ar. Revenir à 550° C. Esfriar no ar. Revenir mais duas vezes à 550° C. Esfriar no ar. Dureza Rockwell C 47-51.	Este tipo de aço tende a descarbonetar ao ser tratado. Quando não se tiver um forno com atmosfera controlada, pode-se envolver o aço num material inerte como o coque.

que é o mais duro possível sem o perigo de se romper sob o impacto do recalque.

O metal duro empregado nos cortadores, requer boas qualidades contra o desgaste, e a resistência ao impacto não é tão importante. Para os insertos da matriz em metal duro, pode-se sacrificar a dureza em favor de uma resistência mais alta ao impacto. Os insertos pequenos, em metal duro, são montados em carcaças de aço, já que seria demasiado caro fazer as matrizes totalmente em metal duro. Estas carcaças de aço posicionam e dão um suporte adequado aos insertos. As carcaças são geralmente feitas de material muito resistente e os insertos são metidos à pressão nos seus alojamentos com uma interferência correta.

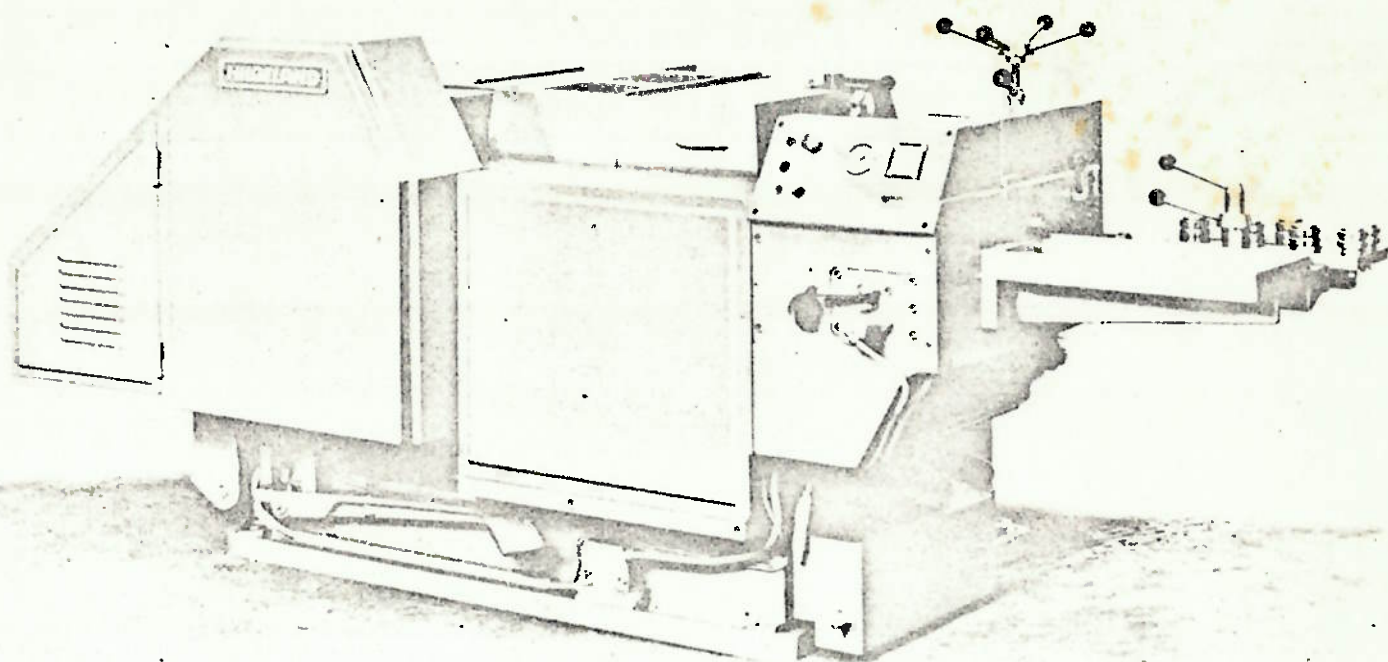
ANEXOS
PARTE II

HIMAFE



Col. Geral CH. .

HILGELAND



Idos Técnicos

Modêlo: CH 1

CH 1-L

CH 2

CH 2-L

CH 4

CH00KH

metro máximo do arame:

p/ parafusos de alta resistência		5	5	7,1	7,1	10	3,5
p/ parafusos normais e rebites	mm	6	6	8	8	12	4
ma dos Ø do arame	mm	3-6	3-6	4-8	4-8	6-12	1-4
mpremento min. e max. da haste do parafuso	mm	6-50	6-60	8-80	8-100	15-130	2-20 / 25
mpremento máximo de corte do arame	mm	75	75	110	120	170	39
dução máxima c/ regulador de velocidade	peças/min.	180	180	140	140	100	460
consumo de energia	Kw	5,5	5,5	7,5	7,5	15	4
so líquido	Kg	2.400	2.400	5.000	5.000	11.000	1.850

ensões das ferramentas standard:	Ø mm	-	-	-	-	-	-
cha de corte (max.)	Ø mm	16 (18)	16 (18)	20 (25)	20 (25)	35	14
triz (max.)	Ø mm	40 (45)	40 (45)	50 (60)	50 (60)	70	30
- estampador	Ø mm	30	30	35	35	50	22
tampador final	Ø mm	35	35	40	40	60	25

Opcionais : Extrator positivo no primeiro e/ou segundo punção.
 Mecanismo de retrocolocação do extrator (não vá-
 lido para a linha KH).
 Estabilizador do cabeçote movel horizontal.

A pedido: Caixa de insonorização.

O processo de deformação a frio do fio máquina, na fabricação de parafusos ou rebites, é hoje largamente utilizado por todos os fabricantes, com êxito absoluto.

Nossas prensas, projetadas para trabalhar em alta velocidade, permitem não só a fabricação racional de parafusos ou rebites, como também, a confecção de peças diversas, normalmente fabricadas em Tornos Automaticos de baixa produção e elevado custo, pois neste sistema, a perda de material, representa uma porcentagem altíssima no cálculo final.

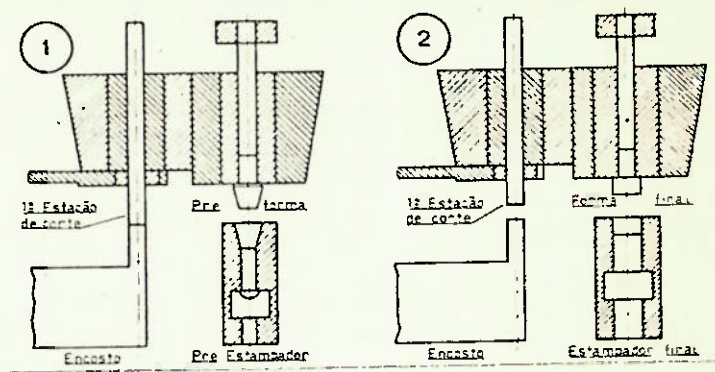
Na deformação a frio, a perda é nula uma vez que o sistema de corte de nossas prensas rápidas, não apresenta sequer, rebarbas, e cada pedaço de arame cortado, é inteiramente utilizado. (vide fig. 1). Após a estação de corte, o arame é transferido pelo braço de corte, até posicioná-lo em frente a matriz. Neste momento, o primeiro estampador, introduz o arame na matriz, agindo sobre ele com pressão suficiente para fazer o que chamamos de pre-forma. (vide fig. 2).

Em seguida, uma came de comando da placa de sustentação dos suportes, gira à 180º, posicionando desta forma o segundo punção, em frente a matriz. Neste momento, é pressionado o material através do dito punção, fazendo a forma final da cabeça, a seguir, a peça é retirada pelo sistema automático de extração. Um sistema de estabilizadores, superiores e laterais, permitem que o ferramental trabalhe sempre regulado, pois as diminutas folgas deixam de existir, uma vez que os estabilizadores se anulam por completo. Com isso, a durabilidade do ferramental aumenta consideravelmente, proporcionando significativa redução nos custos de fabricação.

função, forçar a peça a permanecer dentro da matriz, evitando danos as ferramentas. O extrator positivo pode ser usado tanto no primeiro, como no segundo golpe, ou ainda, em ambos, simultaneamente.

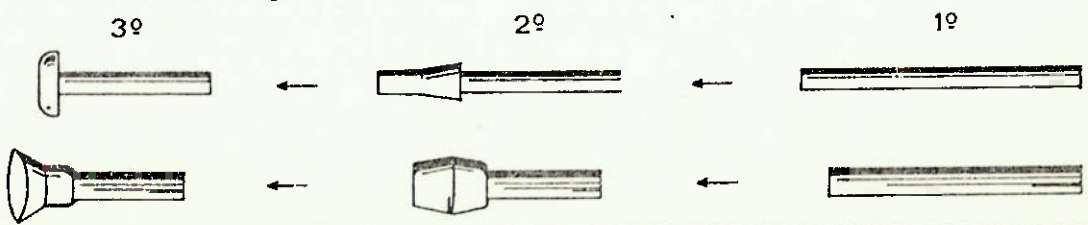
Em uma máquina tão precisa, é necessário que se tenha uma segurança perfeita, e para isto, nossos engenheiros desenvolveram um sistema de segurança elétrica, nos pontos sujeitos a quebras, evitando assim acidentes. O extrator da matriz é equipado com um micro-interruptor, que detém a máquina. Quando ocorre uma obstrução dentro da matriz, ou uma quebra do pino extrator, uma segurança pneumática é ativada, desligando o conjunto da alimentação de corrente, evitando que se produza peças defeituosas.

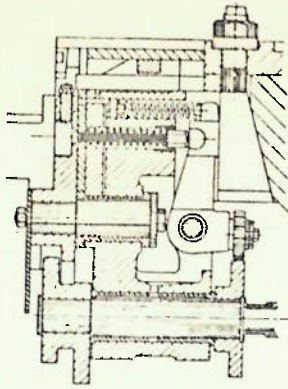
O sistema de lubrificação automático é dotado de um pressostato, que detém o equipamento, quando a pressão do óleo ultrapassa o mínimo exigido, eliminando assim a possibilidade de engripamento dos componentes móveis.



COLH.	CH2KH	CH4KH	CH00KE(L)	C0KE	C0HE	CH2KE	CH4KE
5	8	12	-	-	-	-	-
8	8	12	4	6	6	8	12
2-6	4-8	6-12	1-4	2-6	2-6	4-8	6-12
1-60	5-40	6-60	2-20 (25)	4-30	4-45	5-40	6-60 (80)
77	71	110	36	50	64	68	110
320	250	160	830	650	580	400	250
11	15	22	7	7	7	16	22
3.400	6.500	14.000	1.800	3.200	3.200	6.000	13.000
-	-	-	-	-	-	-	-
18	25	40	14	16	16	25	40
40	50	80	30	40	40	50	80
30	35	50	-	-	-	-	-
30	40	60	25	30	30	40	60

SEQUÊNCIA DA DEFORMAÇÃO A FRIO: ESTÁGIOS:





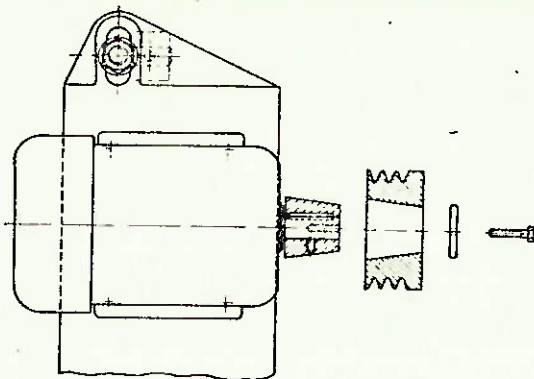
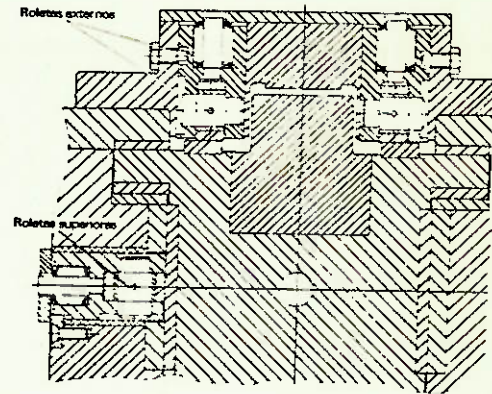
Extrator Positivo

Necessário para relações de recalque e para a fabricação de peças especiais, garantindo também que a peça permaneça na matriz evitando a quebra das ferramentas.

Pode ser usado também no primeiro e/ou segundo punção.

Estabilizador

O estabilizador é que mantém o cabeçote movel apoiado junto as laterais, diminuindo ainda mais as já diminutas folgas do mesmo, garantindo alta produção, mantendo constante o centro de estampagem prolongando a vida útil dos ferramentais.

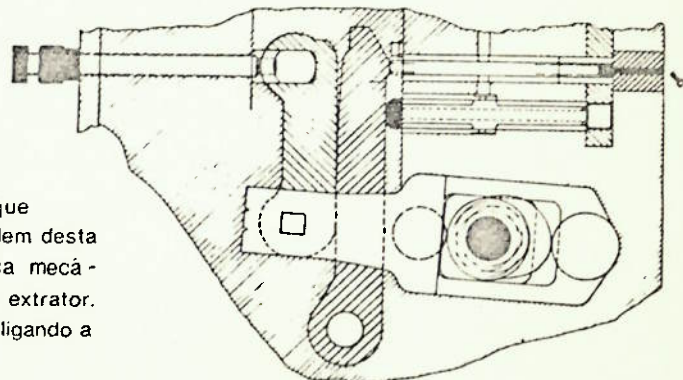


Polia "Troca Rapida"

Nossas prensas rapidas foram desenvolvidas para fabricar todos os parafusos de norma, dentro da capacidade de cada prensa em uma velocidade continua. Porem como e de conhecimento geral certos parafusos não podem ser fabricados em alta velocidade, por exemplo os de aço inoxidavel, para isto, desenvolvemos o Sistema de Polia Troca Rapida, (foto ao lado) com a qual em poucos minutos pode-se variar a velocidade com a troca da polia motora.

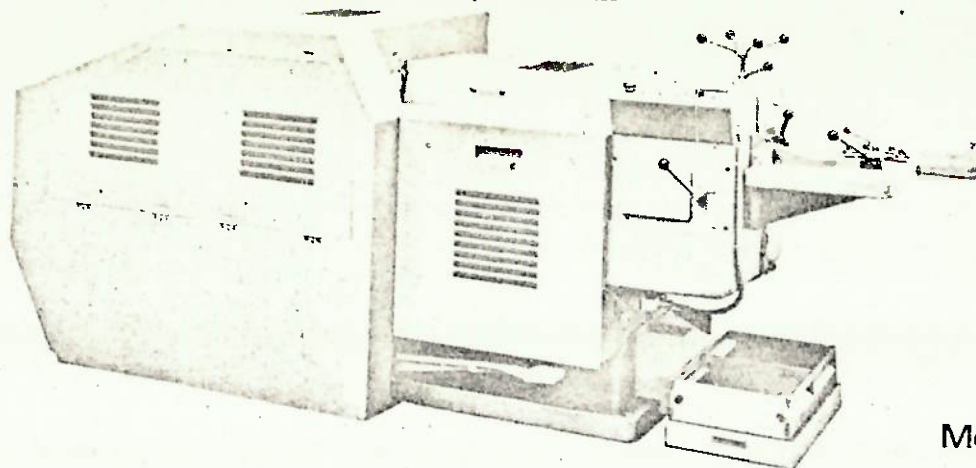
Extrator da Matriz

O conjunto extrator do parafuso foi desenvolvido de tal forma que paralelamente a regulagem do comprimento da haste desejada, regula-se também o curso de extração eliminando desta forma a regulagem individual, que na maioria das vezes é prejudicial ao conjunto extrator. Além desta vantagem, desenvolvemos também um sistema de segurança mecânica, que rompe duas placas quando há quebra no pino extrator. Nestas ocasiões, uma valvula pneumática e acionada desligando a alimentação do arame.



Prensas a frio de dupla ação alta produção

Em construção especial para a fabricação de esferas para rolamentos



Modelo CH 4 KR

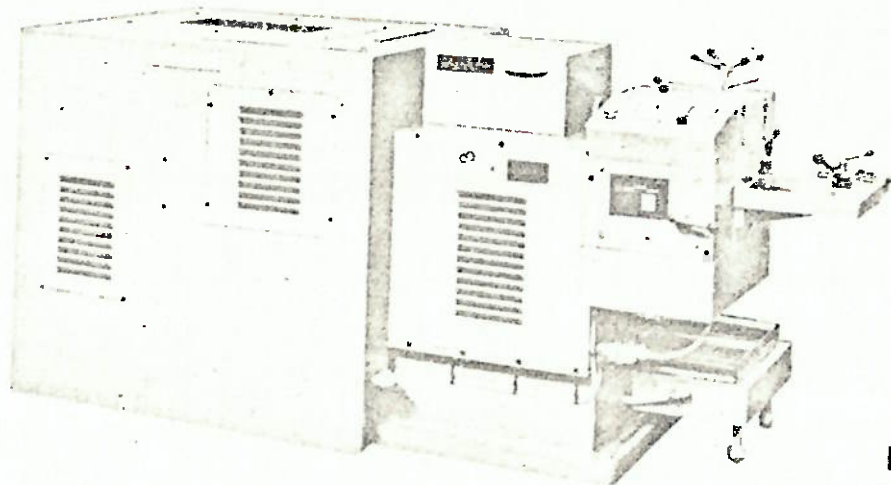
Diâmetro do arame (máx.)	MODÉLO:	CH 2 KR	CH 4 KR
em aço p/ roletes de rolamentos	mm	8	12,5
Comprimento dos roletes (aprox.)	mm	20	30
Comprimento de corte do arame (aprox.)	mm	30	35
Produção sem regulador de velocidade	peças/min.	250	160
Consumo de energia (aprox.)	Kw	15	22
Peso líquido	Kg	6.400	13.500

Sequência da deformação a frio:



O dimensionamento das ferramentas é feito de acordo com cada caso. (*)

Prensas a frio de alta produção de esferas p/ rolamentos



Sequência da deformação a frio:



Modelo C 0 KK

Diâmetro do arame (máx.)	MODÉLO:	CH 00 KK	C 0 KK	CH 2 KK	CH 4 KK
em aço p/ rolamento de esfera	Ø mm	3,9	5,1	9,1	13,5
Esfera acabada máxima	Ø mm	4,8	7,2	12,7	19
Produção sem regulador de velocidade	peças/min.	920	710	380/450	230/265
Consumo de energia (aprox.)	Kw	5,5	11	15	30
Peso líquido	Kg	1.800	3.200	6.300	13.000

Todas as prensas de alta produção p/ a fabricação de esferas vem equipadas com dois extratores positivos: Ejetor para a matriz; ejeter para o recalador. A produção depende do diâmetro da esfera. (*)

(*) A pedido: Caixa de Insonorização.

Máquina automática para apontar e chanfrar, modelo PN 2

Diâmetro máximo da haste		
chanfro, arredondamento e furar	mm	8
ponta espiga e pontiaguda	mm	6,5
Dimensões da gama dos diâmetros da haste	mm	4-8
Comprimento mínimo e máximo da haste	mm	6-80(100) *
Produção máxima com regulador de velocidade	mm	
chanfrar e apontar	peças/min.	...180
furar	peças/min.	...70/14
Consumo de energia aproximado	Kw	1,8
Peso líquido aproximado	Kg	1100

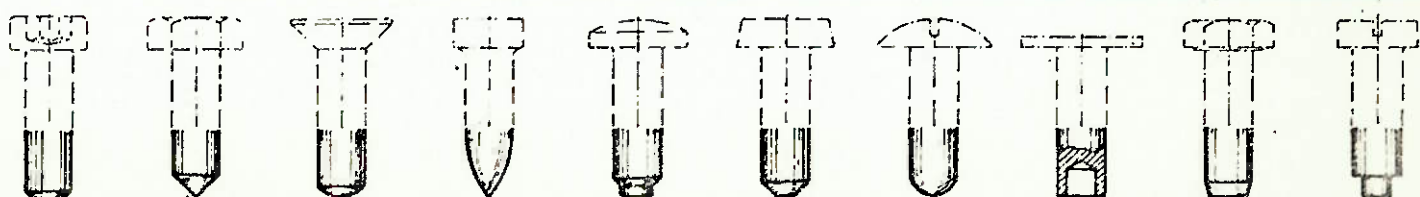
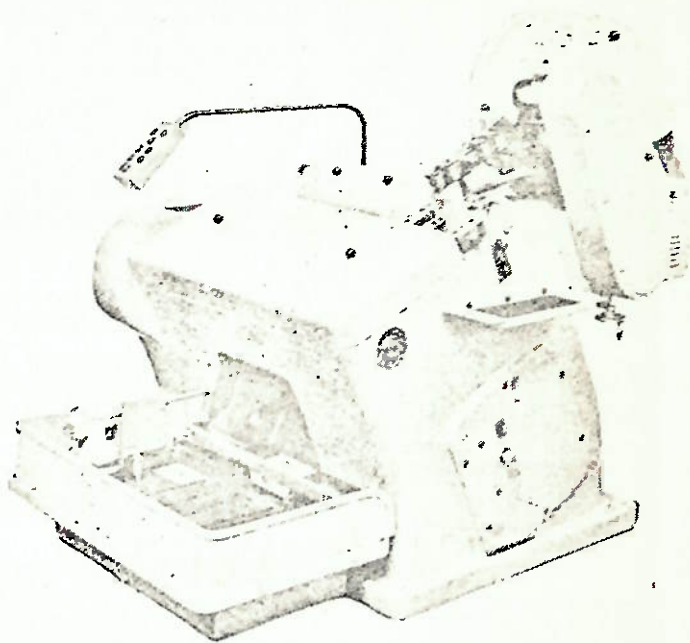
OPCIONAIS:

Dispositivo de furar

Sistema de alimentação automática com transportador individual dos parafusos sobre ou sub solo, a partir do tamanho PN 4

Sistema de alimentação automática com pás transportadoras sobre ou sub solo, a partir do tamanho PN 4, (Veja foto na página 14).

(*) O comprimento máximo da haste se reduz ao furar em 30 %



OUTRAS MARCAS DE NOSSA FABRICAÇÃO:

Prensas a frio de dupla ação
Prensas a frio de dupla ação alta produção
Prensas a frio de alta produção de esferas para rolamentos
Prensas a frio de dupla ação alta produção
em construção especial para a fabricação de roletes de rolamentos
Prensas a frio de dupla ação combinadas
para matriz aberta e fechada
Prensas a frio de simples golpe de alta produção

Prensa automática de extrusão a frio de duas matrizes e três golpes
Máquinas automáticas de fendar de alta produção
Máquina automática para recortar sextavado
Máquinas automáticas de laminar rosca
Máquinas automáticas de laminar rosca de alta produção

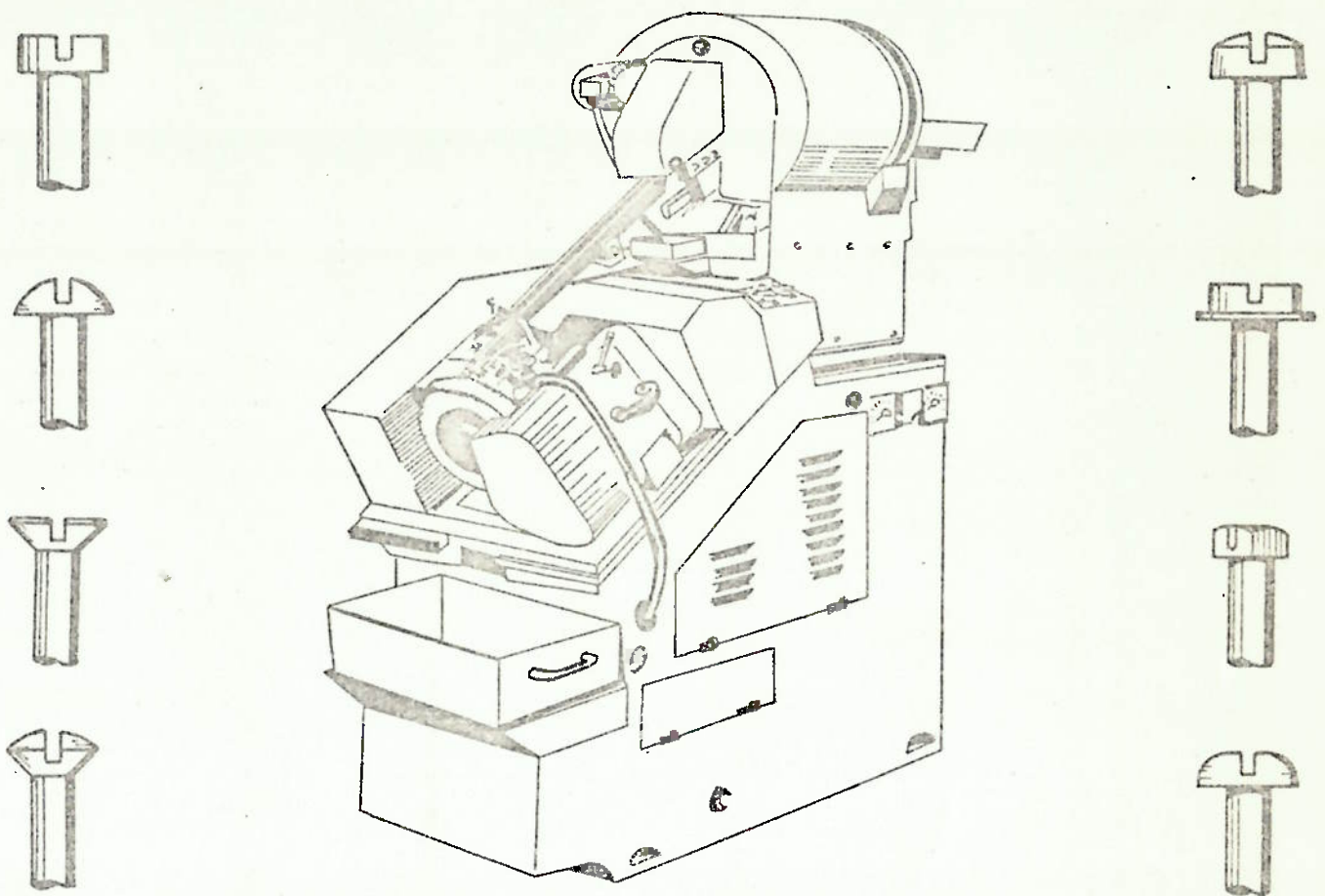
HILGELAND

HIMAFE Ind. e Com. de Máquinas e Ferramentas Ltda.

MÁQUINAS PARA DEFORMAÇÃO A FRIO
SUBSIDIÁRIA DA GEBR. HILGELAND - ALEMANHA

Rua Ferreira Viana, 761 - Tel. 246-3133 (PABX) - C. Postal 30587 - Telex (011) 23.000 - Socorro - Sto. Amaro - 04761 - S. Paulo

HILGELAND



Máquina Automática de alto rendimiento para ranurar Tornillos S1 - HS2S

- SISTEMA DE TRABAJO COMPLETAMENTE AUTOMATICO
- ASTILHAMENTO COMPLETO Y EFICIENTE
- TEMPO MÍNIMO DE REGULACIÓN
- COSTOS MÁS BAJOS
- MAYOR APROVECHAMIENTO Y VELOCIDAD DE TRABAJO
- SEPARACIÓN DE LAS VIRUTAS DE LOS TORNILLOS
- MAYOR DURABILIDAD DE LA SIERRA SINCRONIZADA PODENDO-SE OPTAR POR LO TRABAJO EN FAVOR O EN CONTRA EL SENTIDO DE ROTACIÓN

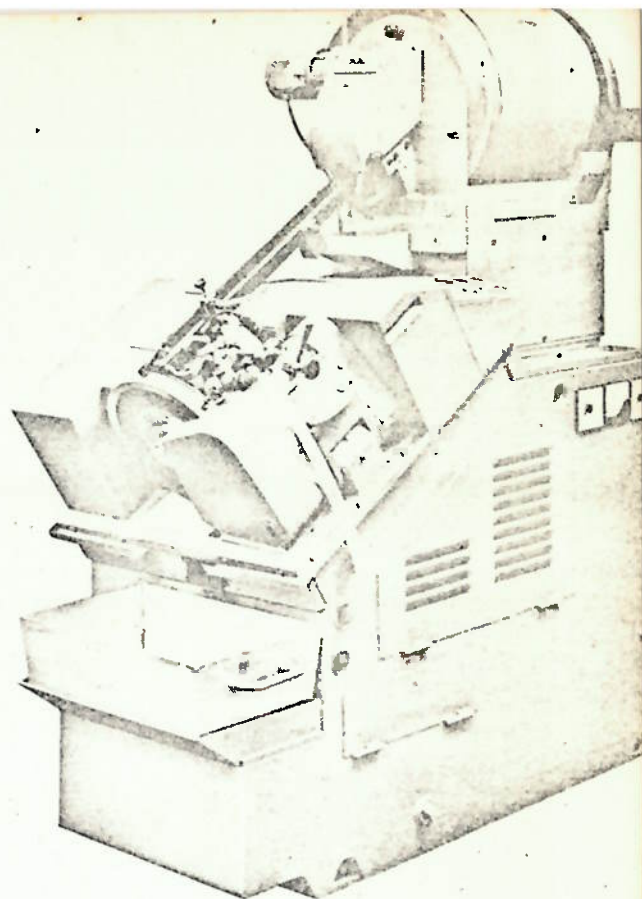
Dados Técnicos:

Tipo		S 1	HS 2 S
Diámetro de espiga máximo	...mm	M 6	M 10
Alcance de los diámetros de los pernos	...mm	2-6	2- 10
Longitud mínima y máxima de la espiga	...mm	4-60	4-100
Rendimiento regulable sin escalonamiento hasta un máximo de piezas/min.	...2000	...2000	
Potencia necesaria	apr. Kw	3	6
Peso neto	apr. Kg	1000	3000
Espacio necesario	m ²	1,3	2,2
φ de las sierras circulares	mm	100-50	100-50

Observaciones principales

Ejecución: Forma de construcción cerrada.

Elementos de accionamiento e soporte de los útiles exento de vibraciones



CUERPO DE LA MAQUINA: combinación de construcción de soldadura e fundición especiales S-1 y construcción de fundición especial HS2S.

DISPOSITIVO DE CARGA: Alta productividad por medio del tambor cilíndrico. Rotaciones de dos velocidades por medio del motor de polos múltiples.

ALIMENTACION: Gran eficiencia es obtenida por la aplicación de los carriles de alimentación fabricado en acero de nitración y disco transportador de gran precisión.

ACCIONAMIENTO: El disco de alimentación es accionado por medio de un variador continuo permitiendo el ajuste preciso de la velocidad de acuerdo con el material del tornillo que va a ser ranurado.

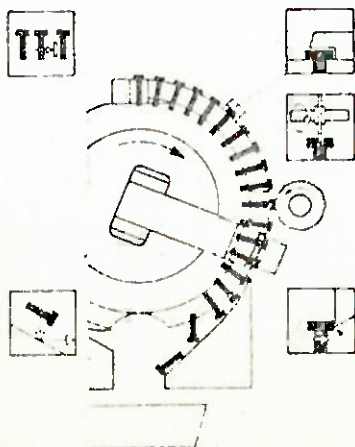
SIERRA: La velocidad de la sierra es regulable de manera continua, para la confección del tornillo en favor o en contra el sentido de rotación del disco de alimentación permitiendo la velocidad de corte ideal a cada tipo de material que va a ser trabajado haci como fierro, acero, latón y acero inoxidable.

REBORDAMENTO: El rebordador es ajustable en dos direcciones permitiendo por medio de un dispositivito basculante ajustar-se a todos los tipos de cabezas.

SEPARACION DE VIRUTAS: Los tornillos ranurados son recojidos separadamente de las virutas.

DISPOSITIVO DE SEGURIDAD: La máquina es dotada de seguridad eletrônicas, que evitan la sobrecarga de las sierras de ranurar, haci como que tornillos de cabeza mas pequenã o tornillos de diâmetro mayor pasen por la sección de renurajen. La máquina automática de ranurar HILGELAND fue desenvuelta para proporcional trabajo racional en la ranura de tornillos en gran cantidad.

En la construcción fueran respectadas las disposiciones de un sensillo manejo e fácil control de todas las funciones de la máquina. La regulación e cambio de una dimensión para otra pueden se hacer dentro de un tiempo extremadamente corto por lo ajustador de la máquina.



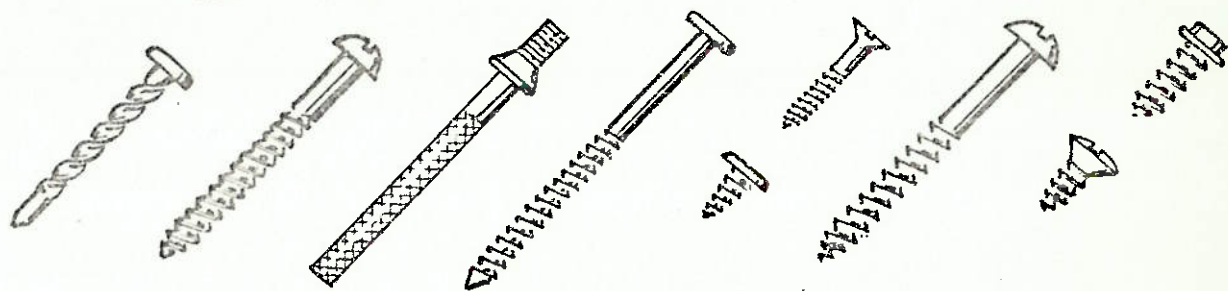
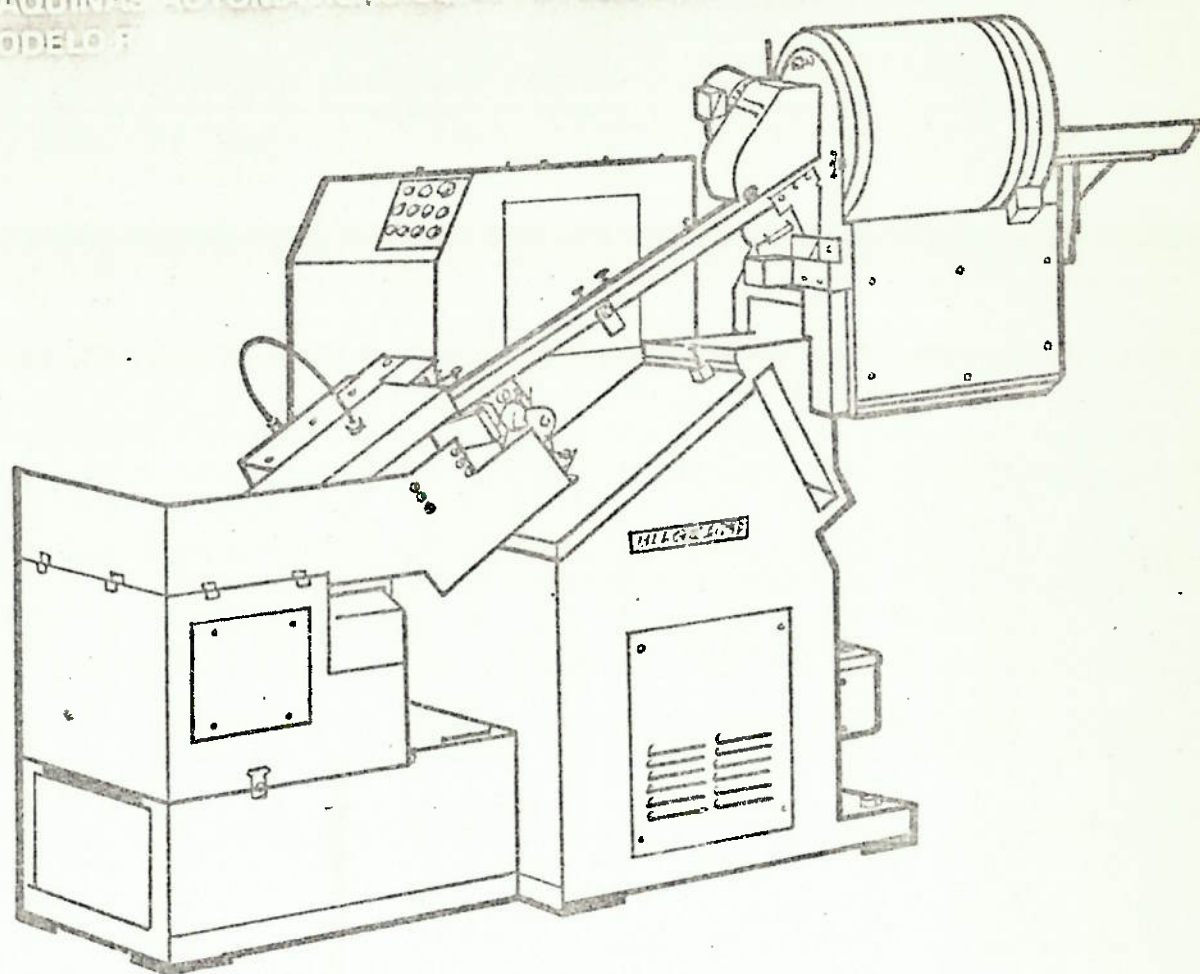
RESERVAMOS NOS LO DERECHO DE HACER ALTERACIONES SIN PRÉVIO AVISO

HIMAFE

IND. COM. DE MAQS. E
FERRAMENTAS LTDA.

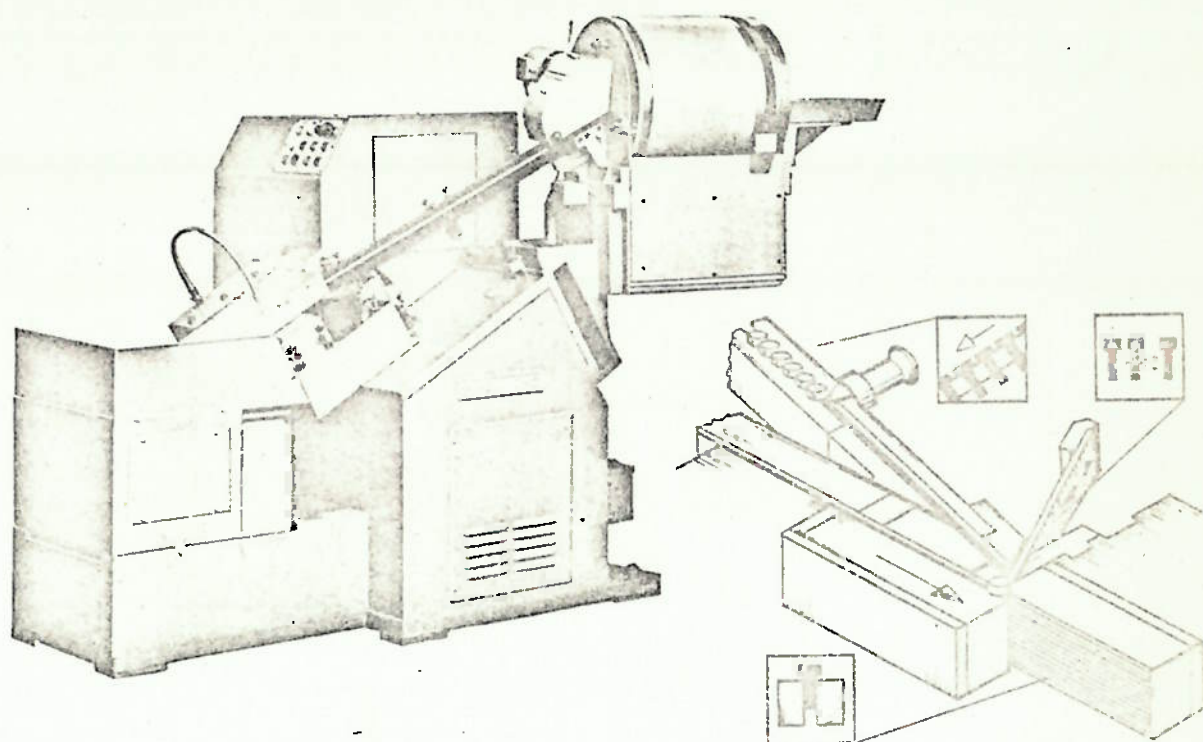
HILGELAND

MAQUINAS AUTOMATICAS DE ALTA PRODUÇÃO PARA LAMINAR ROSCAS
MODELO F



HIMAFE

INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MÁQUINAS E FERRAMENTAS LTDA.
04761 Rua Ferreira Viana, 761 - Tel. 246-3133 - Telex (011) 23000 ICMF BR
Socorro - Santo Amaro - São Paulo - Brasil



Modelo		RO(L)	R1(L)	R2(L)	TR 4(L)
Diâmetro máximo da haste		M4	M6	M8	M12
p/parafusos de alta resistência e parafusos inoxidáveis		M4	M6	M8	M12
p/parafusos normais		B 3,5	B 4,8	B 6,3	
p/parafusos rosca metal		O 3	O 4	O 6	O 10
p/parafusos rosca auto-atarrachante		(60)*	60(80)*	80(100)*	130(170)*
Comprimento máximo da haste	mm	(40)*	40(60)*	50(80)*	80(130)*
Comprimento máximo da rosca	mm				
Produção com regulador de velocidade	pos/min	850	600	450	180
Consumo de energia aprox.	aprox. kw	4	7	11	15
Peso líquido	aprox. kg	1800	2300	4000	4800

Pentes para rosquear "Hilgeland"

Medidas standard

Comprimento x largura x altura da rosca

Medidas especiais

da altura do pente max.

mm	58	85	115	130	150	150	190	230
	25x32	25x42	30x52	35x58	40x83	40x83	50x105	50x105
mm	42*	62*	82*	108*	134*	134*		

Opcionais

Alimentador automático sob ou sub solo, a partir do tamanho TR 4.

Solicitar informações a respeito da gama de trabalho para laminar materiais de alta resistência e inoxidáveis.

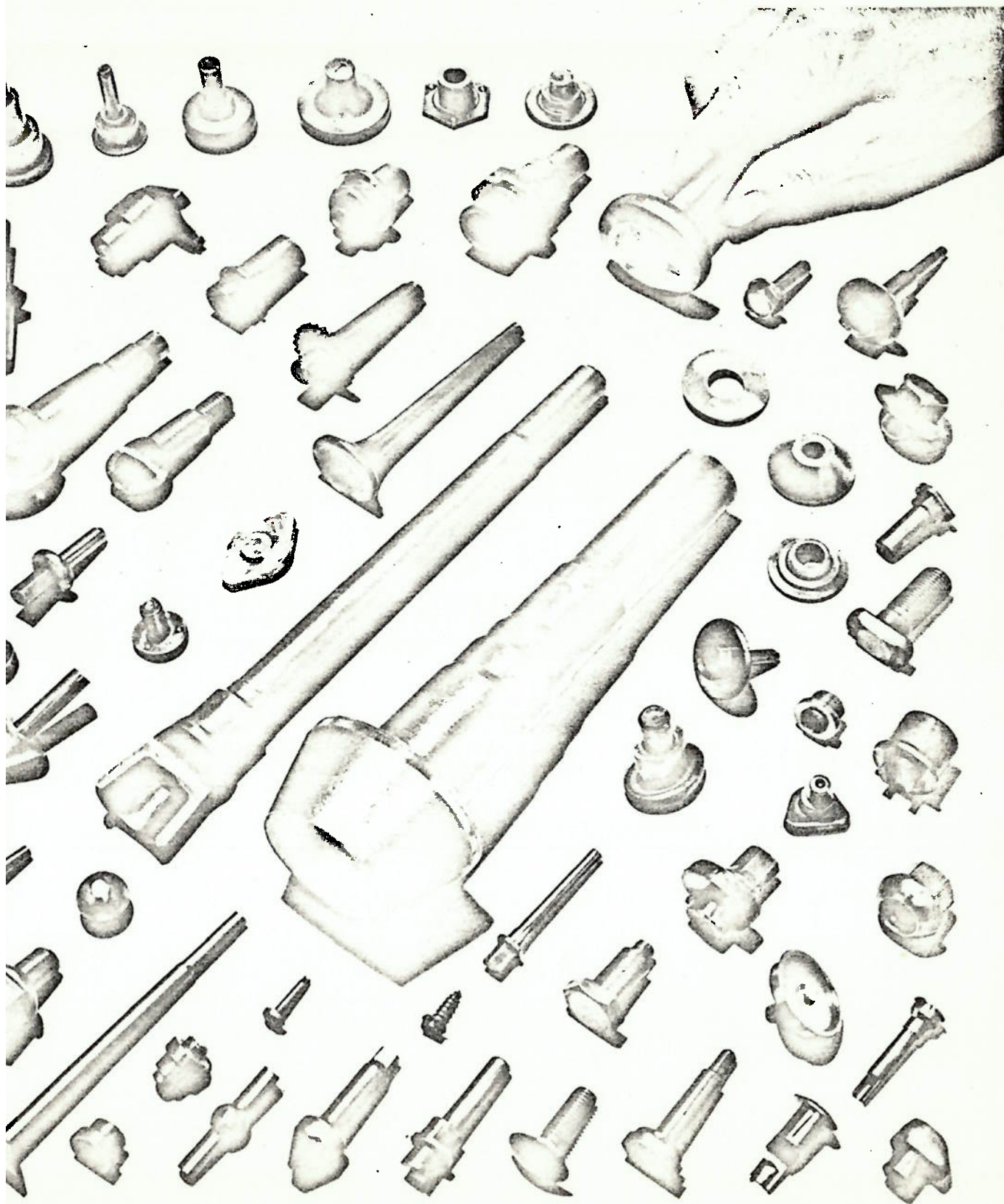
Execuções especiais para maiores comprimentos de rosca.

Contents

Upset parts and materials	5
Production rates	5
Advantages of upsetting	5
Upsetting guidelines	6
Combining with extrusion	6
Why two processes	6
Volume required for upsets	8
Maximum upset diameters	11
Materials upset	11
Formability range	11
Lubricants	12
Dimensional tolerances	12
 Machines for upsetting	13
Types of machines used	13
Single-stroke headers	13
Double-stroke headers	13
Three-blow, two-die headers	14
Progressive or transfer headers	14
Boltmakers	14
Cold nut formers	14
Cold formers	14
 Tooling for upsetting	16
Requirements for cutoff blanks	16
Design of cone tools	16
Increasing the amount of upset	17
Use of pins in cone tools	19
Sliding cone tools	20
Design of knockout pins	21
Other causes of pin breakage	21
Advanced tool design	22
Upsetting tool materials	22

Copyright ©MCMLXXI by National Machinery Co.,
Tiffin, Ohio. Reproduction or use of editorial or pictorial
content, in any manner, is prohibited without written
permission.

Fig. 1—Typical parts made by upsetting and related operations such as extruding, piercing and trimming. In upsetting, force is applied to metal contained between punch and die to overcome elastic limit and cause deformation of the material.



Upset parts and materials

Highly complex shapes, in almost any forgable metal can be produced by upsetting, heading, and extrusion; either separately or in combination.

Upsetting is a forging operation. Force applied to the end of a metal bar or wire, contained between punch and die, exceeds the material's elastic limit and causes plastic flow. The diameter increases while the length decreases.

Many different shaped parts can be produced by upsetting or heading. When combined with other metal-forming operations such as extrusion, piercing, trimming and threading, possibilities of the process are almost unlimited. Typical parts made by these operations are shown in figure 1.

The largest single use of upsetting is in cold forming heads on fasteners. Millions of fasteners are produced in this way. Because of economies gained, the number of other parts being upset is growing constantly.

Symmetrical parts are most often cold-formed, but unsymmetrical upsets are also produced commercially. Changing cross-sections from round to

square, hexagonal or some other shape is also common.

Production rates. Since modern upsetting is linked closely with high-volume fastener making processes, heading is primarily a high-speed, high-volume production method. In many cases, however, economic advantages of the process make production runs of 50,000 parts or less practical.

Production rates vary with part size and the complexity of the machines. For example, small unpierced rivets (figure 2) are headed at 36,000 per hour, and No. 8 size screw blanks at 27,000 per hour. Bolts $\frac{3}{8}$ inch in diameter can be headed, pointed and threaded at a rate of 15,000 per hour. More complex shaped parts of similar size are produced at 9,000 per hour. For larger more complicated workpieces, production speeds range down to about 2,400 per hour.

Cold-headed parts vary from balls

only $\frac{1}{2}$ mm in diameter to stem pinions or shafts weighing seven pounds or more. Raw material used is coiled wire, rod or bars up to two inches in diameter, occasionally even larger.

Upsetting machines are frequently rated by maximum diameter cutoff capacity. For example, a $\frac{3}{16}$ -inch cold header can shear alloy steel up to $\frac{3}{16}$ -inch in diameter. This size machine may have a maximum feed length of 2 $\frac{3}{4}$ inches, but feeds up to 4 $\frac{1}{2}$ inches can be provided for long work. In general, feed lengths may be up to 14 times the rated diameter but this can vary.

Advantages of upsetting. Since upsetting is a metal moving process, material savings are substantial when compared to cutting. Most headed parts result in no material waste. When piercing or trimming are necessary to complete a part shape, waste is usually less than 10 to 20 percent compared to 50 to 80 percent when the parts are made by machining. More consistently uniform parts produced by upsetting also reduce waste because there are fewer rejects.

Since heading or forming outputs are high, fewer machines are generally needed to meet production requirements. This results in reduced capital equipment cost, maintenance and floor space requirements.

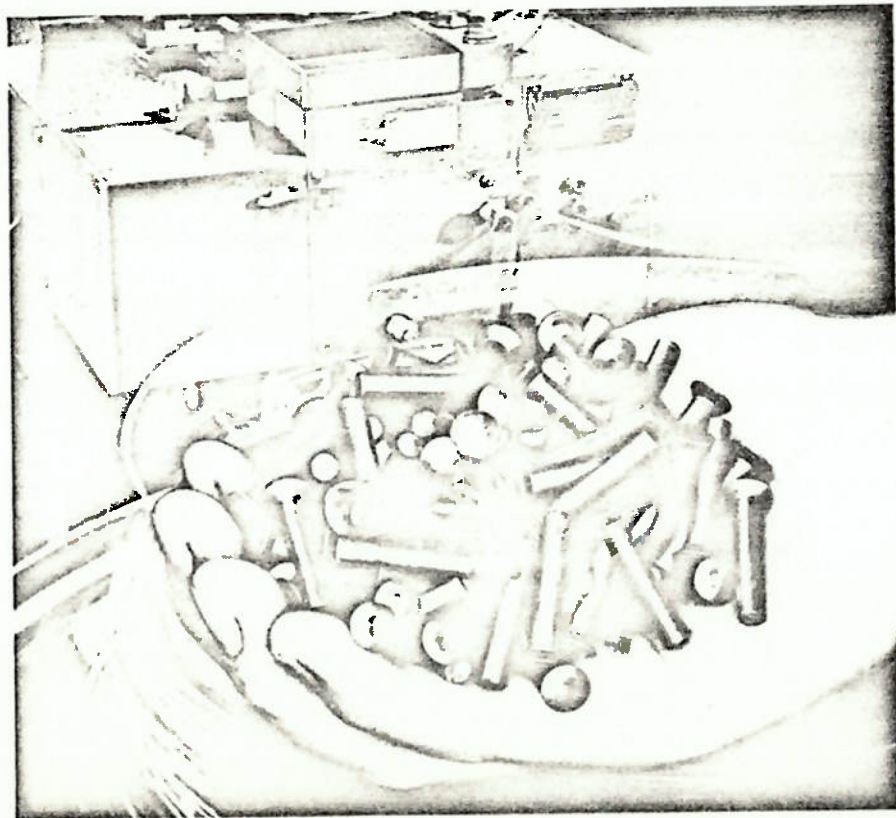


Fig. 2—Production rates in upsetting vary with the size of the workpieces and complexity of the machines. These small unpierced rivets are headed at the rate of 36,000 per hour. Production of larger parts ranges down to 2,400 per hour.

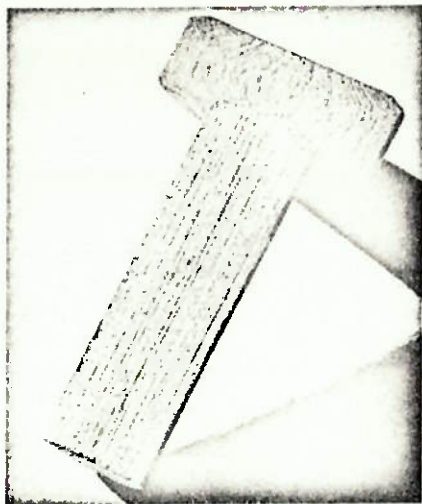


Fig. 3—Grain flow follows the part contour in upsetting. Increased strength resulting from cold working sometimes allows smaller parts to be used. In other cases, lower cost raw materials may be used because of the improved physical properties.

Cold headed parts have improved physical properties. Cold working kneads the metal and makes it stronger. Grain flow follows part contour in (figure 3). Parts can sometimes be made smaller without sacrificing strength. In other cases, lower cost raw material may be used. For example, plain-carbon or low-alloy steels may meet the service requirements of heat-treated alloy steels.

Good surface finishes and dimen-

sional accuracies are obtained in upsetting. Many parts are complete and ready to use as they come from the machine. Others require only minimal secondary operations.

Upsetting guidelines. Upsetting is accomplished by inserting a blank of specific length into a stationary die (figure 4). The bore of the die is made a few thousandths of an inch larger than the outside diameter of the blank. A punch moves toward the die and contacts that portion of the blank protruding from the die. Continued advance of the punch upsets the blank.

Impressions in the punch or die (or both) determine the upset shape. Some parts are upset in the punch, some in the die, some in both punch and die, and others in open air between punch and die.

At the moment of contact between punch and blank, that portion of the blank to be upset extends out of the die unsupported by either die or punch. If this length is too long it bends instead of upsetting uniformly. The maximum length that can be upset without bending is expressed in multiples of the diameter. Thus a $\frac{1}{2}$ -inch diameter blank extending one inch outside the die, has two diameters of unsupported length.

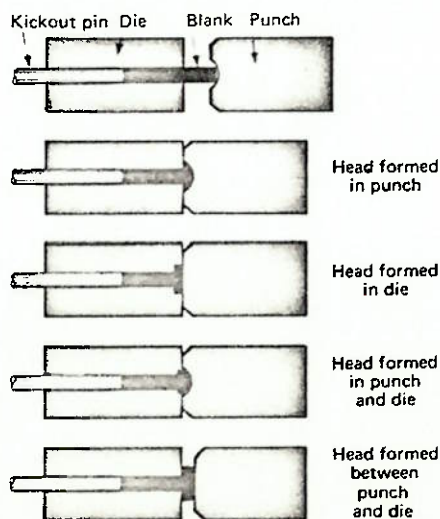


Fig. 4—In upsetting, punch moves toward the stationary die and forms that portion of the blank protruding from the die. Some parts are upset in the punch, some in the die, some in both punch and die, and others between the punch and die.

In general up to $2\frac{1}{4}$ or $2\frac{1}{2}$ diameters can be upset in one blow. If this volume of stock is not enough to form the required upset, two or more blows can be used. A second general rule is about $4\frac{1}{2}$ diameters can be upset in two blows. When a sliding punch is used to support part of the blank during upsetting, up to about $6\frac{1}{2}$ diameters can be upset in two blows.

In multiple die machines, the total number of diameters that can be upset is limited by the number of blows available. Normally an average of about 2 diameters can be upset per blow. Thus on such machines about 4 diameters can be upset in two blows, 6 diameters in three blows, etc. By using a sliding cone tool for the first blow, larger volumes can be gathered with fewer blows, thus allowing other forming or trimming operations to be performed in the remaining dies. The sequence of operations for upsetting and trimming bolt blanks in a four-die Boltmaker is seen in figure 5.

Combining with extrusion. Multiple-die machines often combine upsetting with extruding to form large-head, small-shank parts. Contrary to upsetting, extrusion reduces the diameter of the initial stock while increasing its length. The amount of diameter reduction is expressed as percent reduction in area.

For reductions in area of 30 to 40 percent or more, the blank is trapped (or totally enclosed) before extrusion. Less reduction can usually be done without trapping depending on the material. Reductions in area of over 90 percent have been obtained in trap extruding some materials.

Why two processes? The reason for discussing extrusion in an article on upsetting is that parts made by combining the two processes can have from six to ten or more shank diameters in the upset. A typical part produced in this way is illustrated in figure 6.

Since extruding and heading are separate operations, each with its own

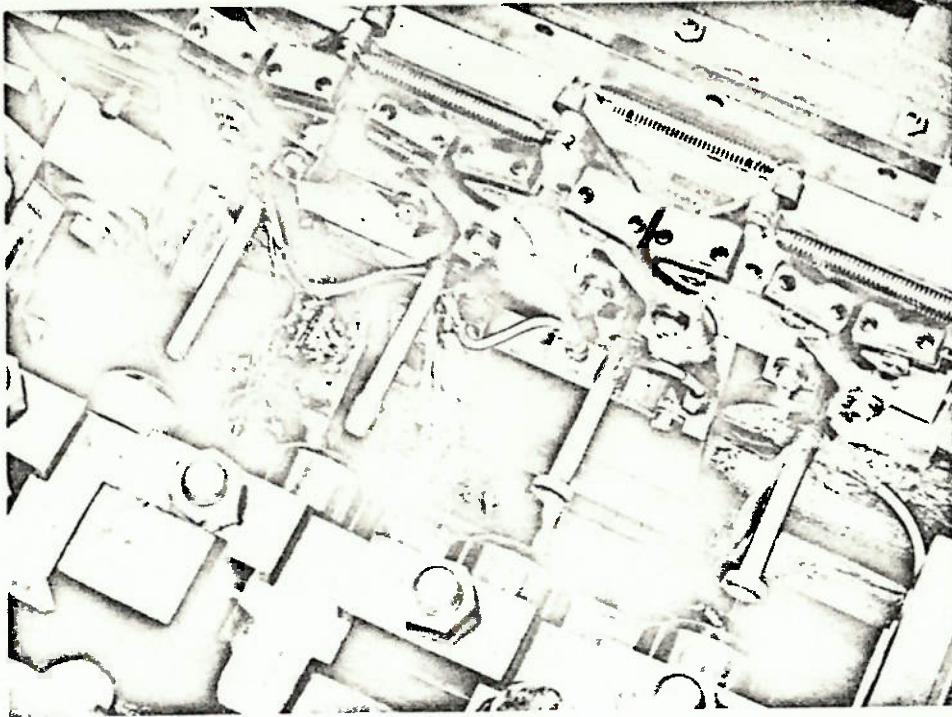


Fig. 5—Sequence of operations for upsetting and trimming bolt blanks in a four-die Boltmaker. These machines are widely used for making completely finished hexagonal head and socket head capscrews of material up to 1½ inch diameter.

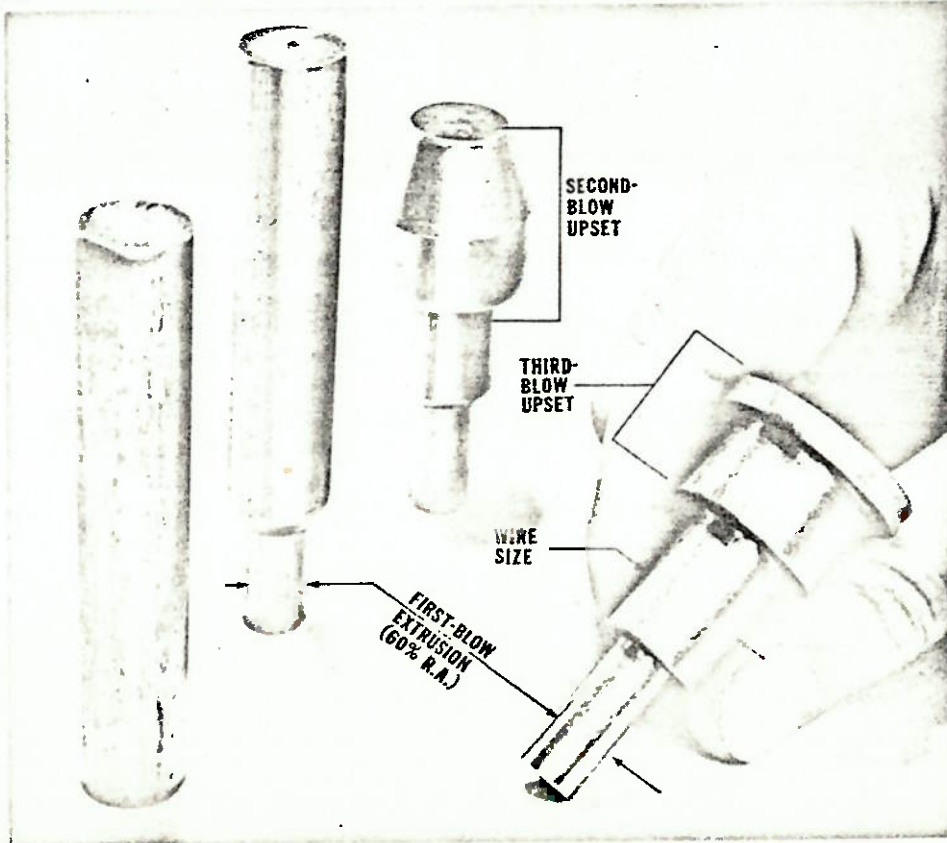


Fig. 6—Typical part produced by combining extruding and upsetting on a multiple die forming machine. Extruding reduces the diameter of the initial stock while increasing its length and upsetting increases diameter and decreases length.

limits, the maximum deformations must be figured separately. By starting with stock larger in diameter than the required shank, then extruding the shank and finally upsetting the head, maximums can be reached for both extruding and upsetting based on the initial stock size. For example, $\frac{1}{2}$ inch diameter stock extruded to a reduction in area of 80 percent and then upset to 6 diameters of initial stock size results in an upset having 70 diameters of the extruded shank size.

Volume required for upsets. The volume for cylindrical upsets, in multiples of blank diameter, can be calculated with the formula given in figure 7. A nomograph, figure 9, can also be used to determine the number of diameters in cylindrical upsets.

A third method of calculating the number of diameters is by unit weight. The accompanying table gives the weights of unit lengths of steel wire which can be used in conjunction with the formula:

$$h = \frac{W_D H}{W_d d}$$

An example of this method is given in figure 8. W_D for the 0.625 inch diameter is found to be 0.08694 by moving across the top row of the table to column 0.600 and then down to the weight across from 0.025. Then W_d for the 0.312 inch diameter is found to be 0.02167 by moving across to column 0.300 and down to the weight opposite 0.012. By substituting these values in the formula, there is found to be three diameters in the upset.

This same weight method can be used to determine the number of diameters in heads of complicated shape. First, a sample part should be accurately weighed. Then the weight of the shank is found by locating the diameter in the table and multiplying this unit weight by the shank length. This shank weight is subtracted from the part weight, and remainder is the head weight or $W_D H$ in the formula. By dividing this by $W_d d$, the number of diameters in the head is obtained.

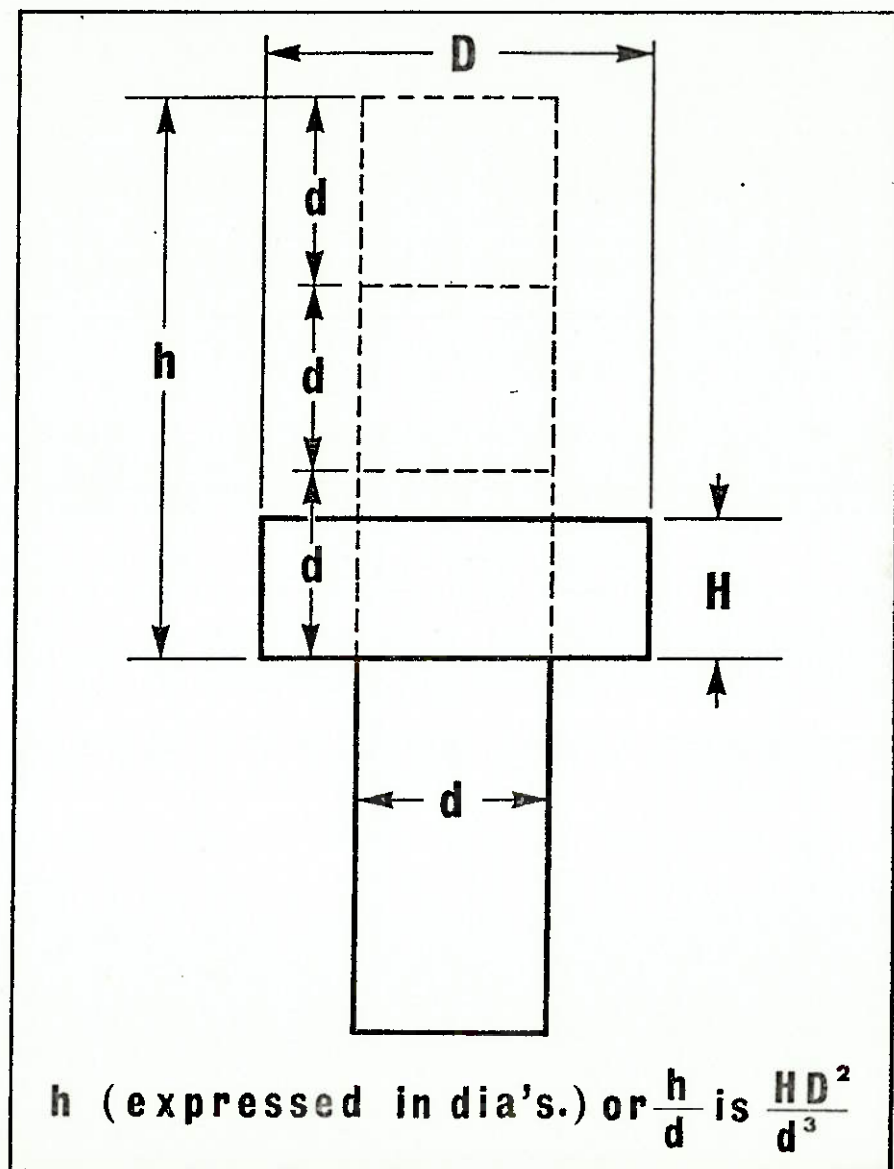


Fig. 7—Volume of material required for forming cylindrical upsets is generally expressed in multiples of blank diameter d , and can be calculated from this formula, where D is the finished diameter and H is the height of the completed upset.

Weight of Unit Lengths of Steel Wire (Weight in 0.001 lb.)

Diam	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800
0.000	2.23	8.90	20.03	35.61	55.64	80.13	109.06	142.45	
0.001	2.27	8.99	20.17	35.79	55.87	80.39	109.38	142.81	
0.002	2.32	9.08	20.30	35.97	56.09	80.66	109.69	143.17	
0.003	2.36	9.17	20.43	36.15	56.31	80.93	110.00	143.52	
0.004	2.41	9.26	20.57	36.33	56.53	81.20	110.31	143.88	
0.005	2.45	9.35	20.71	36.51	56.76	81.47	110.63	144.24	
0.006	2.50	9.45	20.84	36.68	56.99	81.74	110.94	144.60	
0.007	2.55	9.54	20.98	36.87	57.21	82.01	111.26	144.95	
0.008	2.60	9.63	21.12	37.05	57.44	82.28	111.57	145.31	
0.009	2.64	9.72	21.25	37.23	57.67	82.55	111.89	145.67	
0.010	2.69	9.82	21.39	37.41	57.89	82.82	112.20	146.03	
0.011	2.74	9.91	21.53	37.60	58.12	83.09	112.52	146.40	
0.012	2.79	10.00	21.67	37.78	58.35	83.36	112.84	146.76	
0.013	2.84	10.10	21.81	37.96	58.58	83.64	113.15	147.12	
0.014	2.89	10.19	21.95	38.15	58.80	83.91	113.47	147.48	
0.015	2.94	10.29	22.09	38.33	59.03	84.18	113.79	147.84	
0.016	2.99	10.38	22.23	38.52	59.26	84.46	114.11	148.21	
0.017	3.05	10.48	22.37	38.70	59.49	84.73	114.43	148.57	
0.018	3.10	10.58	22.51	38.89	59.72	85.01	114.75	148.93	
0.019	3.15	10.68	22.65	39.08	59.95	85.29	115.07	149.30	
0.020	3.20	10.77	22.79	39.26	60.19	85.56	115.39	149.66	
0.021	3.26	10.87	22.93	39.45	60.41	85.84	115.71	150.03	
0.022	3.31	10.97	23.08	39.64	60.65	86.11	116.03	150.39	
0.023	3.37	11.07	23.22	39.83	60.88	86.39	116.35	150.76	
0.024	3.42	11.17	23.37	40.01	61.12	86.67	116.67	151.13	
0.025	3.48	11.27	23.51	40.20	61.35	86.94	116.99	151.49	
0.026	3.53	11.37	23.65	40.39	61.58	87.22	117.32	151.86	
0.027	3.59	11.47	23.80	40.58	61.82	87.50	117.64	152.23	
0.028	3.65	11.57	23.95	40.77	62.05	87.78	117.96	152.60	
0.029	3.70	11.67	24.09	40.96	62.29	88.06	118.29	152.97	
0.030	3.76	11.77	24.24	41.16	62.52	88.34	118.61	153.34	
0.031	3.82	11.88	24.39	41.35	62.76	88.62	118.94	153.70	
0.032	3.88	11.98	24.53	41.54	62.99	88.90	119.26	154.08	
0.033	3.94	12.08	24.68	41.73	63.23	89.19	119.59	154.44	
0.034	4.00	12.19	24.84	41.92	63.47	89.47	119.92	154.82	
0.035	4.06	12.29	24.98	42.12	63.71	89.75	120.24	155.19	
0.036	0.288	4.12	12.40	25.13	63.95	90.03	120.56	155.56	
0.037	0.305	4.18	12.50	25.28	64.19	90.32	120.90	155.93	
0.038	0.321	4.24	12.61	25.43	64.42	90.60	121.23	156.31	
0.039	0.338	4.30	12.71	25.58	64.66	90.88	121.56	156.68	
0.040	0.356	4.36	12.82	25.73	64.90	91.17	121.89	157.05	
0.041	0.374	4.43	12.93	25.89	65.15	91.45	122.21	157.42	
0.042	0.393	4.49	13.04	26.03	65.39	91.74	122.54	157.79	
0.043	0.411	4.55	13.14	26.19	65.63	92.03	122.87	158.16	
0.044	0.431	4.62	13.25	26.34	65.87	92.31	123.21	158.55	
0.045	0.451	4.68	13.36	26.49	66.11	92.60	123.54	158.93	
0.046	0.471	4.74	13.47	26.65	66.35	92.88	123.87	159.30	
0.047	0.491	4.81	13.58	26.80	66.60	93.17	124.20	159.68	
0.048	0.513	4.88	13.69	26.96	66.84	93.46	124.53	160.06	
0.049	0.534	4.94	13.80	27.11	67.08	93.75	124.87	160.44	

Diam	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800
0.050	0.556	5.01	13.91	27.27	45.07	67.33	94.04	125.20	160.82
0.051	0.579	5.07	14.02	27.42	45.27	67.57	94.33	125.53	161.19
0.052	0.602	5.14	14.13	27.58	45.47	67.82	94.62	125.87	161.57
0.053	0.625	5.21	14.25	27.74	45.68	68.07	94.91	126.20	161.95
0.054	0.649	5.28	14.36	27.89	45.88	68.31	95.20	126.54	162.33
0.055	0.673	5.35	14.47	28.05	46.08	68.56	95.49	126.88	162.71
0.056	0.698	5.42	14.59	28.21	46.28	68.81	95.78	127.21	163.09
0.057	0.723	5.49	14.70	28.37	46.48	69.05	96.08	127.55	163.47
0.058	0.749	5.56	14.82	28.53	46.69	69.30	96.37	127.89	163.86
0.059	0.774	5.63	14.93	28.69	46.89	69.55	96.68	128.22	164.24
0.060	0.801	5.70	15.05	28.85	47.10	69.80	96.98	128.56	164.62
0.061	0.828	5.77	15.16	29.01	47.30	70.05	97.28	128.90	165.00
0.062	0.856	5.84	15.28	29.17	47.50	70.30	97.54	129.24	165.39
0.063	0.883	5.91	15.40	29.33	47.71	70.55	97.84	129.54	165.77
0.064	0.911	5.99	15.51	29.49	47.92	70.80	98.13	129.92	166.15
0.065	0.940	6.06	15.63	29.65	48.13	71.05	98.43	130.26	166.54
0.066	0.970	6.13	15.75	29.82	48.33	71.30	98.73	130.59	166.93
0.067	0.999	6.21	15.87	29.98	48.54	71.56	99.02	130.94	167.31
0.068	1.03	6.28	15.99	30.14	48.75	71.81	99.32	131.28	167.70
0.069	1.06	6.36	16.11	30.31	48.96	72.07	99.62	131.63	168.08
0.070	1.09	6.43	16.23	30.47	49.17	72.32	99.92	131.97	168.47
0.071	1.12	6.51	16.35	30.64	49.38	72.57	100.21	132.31	168.86
0.072	1.15	6.58	16.47	30.80	49.59	72.82	100.51	132.65	169.25
0.073	1.19	6.66	16.59	30.97	49.80	73.05	100.81	133.00	169.63
0.074	1.22	6.74	16.71	31.13	50.01	73.33	101.11	133.34	170.02
0.075	1.25	6.82	16.83	31.30	50.22	73.59	101.41	133.69	170.41
0.076	1.29	6.89	16.96	31.47	50.43	73.85	101.71	134.03	170.80
0.077	1.32	6.97	17.08	31.63	50.64	74.10	102.01	134.38	171.19
0.078	1.35	7.05	17.20	31.80	50.86	74.36	102.32	134.72	171.58
0.079	1.39	7.13	17.33	31.97	51.07	74.62	102.62	135.07	171.98
0.080	1.42	7.21	17.45	32.14	51.28	74.87	102.92	135.42	172.37
0.081	1.46	7.29	17.58	32.31	51.50	75.13	103.22	135.77	172.76
0.082	1.50	7.37	17.70	32.48	51.71	75.39	103.53	136.11	173.15
0.083	1.53	7.45	17.83	32.65	51.92	75.65	103.83	136.46	173.54
0.084	1.57	7.54	17.95	32.82	52.14	75.91	104.14	136.81	173.94
0.085	1.61	7.62	18.08	32.99	52.36	76.17	104.44	137.16	174.33
0.086	1.65	7.70	18.21	33.19	52.57	76.43	104.74	137.51	174.72
0.087	1.68	7.78	18.33	33.33	52.79	76.69	105.05	137.86	175.12
0.088	1.72	7.87	18.46	33.51	53.00	76.95	105.36	138.21	175.52
0.089	1.76	7.95	18.59	33.68	53.22	77.22	105.68	138.56	175.91
0.090	1.80	8.03	18.72	33.85	53.44	77.48	105.99	138.91	176.31
0.091	1.84	8.12	18.85	34.03	53.66	77.74	106.29	139.26	176.70
0.092	1.88	8.20	18.98	34.20	53.88	78.01	106.59	139.62	177.10
0.093	1.92	8.29	19.11	34.38	54.10	78.27	106.89	139.97	177.50
0.094	1.97	8.38	19.24	34.55	54.32	78.53	107.20	140.32	177.89
0.095	2.01	8.46	19.37	34.73	54.54	78.80	107.51	140.68	178.29
0.096	2.05	8.55	19.50	34.90	54.76	79.05	107.81	141.03	178.69
0.097	2.09	8.64	19.63	35.08	54.98	79.33	108.13	141.39	179.09
0.098	2.14	8.73	19.77	35.26	55.20	79.60	108.44	141.74	179.49
0.099	2.18	8.81	19.90	35.43	55.42	79.86	108.75	142.09	179.89

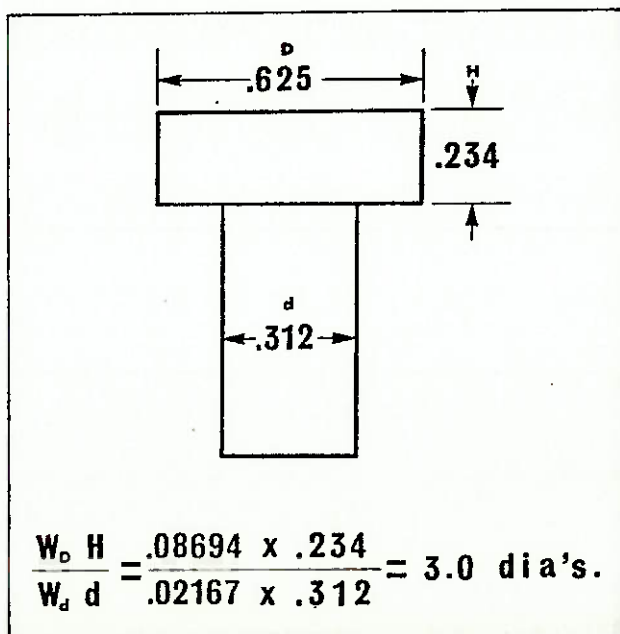
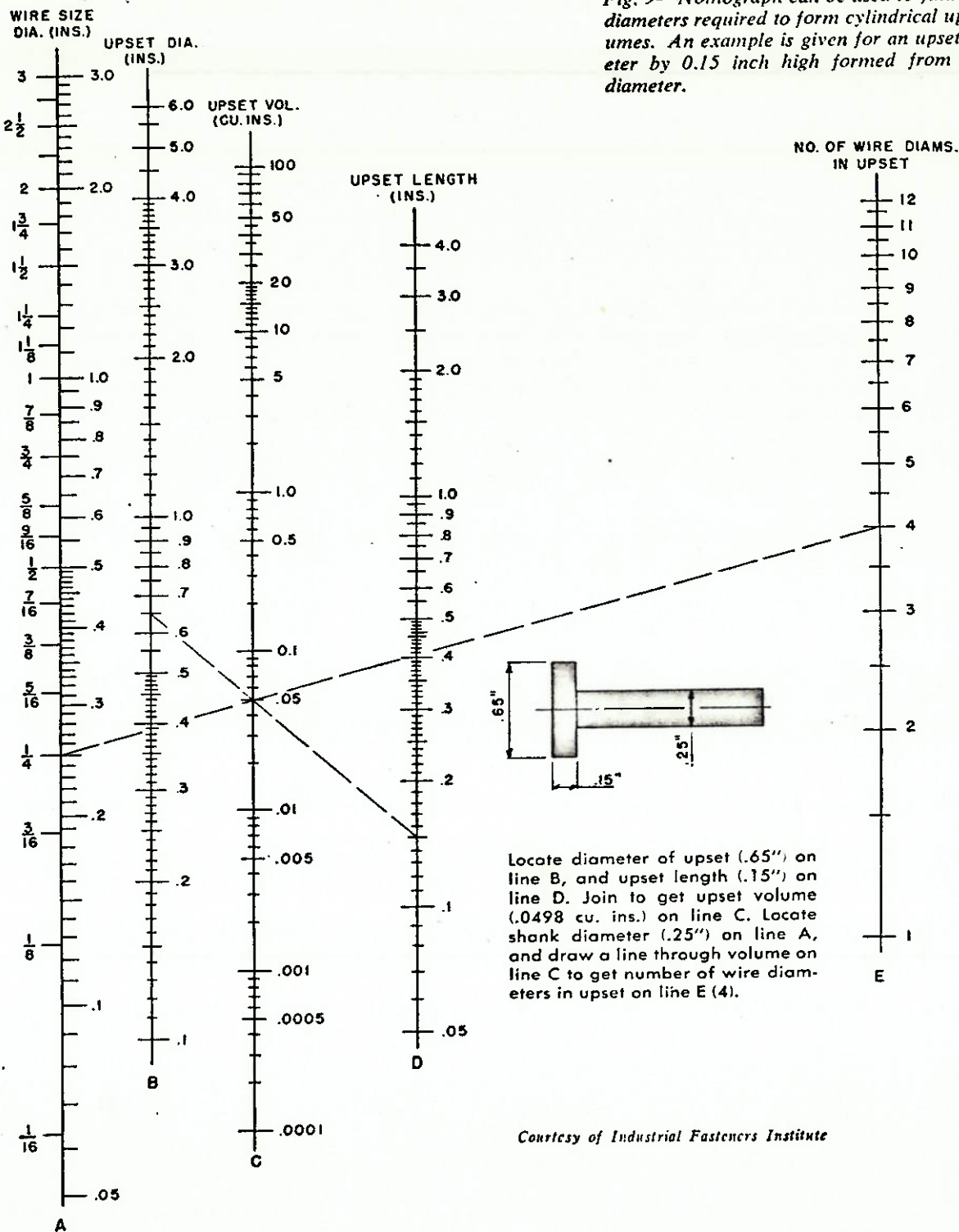


Fig. 8—Example of another method of calculating number of diameters required to form cylindrical upsets, using weights of unit lengths of steel wire.



Maximum upset diameters. When cold heading low-carbon steel there are some limitations relative to the ability to deform without cracking or splitting. Generally accepted maximum diameter limits are shown in figure 10. Free upsets between the die and punch do not contain the metal at the sides of the upset. Under these conditions, maximum upset diameter is about $2\frac{1}{2}$ times the blank diameter. For upsets where the metal is contained in or controlled by the punch surfaces (which tend to hold the metal together), maximum upset diameter is about three times the blank diameter. Maximum upsets also depend on the quality of the material. There are examples of upsetting four times the blank diameter.

Amount of upsetting is sometimes referred to as reduction in height expressed in percentage. For example, upsetting of bolt and capscrew heads usually results in a 50 to 60 percent reduction in height. Percent reduction in height can be figured as follows:

$$\frac{L - H}{L} \times 100$$

where L = length of stock to be upset, in inches

and H = height of finished upset, in inches

Materials upset. Material specifications for various parts are usually determined by their end-use requirements. Since cold working adds strength and improved physical properties to metals, end results are as good as and frequently superior to parts made by other manufacturing processes.

Materials that are cold headed range from aluminum alloys to medium-carbon steels. Stainless steels as well as copper and nickel alloys can also be formed cold. Medium to high carbon and alloy steels, as well as some exotic materials can also be formed but may require special equipment and techniques that are becoming more commonplace as metalforming technology advances.

Formability range. The formability of any metal depends on its strength—its resistance to being deformed. Yield strength of a metal is that point where the metal begins to deform permanently. Tensile strength is the point at which the metal separates or tears apart. Plastic flow takes place when applied force overcomes yield strength. If the metal is stressed beyond its tensile strength during forming, however, it splits, cracks or breaks. The

formability range is therefore that range between the yield and tensile strengths of a particular metal.

Tensile strengths (ultimate strengths based on initial areas) found in most technical handbooks differ from "true" tensile strengths (the applied loads divided by the cross-sectional areas of the parts at time of fracture). It is these true tensile strengths that must be considered in forming or upsetting. When an upset is under a compressive load, the resultant radial pressure within the upset causes circumferential fibers to be placed in tension. This could cause separation of the fibers at their weakest points, resulting in head cracking. Such a condition should not be confused with shear cracking which results in cracks at an angle of 45 degrees to the direction of applied load.

As metal is cold worked, it strains or work-hardens due to reorganization of the microstructure. Work hardening, resulting from a series of forming operations, increases the yield strength faster than the tensile strength, thus narrowing the formability range. Depending on the material composition this range can become so narrow that further attempts to cold form can fracture the metal.

Work hardening partially accounts

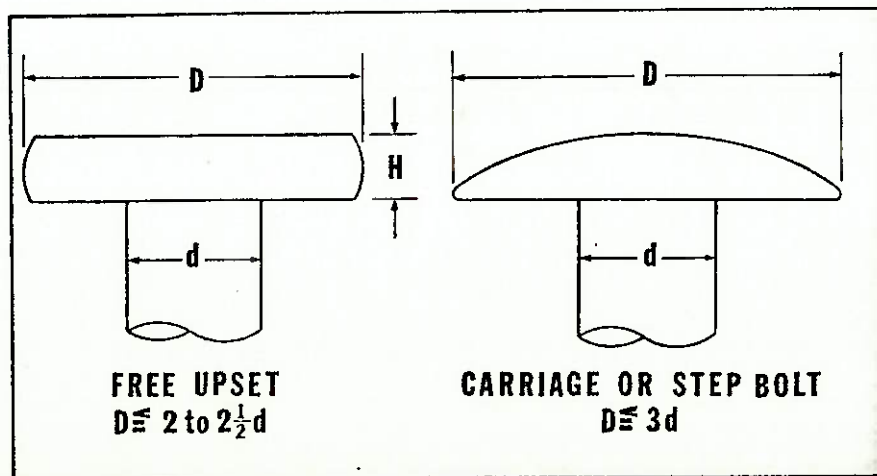


Fig. 10—In free upsetting low carbon steel between die and punch, maximum head diameter should not exceed about $2\frac{1}{2}$ times wire diameter.

for the increased strength of formed parts, but it also increases tooling pressures required to deform the metal. A tensile strength of about 100,000 psi is generally the maximum for forming typical parts to obtain satisfactory tool life, required part tolerances, and adequate economy of production.

Increasing carbon and alloy content in steels decreases formability. Low-carbon steels (containing up to about 0.20 percent carbon) are the most common for upsetting. While this amount of carbon is too low to permit a marked response to heat treatment, material strength is substantially improved by cold working. Medium-carbon steels (containing up to about 0.45 percent carbon), which respond to quench-and-temper heat treatment, are fairly easy to cold work. As the carbon content increases, however, headability decreases.

Alloy steels with more than 0.45 percent carbon fall in the difficult-to-head range. These materials, plus some grades of stainless steel, present a challenge to metalforming techniques, and shorter tool life can be anticipated. To assist in forming parts such as Phillips recessed-head screws from such materials, the wire is sometimes heated as it enters the machine. Heat reduces the yield and tensile strengths of the materials, thus making them easier to head.

Microstructure of steel also affects its formability. Cold working can sometimes take place during the wire drawing process prior to heading. In such cases the metal is work hardened

and its tensile strength is increased over the hot-rolled condition. For difficult-to-form materials or where severe deformation is to be performed, annealing after drawing can be specified. Annealing rearranges the microstructure to produce a softer, more ductile steel that can be deformed easier.

Lubricants. Wire coatings provide the lubricant barrier between tooling and the rapidly moving workpiece material. Such coatings, plus any lubricant added at the dies, prevent metal-to-metal contact. Various coatings used for steel wire, starting with the least expensive, are:

Soap paste; often used as the lubricant for wire drawing, is also suitable for light upsetting such as in the production of short rivets with small heads.

Aluminum stearate; a coating applied to pickled and limed wire or rod during the drawing operation and serves as the lubricant for the broad middle range of heading operations. It is suitable for all but the most severe upsetting work.

Phosphate; a coating chemically bonded to the wire, and usually followed by a soap coating, it is good for severe deformations. The phosphate crystals are able to slip and shear when pressure is applied, and provide high covering properties and good lubricity.

Molybdenum disulfide; one of the most effective barrier substances known, but it is expensive. It is usually applied with other coatings for extremely severe deformation, and is

also valuable as an additive to liquid die lubricants.

Copper-clad coatings; sometimes used in forming stainless steel. Thickness and uniformity of the coating are important, and the copper must be removed from the workpieces by using acid.

Oxalate; about as good as copper as a coating for stainless steel. It can be removed from the formed parts by a hot caustic wash.

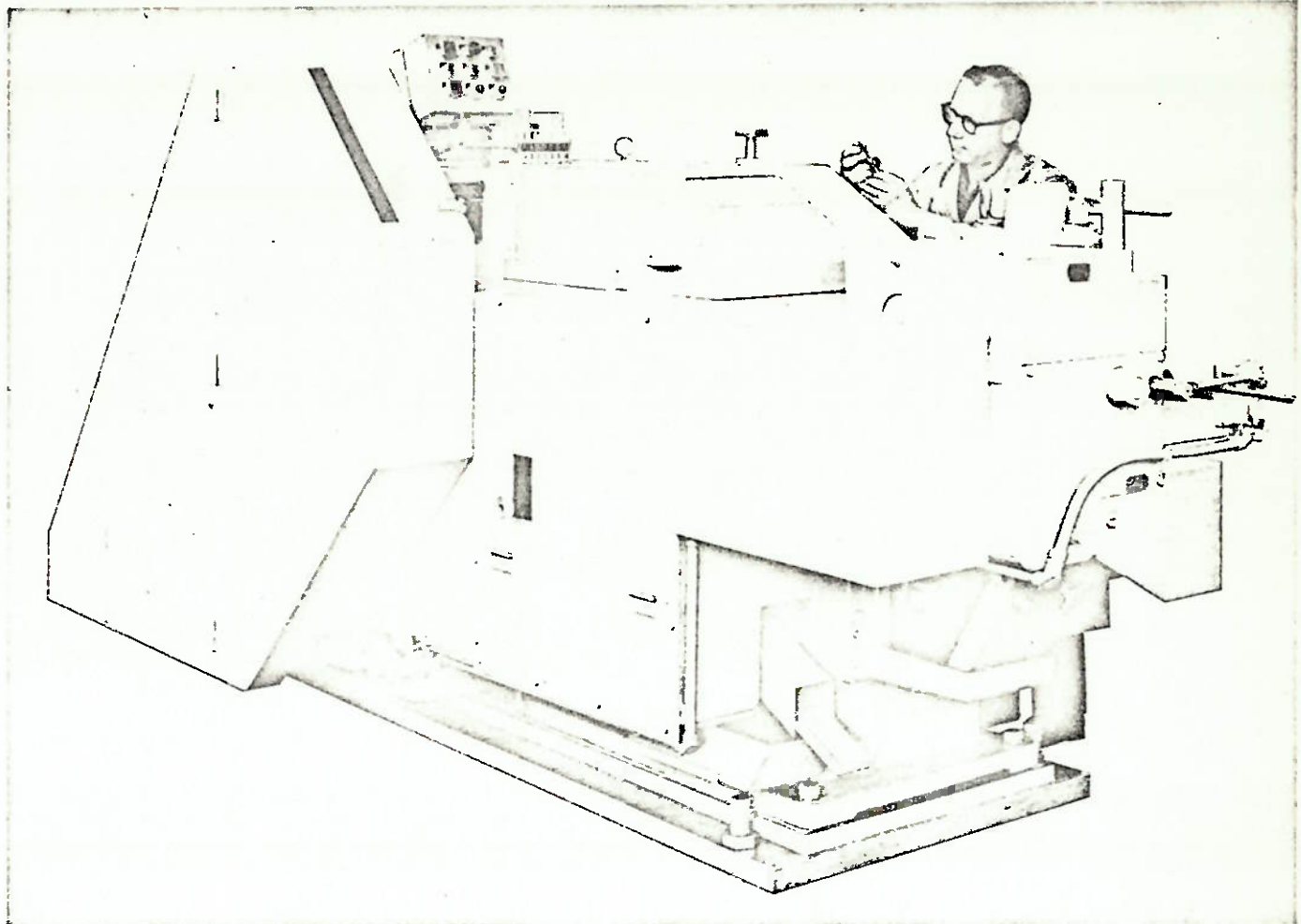
Commercial waxes or animal fats; generally used to coat nonferrous materials.

Dimensional tolerances. Tolerances that can be maintained in upsetting are difficult to define because they vary with the style of the upset. As with any manufacturing process, part costs increase when tolerances are specified closer than required by the part application. When sizing dies are used, parts have been cold formed to tolerances of 0.0005 inch. After prolonged use, however, the dies wear and parts lose size.

Part tolerances can also be affected by length-to-diameter ratios, the materials being formed, workpiece sizes, diemaking practices, and the quality of the machines and maintenance practices. Specifically, diameter tolerances can be easily held within those specified for standard fasteners. Lengths can usually be maintained within 0.005 inch without difficulty, although a tolerance of ± 0.005 inch is more practical from economical tool manufacturing and production points of view.

Machines for upsetting

The machines used for upsetting vary from small single-die single-stroke units, to multi-die fully automatic monsters that gobble raw wire or bar stock and turn out formed parts at a rate of seven tons per hour.



Types of machines used. Headers and formers are common terminology for upsetting machines, although these names are not too descriptive. The very nature of the operations performed demands rugged machines, but some are small (weighing as little as 2,600 pounds) and some are large (500,000 pounds), with varying degrees of capability. Since only so much metal can be formed in one blow, the number of dies and wire-size capacity are generally used to describe specific machines. Most machines have wire feeding, cutting, part transferring and kickout capabilities.

Single-stroke headers have one die and one punch. They are used to make simple parts that can be formed in one blow. Ball headers are a variation of this type machine. Production

speeds of such machines range up to 600 parts per minute.

Double-stroke headers, such as the $\frac{3}{8}$ -inch capacity machine shown in figure 11, have one die and two punches. Two heading blows are made on each blank in the one die. First the upsetting, gathering or coning punch contacts the workpiece. Then as the heading slide moves back from the die, the punch rocker oscillates to position the finishing punch on the centerline of the die for the second blow. This is the most popular type machine for producing screw blanks and other fasteners. Size capacities range up to $\frac{3}{4}$ inch, and speeds vary up to 450 parts per minute. Some tubular rivet headers are double-stroke machines with mechanisms specially designed for heading and extruding the parts.

Fig. 11—Double-stroke header, with capacity to handle material up to $\frac{3}{8}$ inch in diameter, has one die and two punches. First an upsetting or coning punch forms each part. Then a finishing punch is indexed into position for a second stroke.

Three-blow, two-die headers, such as the machine shown in figure 12, have two dies and three punches. Of the same basic design as double-stroke headers, these machines provide the added advantage of extruding or upsetting in the first die before double-blow heading or heading and trimming in the second die. Such machines are used to produce large-head, small-shank special fasteners and parts by combining trapped extrusion and upsetting in one simple header. They are also suitable for making stepped-diameter parts where transfer between dies would be difficult.

Progressive or transfer headers, figure 14, are multiple station machines with two to five dies and an identical number of punches. A simple transfer mechanism moves the workpieces from the cutter through the successive dies. Multiple upsetting blows, combined with extruding, piercing and trimming, make these versatile machines ideal for long-shank parts. Capacities range up to materials one inch in diameter, with workpiece lengths up to nine inches under the heads.

Boltmakers are three- or four-die headers that combine heading, trimming, pointing and threading in one machine. They are widely used for making completely finished hexagonal head and socket head capscrews, and their versatility permits producing a wide variety of threaded special parts. Capacities range up to materials $1\frac{1}{4}$ inches in diameter, and production rates vary up to 300 parts per minute.

Cold nut formers are five-die machines specially designed for producing standard and special nuts. A simple transfer mechanism rotates the blanks end-for-end between successive dies, figure 13. This allows working of the metal on both sides to produce well-filled, high-quality nut blanks with insignificant waste. Capacities range up to nuts one inch and larger.

Cold formers provide four, five or six dies with a variety of transfer mechanisms for increased versatility. All forming operations can be com-

bined on such machines for making odd-shaped parts. They can be arranged to feed wire, bar or slugs, and can form metal cold or warm. Extra-

large formers can handle material up to two inches in diameter or even larger.

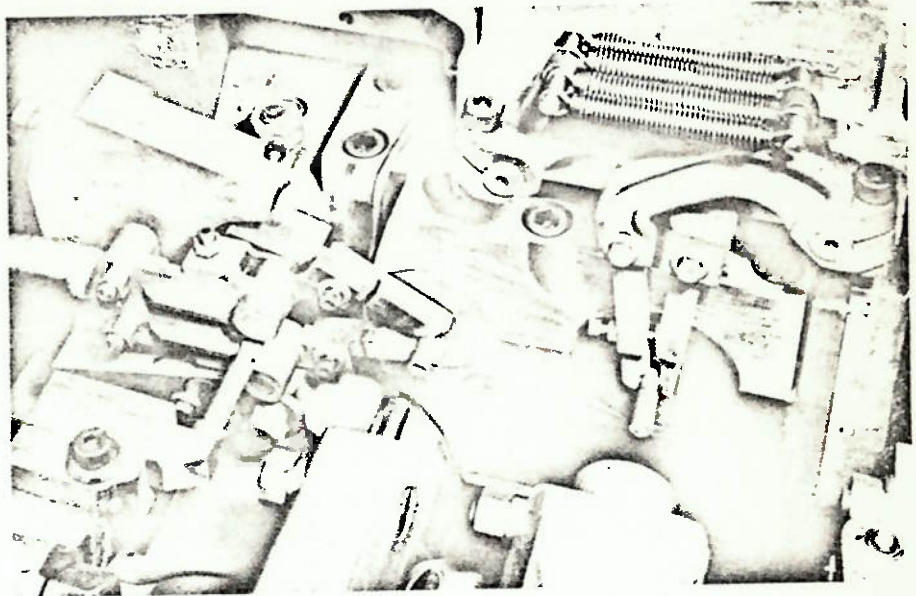


Fig. 12—Three-blow, two-die header has two dies and three punches. Extruding or upsetting can be done in the first die before double-blow heading or heading and trimming in the second die. Large-head, small-shank parts are produced.

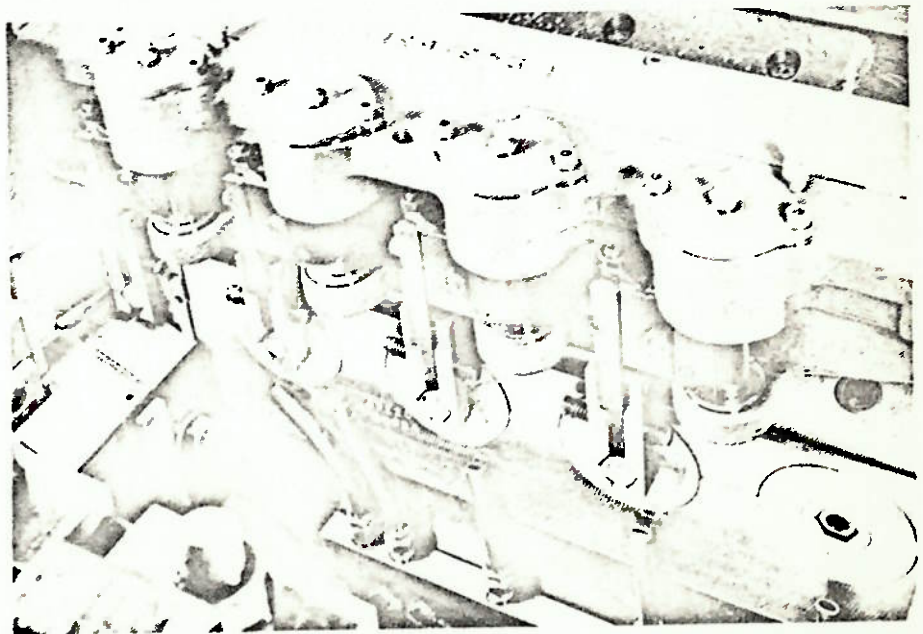


Fig. 13—Cold nut former has transfer mechanism that rotates blanks end-for-end between successive dies, thus allowing working of metal on both sides to produce well-filled, high-quality nut blanks with a minimum of waste material.

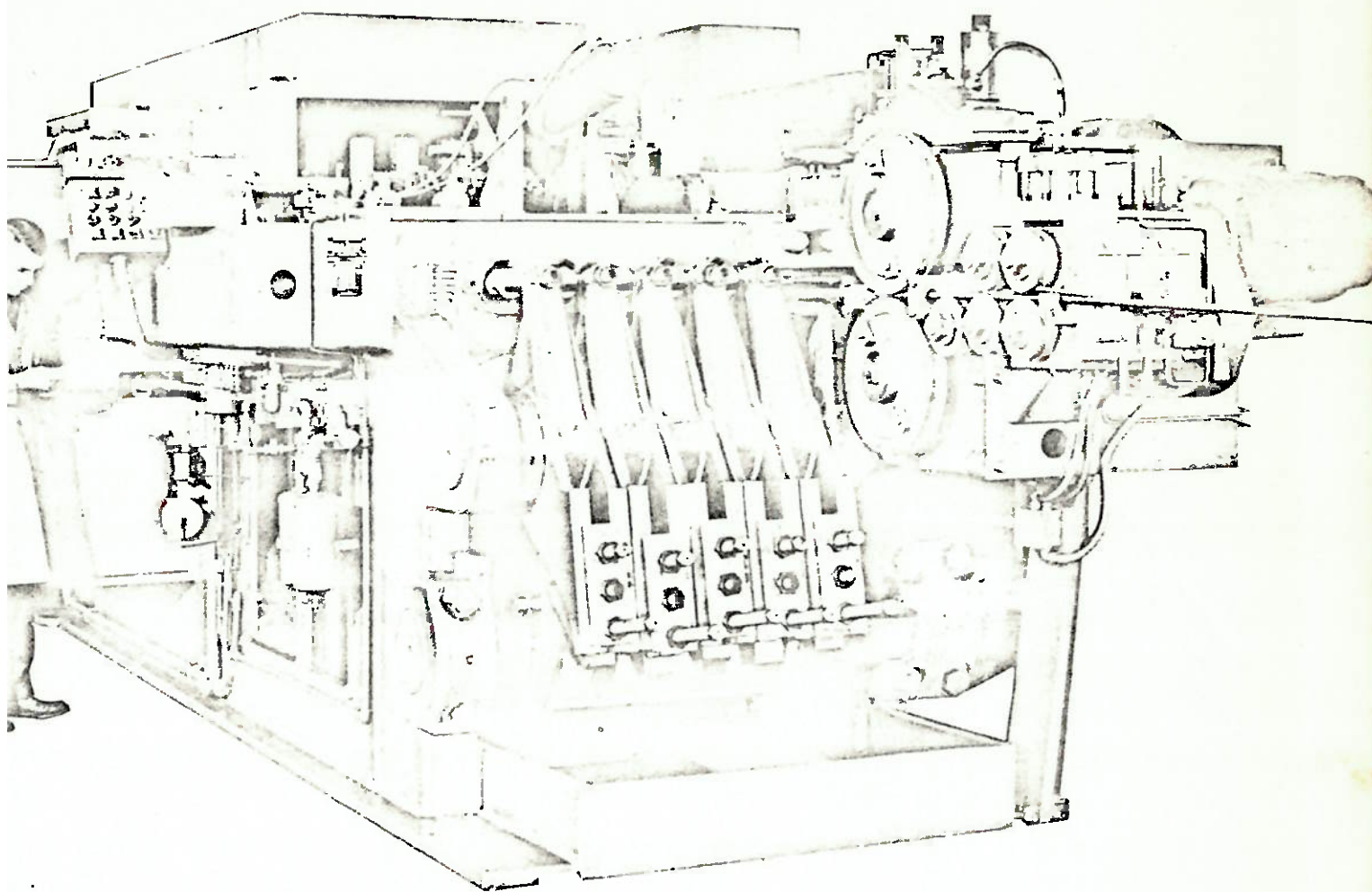


Fig. 14—Progressive or transfer header with five punches and dies. Multiple upsetting blows combined with extruding, piercing and trimming operations make these versatile machines ideal for long-shank parts and special workpieces.

Tooling for upsetting

The production of quality parts by upsetting requires properly designed tools, carefully selected tool materials, and adherence to some basic rules.

When designing tooling to form a particular part, the first step is to establish the progression of operations from raw material through finished shape. Now determine wire or rod diameter, cutoff length, and the number of dies and heading tools required. These data along with the general configuration and size of the workpiece will indicate the type and capacity machine needed.

Once wire or rod size has been established, material-handling units can be selected. Straightening and feeding rolls, guides, feed tubes, cutters and quills all depend on the diameter of the wire or rod.

Requirements for cutoff blanks. Good quality cutoff is important. Minimum end distortion provides longer tool life, better control of metal flow and good end conditions on the finished parts. Quality of the cutoff blanks is determined by the type of wire or rod (material and hardness) and the design and adjustment of the cutoff mechanism.

Cutoff tooling consists of a quill or stationary cutter in the die block, and a moving cutter insert in a plate mounted on a slide or lever. Wire or rod is fed through both the quill and cutter until it contacts a stationary stock gage or stop, as seen in figure

15. Inside diameter of the quill should be about one percent larger than the outside diameter of the wire. Cutter inside diameter should be about $\frac{1}{2}$ percent larger than the inside diameter of the quill (or $1\frac{1}{2}$ percent larger than the wire diameter.)

Axial clearance between the adjacent cutter and quill faces (dimension *A* in figure 15) varies with the type of material being sheared. As a starting point this clearance can be made 0.020 times the wire diameter. Soft steel wires may require more clearance, and harder materials usually shear better with less clearance. Quality of the cutoff blanks will determine the final clearance to be used.

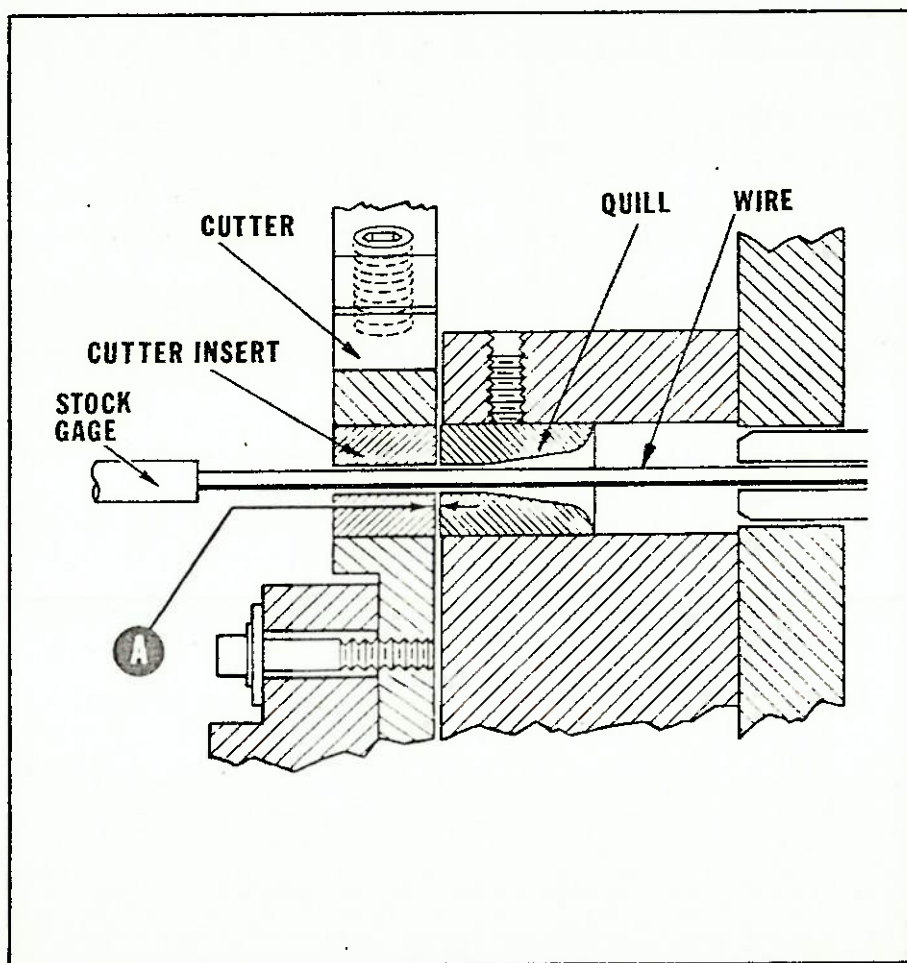
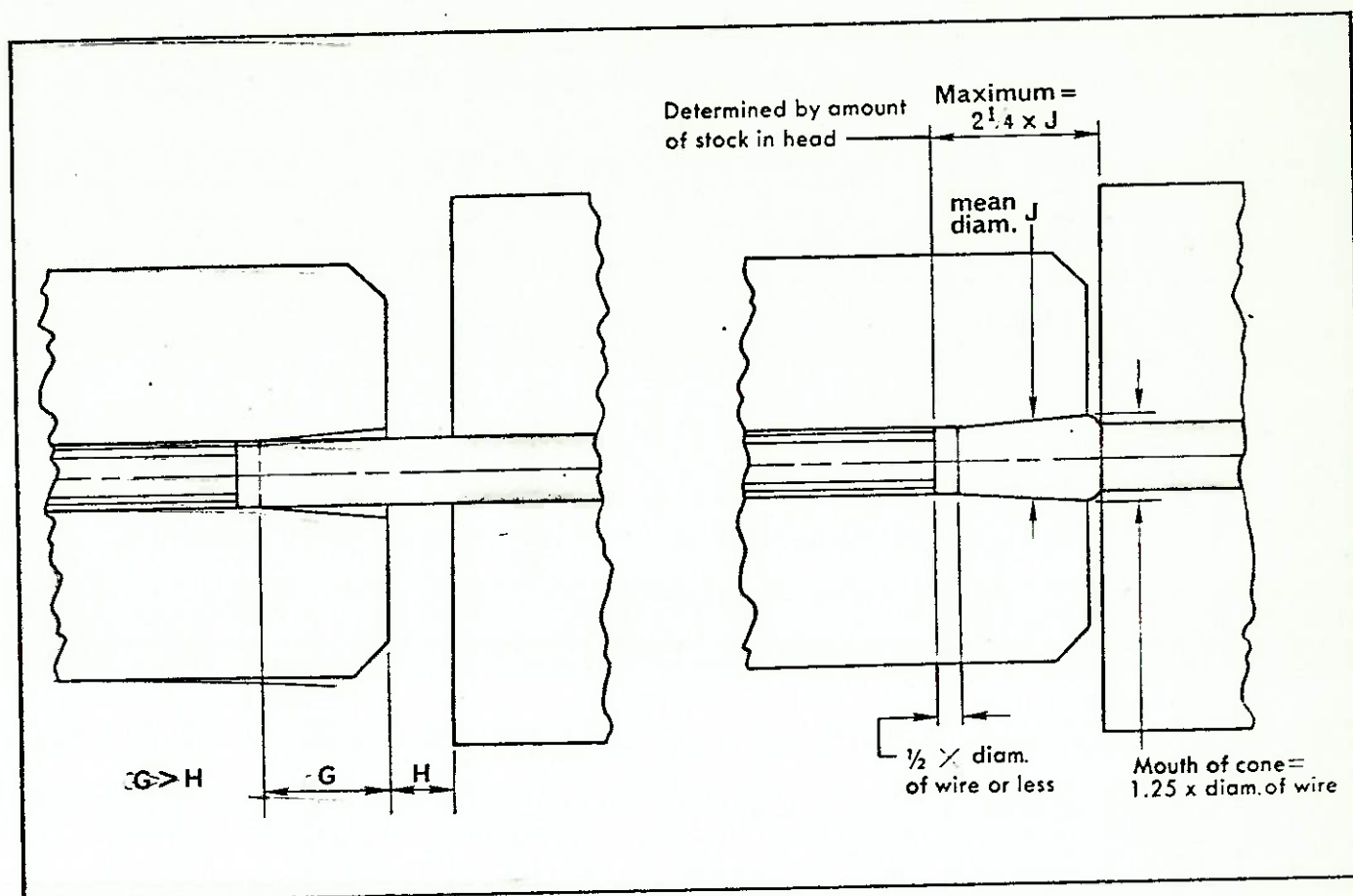
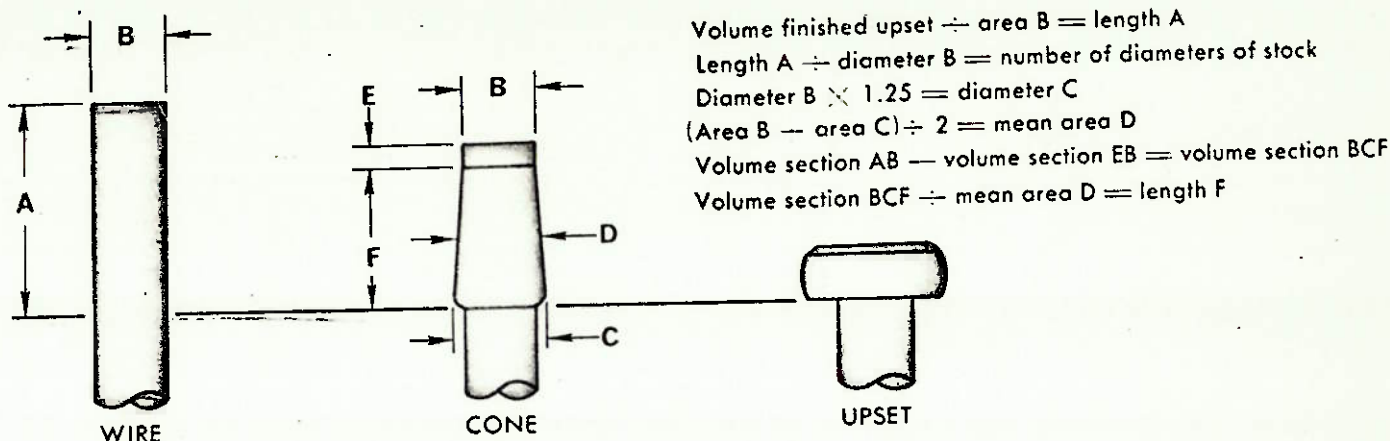


Fig. 15—Vertical cross section through cutoff unit of header shows that wire is fed through both quill and cutter until it contacts stock gage. Axial clearance *A* between cutter and quill faces varies with type of material being sheared.

Design of cone tools. In two-blow heading the first blow upsets the stock to a larger diameter, thereby reducing the length of material unsupported for the second blow. For many parts the first blow produces a long conical frustrum shape. It is sometimes called the cone operation, bulb upsetting, bulbing, gathering or hammering. The second blow is variously called finishing, finish upsetting, heading, and second or finish hammering.

Importance of the cone operation cannot be overstressed. Its function is to reduce the amount of unsupported length to less than $2\frac{1}{2}$ times the average cone diameter for the finishing blow. This amount of unsupported length will upset satisfactorily in the second or finishing blow.

Recommended rules for cone upsetting and cone tool design are shown in figure 16. Follow these rules to hold bending within acceptable limits during the first blow. Distance *G* + *H* is the unsupported length at the start of upsetting. If the die is counter-



bored, this distance must include the counterbore depth because it adds to the unsupported length. In such cases, H may become greater than G, thus requiring a sliding cone tool which will be described later.

Increasing the amount of upset. Earlier it was said that $4\frac{1}{2}$ diameters of stock can be upset in two blows. Strict adherence to the rules given in figure 16, however, would appear to allow only $3\frac{1}{4}$ diameters of stock to be upset. These are safe limits, but they are often exceeded.

For example, diameter C (figure 16) might be increased to 1.33 times diameter B, and the $2\frac{1}{4}$ times the mean diameter of the cone might be stretched to 2.4 or 2.5. Just the combination of these two increases would allow about four diameters of stock to be upset in two blows. Remember, however, that something (concentricity, appearance, grain flow characteristics or general quality of the part) is sacrificed with each stretch of a rule. In some applications the sacrifice may be a disadvantage, while in others it

Fig. 16—Recommended cone upsetting and cone tool design details. Bending is held within acceptable limits during first blow by following these rules. The cone operation reduces unsupported length to less than $2\frac{1}{4}$ times mean cone diameter.

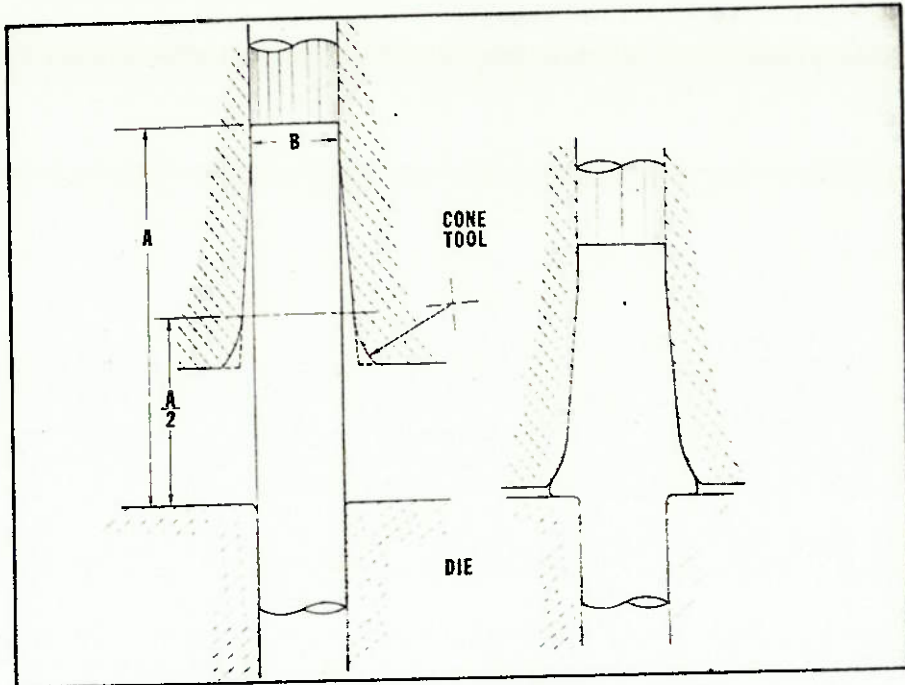
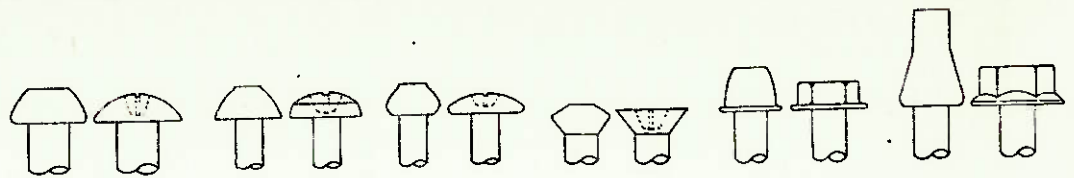


Fig. 17—Bell-mouthing of cone tool permits upsetting $4\frac{1}{2}$ diameters of stock. With cone tool located at start-of-upset position (left), tool should be bell-mouthed in front of buckle point, which is half way between support points, $A/2$.

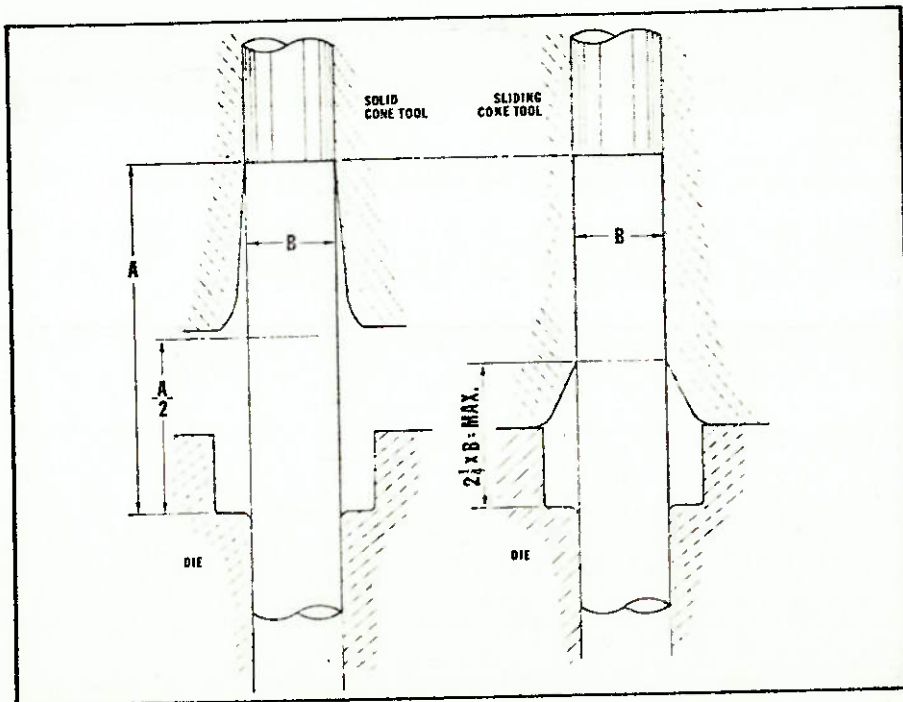


Fig. 18—Counterbored die can cause buckle point of unsupported stock to fall close to or outside front end of solid tool (left), resulting in defective upset. This condition can be avoided by using a sliding cone tool, seen at right.

may not matter.

The means of getting further increases, to permit upsetting $4\frac{1}{2}$ diameters of stock, is by bell-mouthing the cone tools as shown in figure 17. First the buckle point of the stock, which is half way between the points of support ($\frac{A}{2}$), must be determined. Then when the cone tool located at the start-of-cone-upset position, the tool can be bell-mouthed in front of the buckle point. This allows more stock to be upset in the cone. Bell-mouthing must be done with care to prevent a cold shut in the finished part caused by abrupt transition from the shallow cone angle to the bell mouth.

Control of the buckle point diameter is also a prime consideration in making a cone tool that adequately controls the stock. Using the rules in figure 16, the included angle of the cone will vary depending on the amount of stock to be upset. The diameter of the cone at the buckle point should be no larger than necessary to make the next cone or finished upset in the following operation.

If the die is counterbored it can cause the buckle point of the unsupported stock to fall close to or outside the front end of the cone tool, as seen at the left in figure 18, resulting in a defective cone upset. To correct this condition a sliding cone tool (such as the one seen at the right) must be used even though there is less than $4\frac{1}{2}$ diameters of unsupported stock in the upset. This design permits the cone tool to move to a point forward of the buckle point.

The general guideline, that $2\frac{1}{2}$ diameters of material can be upset in one blow, works well for rivets and other simple parts. This does not mean, however, that every head with less than 2 diameters volume should be made in one blow. Coning before finish heading provides more control, and produces heads with improved concentricity and uniformity. Coning is often done progressively on multiple-die machines.

Many first blows are used to pro-

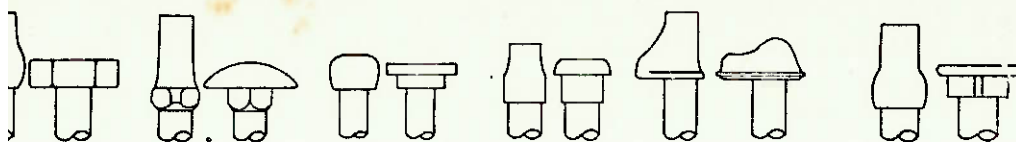
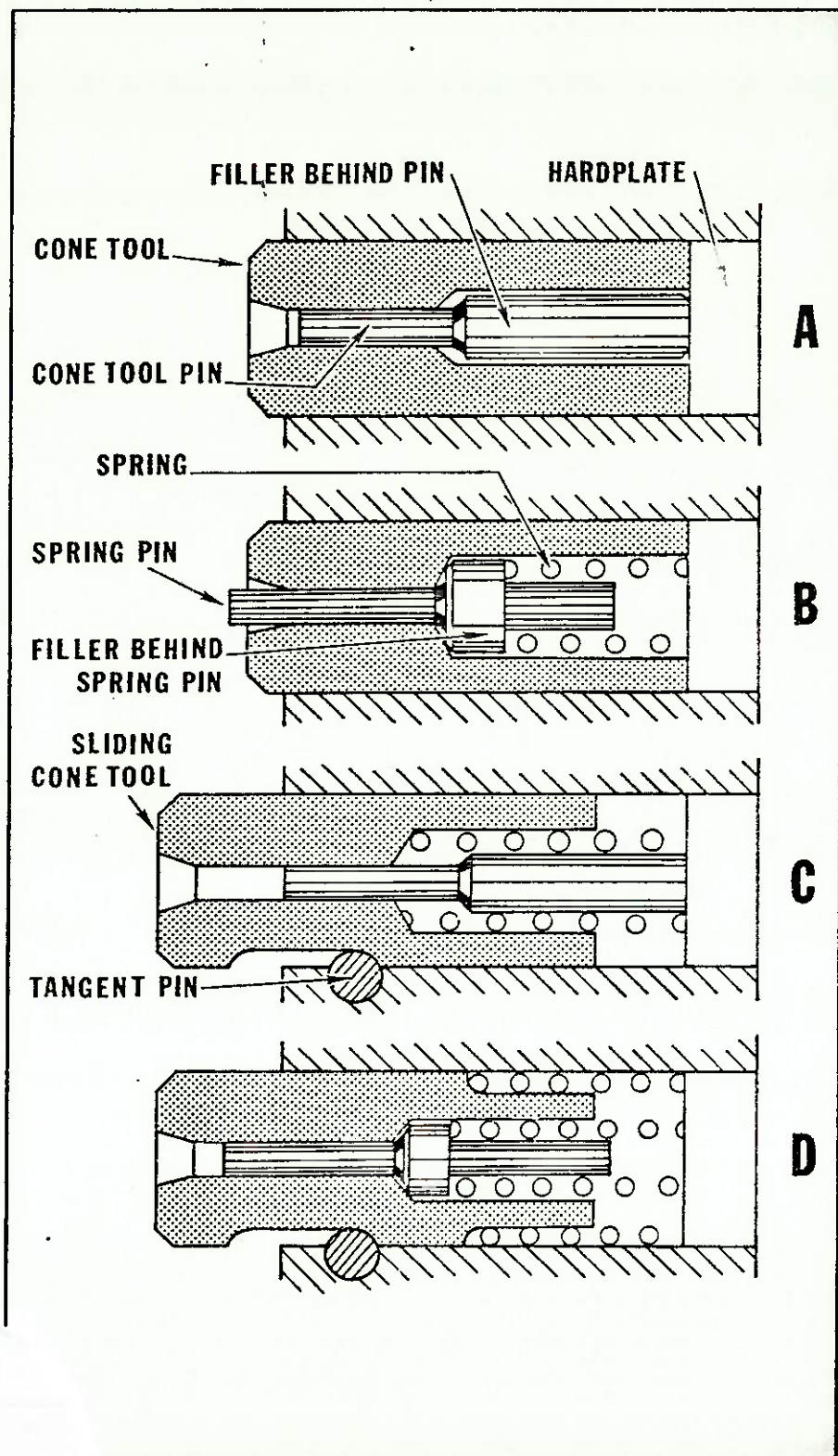


Fig. 19—First blows are often used to produce preforms rather than cone shaped upsets. Typical examples of such preforms and finished head shapes produced in two-blow are shown here. Shape of cone punch depends on finished head shape.



duce preforms rather than cone shaped upsets. A few typical examples of such preforms and the finished head shapes produced in two-blow upsetting are presented in figure 19. Shape of the cone punch for such parts is usually determined by the required shape of the finished head.

Use of pins in cone tools. A typical assembly of a fixed cone tool is seen at A in figure 20. A hardplate at the far right of the assembly is used to distribute the forming load and protect machine parts. The pin in the tool is made a separate member to facilitate tool making and easy replacement.

Drawing B (figure 20) illustrates a fixed cone tool with a spring loaded pin, which is necessary when blank lengths are short. Transfer fingers moving the blank to the die must retain control of the blank until it is pushed far enough into the die to keep it from falling. The spring pin moves the blank into the die sooner, and allows more time for the transfer fingers to pull away from in front of the advancing cone tool. Once the blank is seated in the die, the cone pin moves to the same position as in drawing A.

Drawing C shows a sliding cone tool for upsetting long lengths of stock or for more precise control of concentricity. Drawing D shows a spring loaded pin and sliding cone tool combined for upsetting large heads on short shanks.

Fig. 20—Fixed cone tool with separate pin, filler and hardplate is shown at A. Spring loaded pin, which is necessary for short blanks, is seen in fixed cone tool at B. Sliding cone tools are shown at C and D.

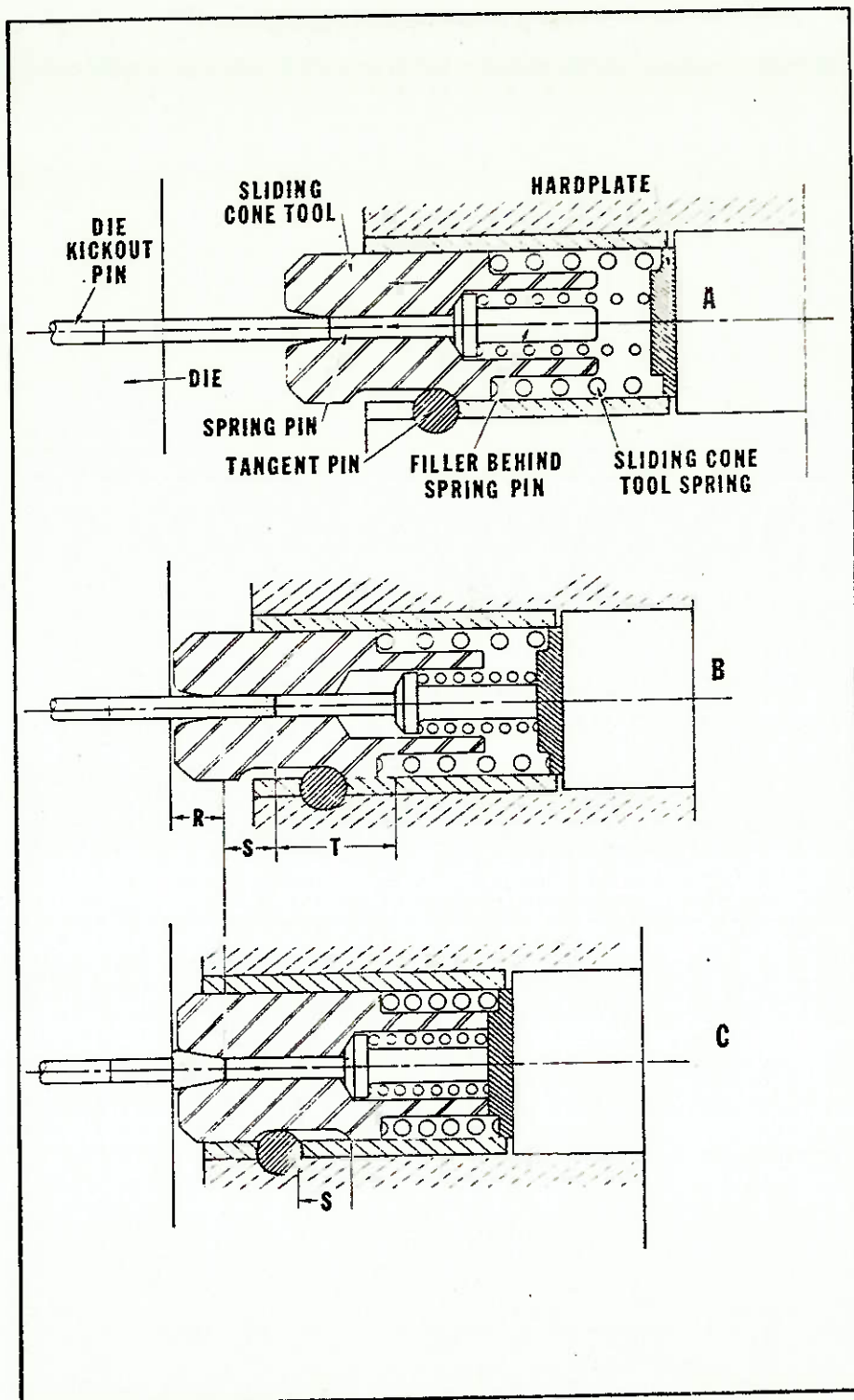


Fig. 21—Three steps in operation of a sliding cone tool. In drawing A blank is shown about to be pushed into die. Blank is fully in die and tool (B), and metal flow is about to start. Pin has pushed blank into cone cavity (C) to form the upset.

Sliding cone tools. Three steps in the operation of a sliding cone tool equipped with a spring loaded pin are illustrated in figure 21. Although this tool assembly is the most complicated, it is also the most versatile. About six diameters of material can be upset in two blows with such a tool.

As shown at the top (drawing A in figure 21), a spring behind the sliding cone tool holds it forward to the limit of the notch against a tangent pin. A second spring holds the cone pin forward, as previously described. In this drawing the blank is shown about to be pushed into the die.

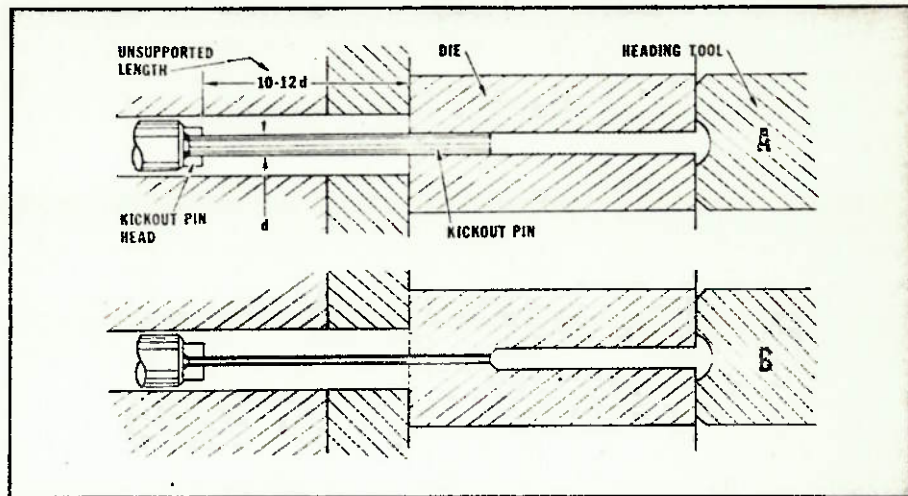
In drawing B the blank is fully in both the die and the cone tool, and metal flow is about to start. At this point length R is the only portion of the blank unsupported, and is equal to $2\frac{1}{4}$ diameters or less. The cone tool supports the rest of the blank length outside the die.

As the heading slide continues moving forward, the pin pushes the blank out of the straight bore portion and into the cone cavity of the tool, as shown in drawing C. In this manner up to six diameters of material can be upset in two blows by leaving only $2\frac{1}{4}$ mean diameters unsupported after the first blow.

Sliding cone tools offer two advantages: they permit larger upsets, and provide better control of metal flow, with resultant improved concentricity. Such tools are frequently ideal for upsets of less than 4 or even 2 diameters because of better flow control. One example is in the first blow for forming recessed screw heads where most of the head shape is established in the cone blow, and concentric upsets are essential.

The maximum amount of slide, dimension S in drawing B, figure 21, is normally three to four diameters or less, but should be no more than required to make the upset. The distance between the end positions of the pin before and after sliding is the amount of slide required. The amount of slide used is the length of the tangent pin slot, dimension S in drawing

Fig. 22—Unsupported length of kickout pin should not be more than 10 to 12 diameters as shown in drawing A. This condition becomes more critical when pointing shank end of part (B) where pin must have small diameter.



C, figure 21, and should be equal to S in drawing B. Pin length T should be no longer than necessary, taking into consideration the amount of tool slide plus about three pin diameters of length retained in the tool bore for guiding.

Cold heading machines are built precisely to allow maximum length cutoff blanks to be transferred between the cone tool and die before the cone tool contacts the blank. Since sliding cone tools extend forward of their normal positions, the amount of slide must be subtracted from the maximum blank length the machine can ordinarily transfer. Otherwise the cone tool will hit the end of the blank as it approaches the die. Caution must also be applied with respect to spring loaded pins in the cone tools if they project beyond the faces of the tools.

Design of kickout pins. Kickout pins in upsetting tools serve two functions. First they stop the blanks as they enter the dies at the point where upsetting is to start. As a result, the pins must withstand some of the forming pressures. The second function is to eject the headed part to clear the die for the next blank.

The unsupported length of the kickout pin should not be more than 10 to 12 diameters, as shown in drawing A at the top of figure 22. Otherwise it has a tendency to bend or break under upsetting pressure and/or ejection

load. This condition becomes more critical and apparent when pointing is done in the die, as shown in drawing B. Even though the part diameter and length are unchanged, the kickout pin must be smaller in diameter and therefore weaker. In this case the die supports more of the upsetting load, but the pin will probably fail quickly as the result of ejection loads.

When the unsupported length of the kickout pin must exceed 10 to 12 diameters, a supported pin assembly is recommended. Such an assembly having a pin length for 17 diameters of die kickout is shown in figure 23. Center support A reduces the unsupported length of the pin to less than 12 diameters on both sides of this support. During the ejection stroke, pin head C moves against support A. This support (being pinned to telescoping sleeve B) moves with the pin head to complete the ejection stroke. As the pin moves out of the die for

the next blow it pushes filler D against a shoulder in sleeve B, thus returning support A to its center position.

Other causes of pin breakage. Lack of support is not the only reason for kickout pin breakage. For example, broken pins sometimes result from a poor coating on the wire or rod. Coatings lubricate the workpieces, but any rough, rusted or uncoated spots make the parts more difficult to eject and could cause pin breakage. Smooth, clean and complete coatings are essential.

Also, as the end of the kickout pin wears, it is possible for metal to extrude around the end of the pin. This can cause a tight spot in the die where the pin and workpiece overlap, resulting in enough additional pressure to break the pin. The same effect can occur when the diameter of the kickout pin is too large. As the pin stops the workpiece when it enters the die it of-

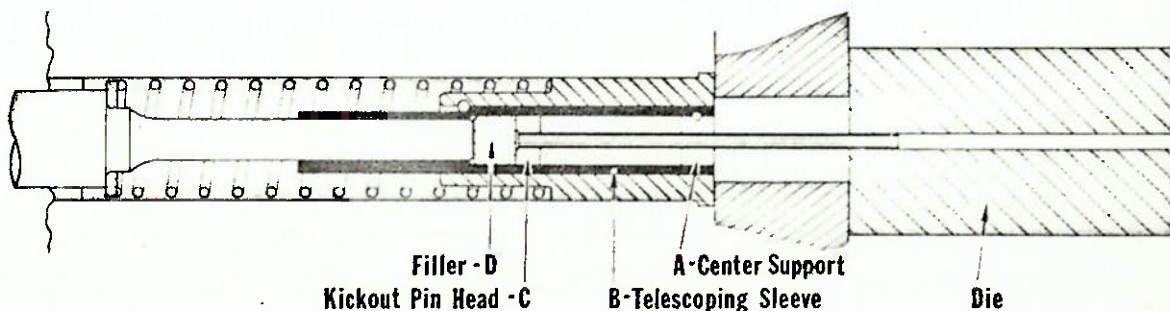


Fig. 23—When unsupported kickout pin length must exceed 12 diameters, a supported pin assembly is recommended. Center support (A) reduces the unsupported length to less than 12 diameters on both sides of support.

ten absorbs part of the heading pressure. If the pin is too large, thus fitting the die too closely, the end of the pin can swell, bind in the die and break due to the pressure.

A back taper in the die (a smaller bore diameter at the die face than toward the knockout pin) may allow the metal to upset to a larger diameter at the end of the shank than under the head. In such a case the knockout pin must force this larger diameter through a smaller hole during ejection. If the ejection pressure becomes too great, the pin may break. Excessive ejection pressures can also be created by machining marks left in the die. Die bores should be smooth and free of rust.

Advanced tool design. The extent to which advances in tool design can be used is almost limitless, as experience increases with tool design and materials. The progression of upsets and extrusions in making spark plug center posts, figure 24, is an example of unusual tool design.

A small diameter between two larger diameters on the head of a part usually requires a secondary machining operation. Instead, this surface is formed in a secondary upset with a third punch, figure 25. As the punch case approaches the die, an air-loaded pin

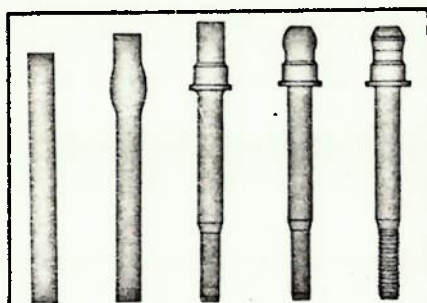


Fig. 24—Progression of upsets and extrusions used to make spark plug center post (below) illustrates potential of process. Small diameter between two larger diameters on head is formed in a secondary upset with a third punch, shown in Figure 25.

pushes the blank into the die as shown in drawing A, figure 25. Inserts mounted in the tapered bore of the punch case are held in their forward (open) positions by air pressure.

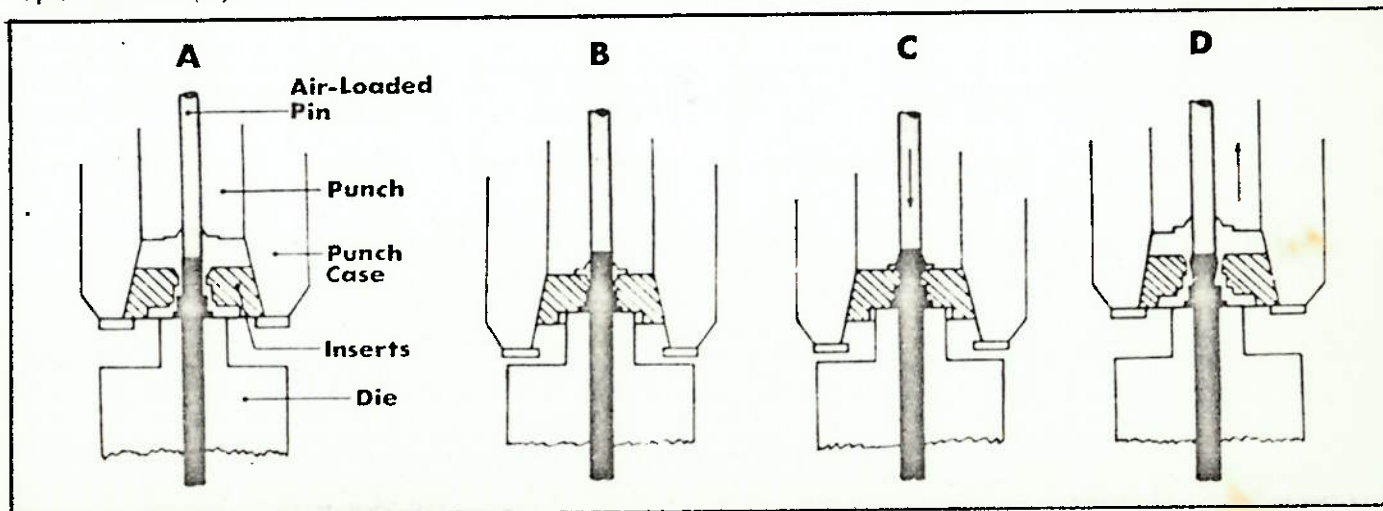
The punch case continues to advance until the inserts contact the die, after which the die forces the inserts back along the tapered bore to their closed positions, seen in drawing B. At this point the punch case remains stationary, and the inserts form the required cavity for the metal to flow into. The pin continues to advance

and upset metal into this cavity, thus forming the head and second upset as shown at C. As the punch case withdraws from the die, the inserts move to their forward positions allowing them to clear the largest upset diameter, drawing D.

After the blank has been formed in this third die, it is transferred to the last die position. Here the part is blown up a tube to tracks leading to the machine's integrated threading unit, where concentric rings are rolled on the end of the post, and the head is given a final roll-coining operation by the same set of dies. A finished center post falls from the rolling station with each stroke of the machine, resulting in a production rate of almost two parts per second.

Upsetting tool materials. Selection of materials for upsetting tools is usually governed by personal preference and experience. Some consider more costly and longer lasting tools to be more economical, while others feel less cost and shorter life is more practical. The decision is generally based on the shape of the upset part, the material from which it is made and the quantity of parts needed. A few typical materials used for header tooling and their suggested heat treatments are presented in the accompanying table.

Fig. 25—Air-loaded pin punches blank into die (A). Die forces inserts into closed positions (B). Continued advance of pin upsets metal into cavity formed by inserts (C). As punch case withdraws, inserts open to allow them to clear largest upset diameter (D).



Carbides are frequently used for long-run jobs or tough-to-form materials. Sometimes carbide is the only tool material that will provide satisfactory life. While carbides are hard and strong, their rupture strength decreases as hardness is increased for wear resistance. The best grade of carbide for a particular application is the one that

is as hard as possible without the danger of breaking apart under the pressure of heading impact.

Carbides used for cutters and cutoff quills need good wearing qualities, and impact resistance is of less importance. For carbide die inserts, some hardness may be sacrificed to obtain higher impact resistance. Small carbide inserts

are mounted in steel casings because large one-piece carbide dies would be too expensive. Such casings position and provide support for the more costly inserts. The casings are usually made from a very tough material, and the inserts are pressed into the casing bores with an interference fit.

TYPICAL SUGGESTIONS FOR COLD HEADER DIES AND TOOLS

Name of Piece	Type Steel	Analysis	Heat Treatment	Remarks
Quill Cone Punch Finish Punch Die	Water hardening tool steel. AISI-W1	C.-.95 Mn.-.25 Si-.20	Heat to 1475° F. Quench in water. Draw at 450° F. Rockwell C hardness 58-60.	Air hardening tool steel is used for cone, finish punch & dies on wire sizes ¼" & smaller in diameter.
Cutter (Open Type) Fillers	Oil hardening tool steel. AISI-L6	C.-.75 Mn.-.60 Ni.-1.25 Va.-.15 Cr.-.80 Mo.-.25	Heat to 1475° F. Quench in oil. Draw at 350° F. Rockwell C hardness 58-60.	
Cone Punch Finish Punch Die	Air hardening tool steel. AISI-A2	C.-1.00 Mn.-.40 Va.-.40 Mo.-1.15 Cr.-5.25	Heat to 1775° F. Quench in air. Draw at 450° F. Rockwell C hardness 59-61.	Used where ¼" diameter or smaller wire is used
Kickout Pins Cutter (Solid Type)	Oil hardening tool steel. AISI-O1	C.-.90 Mn-1.30 Cr.-.30 W.-.50	Heat to 1475° F. Quench in oil to 400° F. Finish cool in air to room temperature. Draw at 400° F. Rockwell C hardness 59-61.	
Kickout Pin Heads	4140 S.A.E.	C.-.38-.43 Mn.-.75-1.00 Cr.-.80-1.10 Mo.-.15-.25	Heat to 1500° F. Quench in oil. Draw at 850° F. Rockwell C hardness 43-45.	
Extrusion Inserts	High Speed Steel AISI-T1 (OX-TEMPER)	C.-.61-.65 Cr.-4.00 W.-18.00 Va.-1.00	Preheat to 1450° F.-transfer to high heat at 2300° F. Quench in air. Draw at 1050° F. Cool in air. Redraw at 1120° F. Cool in air. Rockwell C hardness 60-61.	
Piercer Pins	High Speed Steel AISI-T4	C.-.75 Cr.-4.00 W.-18.00 Va.-1.00 Co.-5.00	Preheat to 1450° F.-transfer to high heat of 2300° F. Quench in air. Draw at 1050° F. Cool in air. Redraw at 1120° F. Cool in air. Rockwell C hardness 61-62.	
Die Cases for Inserted Type Dies	 AISI-H13	C.-.40 Cr.-5.00 Si.-1.10 Mo.-1.25 Mn.-.30 Va.-.90	Heat to 1850° F. Quench in air. Draw at 1025° F. Cool in air. Two Redraws at 1025° F. Cool in air. Rockwell C hardness 47-51.	This type steel tends to decarburize when hardened. If an atmosphere furnace is not avail. it can be heated by packing in an inert material such as spent pitch coke.

High-Production Forging in Hot Formers

Hot forming is taking its place among the many cost-reducing methods in modern production lines. Its prime application is for forgings needed in large quantities. Because of the economics involved in high-output close-tolerance forging, justification of small lot sizes may result from economic studies. This is a digest of a slide presentation to the third FIA Forging Equipment Symposium. The emphasis is on the machine—the Hot Former—and its features that complement high-production forging.

High-Production Forging

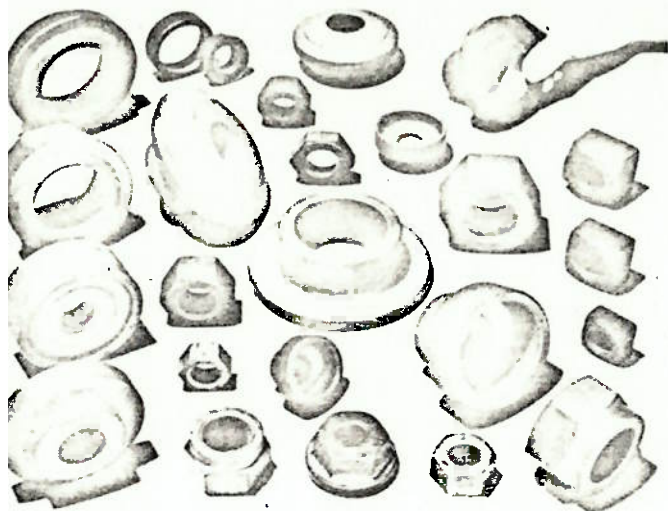
High-production forging can mean many different things, depending on your experiences in forging. We're going to talk about automatic hot forging. Of course, we automate the Maxipres and you're most likely familiar with the variety of shapes suitable for press forging. Parts like pipe elbows and fittings run at 1,800 pieces, or nearly two tons an hour. Larger automated forgings, like track links, run well over five tons an hour. This type of installation is best suited for long runs of one part, or at least very similar shapes. Parts usually forge with flash, can be symmetrical or irregular, and use almost any material.

Modern cold formers in extra-large sizes forge an increasing number of high-volume parts. Production rates are high—2,100 an hour for a seven-pound shaft. One user reports that with quick-change tooling, he can change die block, punch holder and transfer in only 45 minutes. Full changeover, for feeding different size stock, takes just over a shift. Automatic cold forming makes a wide range of sizes and shapes. Raw material can be straight bars, coils, sheared or sawed blanks, preforms or even sheet metal discs. Most common materials are medium- and low-carbon steels and alloys that do not work harden excessively in four or five blows. Even here, warm forming or mid-process annealing take on materials and shapes once considered impractical for these high-output methods.

High-production hot forging in an automated process for years has been applied to making nuts. Since 1953, our Hot Nut Formers have been making hex nuts as large as 2½ inches across flats at 3,300 an hour. Because the method and machinery were developed for nut production, they offered little opportunity to expand into the forming of non-nut parts. Our Hot Nut Formers did, however, give us years of experience in high-production hot forging and pointed out the need for more versatile machinery capable of using advanced hot forging methods.

The Method

Hot Nut Formers and newer Hot Formers use a metal forming operation called displacement. A round punch penetrates the metal, forcing it to flow from the hole outward into the die cavity. Since blank length before and after displacement is nearly the same, little extrusion occurs. Displaced metal flows into empty segments of the die cavity. When making a nut, the upset blank made in the first die is slightly smaller than the across-flats dimension of the second die. This helps keep the blank centered so that displacement is uniform. As the punch moves into the center, metal flows outward to fill the die.



These are typical of shapes made in Hot Formers—short, round, symmetrical and with a hole.

Since displacement uses metal from a central hole to die detail, most Hot Former parts have holes. The method works well for short parts because metal does not displace easily over long distances. From this, there

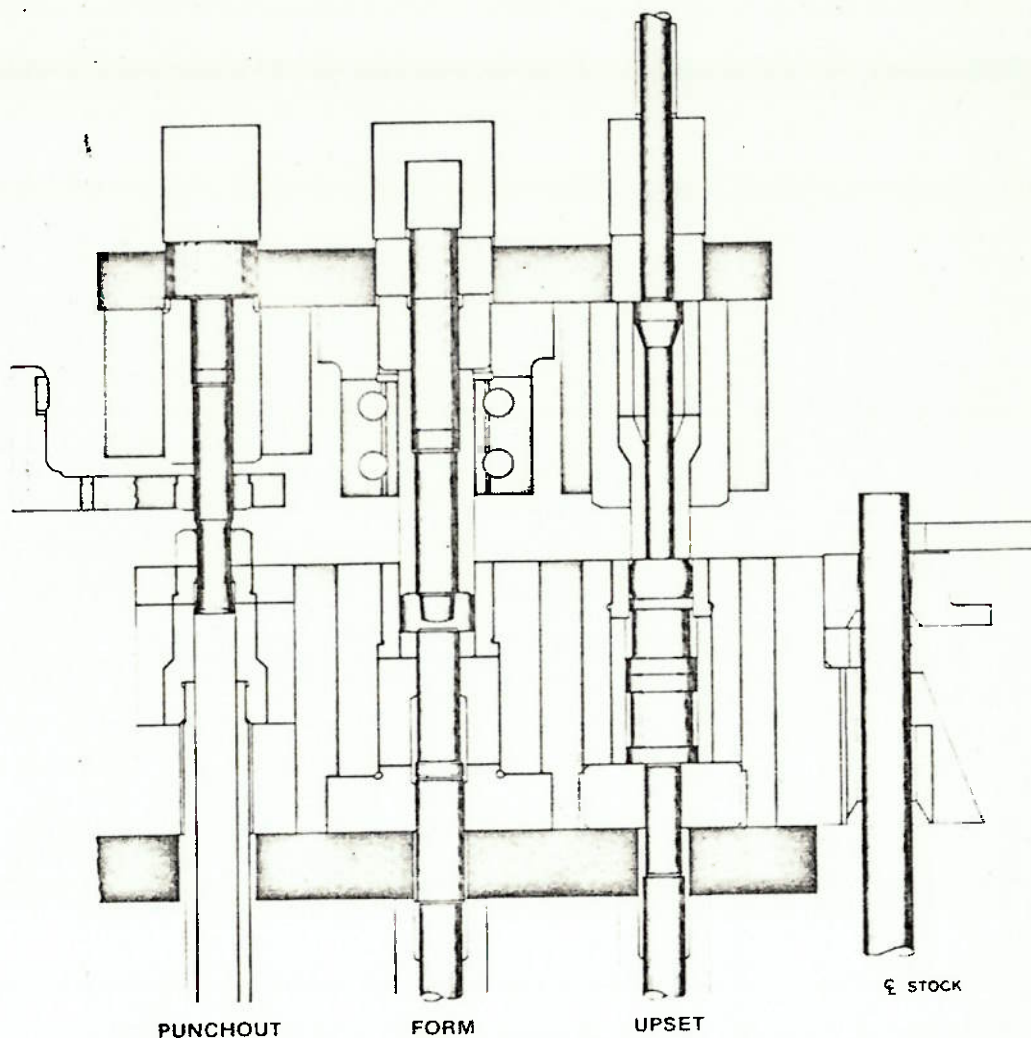
appears to be a general classification of parts for Hot Formers—length usually less than diameter, with a hole, most likely symmetrical and flashless. Although these guidelines do not indicate ultimate application of the process, they do point out its most frequent, and probably most practical use.

The first blow makes an upset, sometimes called a pancake because of its flattened shape. Hot shearing presents some conditions that the first upsetting blow can help. First, you can shear a better cutoff blank if the length is more than the diameter, preferably at least as long as the diameter. The first blow then converts this longer blank to a short, larger diameter suitable for displacement. Upsetting inside the first die allows the metal to move out against the die wall, giving a concentric blank with square ends. (Figure 2). This works well when using induction heating where there is little scale. When the bar has more scale, upsetting can be at the face of the die allowing the scale to fall free and wash away.

When displacement makes round parts, preforming plays an important part in controlling metal flow to fill all die details. Improper attention to preforming can trap metal inside the finish die at places where it cannot flow. At very least, improper preform design creates points of high die wear and higher than necessary forming pressures. Good preforms allow metal to flow easily, giving good die life and close-tolerance finished parts.

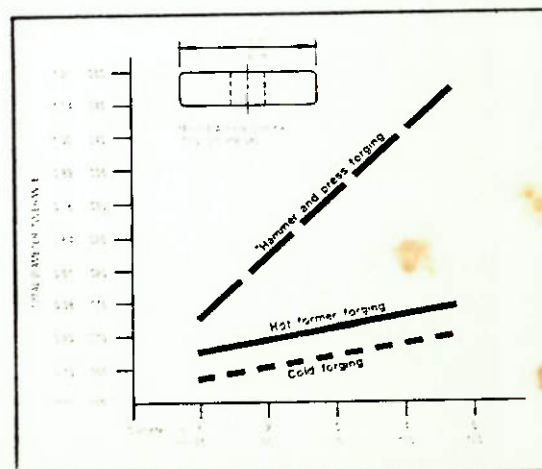
Normally, the only material waste from forming is the punchout from the hole. While still in the part, we call this the web. Of course, web thickness should be as small as possible to minimize waste. However, as the web gets thinner, tooling pressures get higher. An economical compromise is one that gets a balance between tool life and material waste. A good place to start is with web thickness no less than 10% of hole diameter.

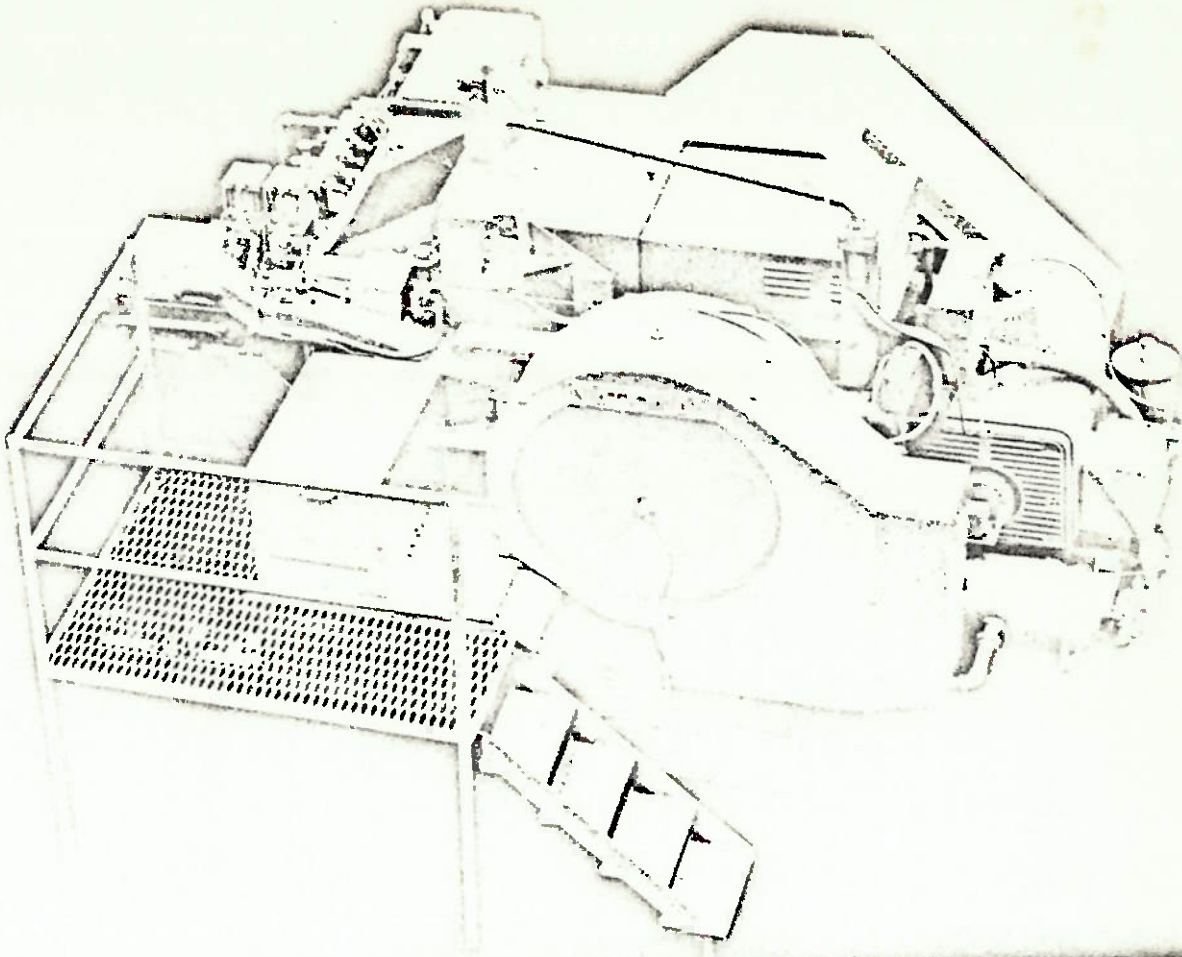
Hot-formed parts have good finish and close tolerances. Depending on the application, some surfaces may need no machining. Others, only grinding. Machining allowance is only .020-.040-inch per side depending on size. Diameter tolerances, figure 3, illustrate that Hot Former parts have much closer tolerances than hammer forgings but not quite as close as cold-formed parts of comparable size. The combination of close tolerances and flashless forging makes the process economically attractive due to the material savings possible when compared to other hot forging operations.



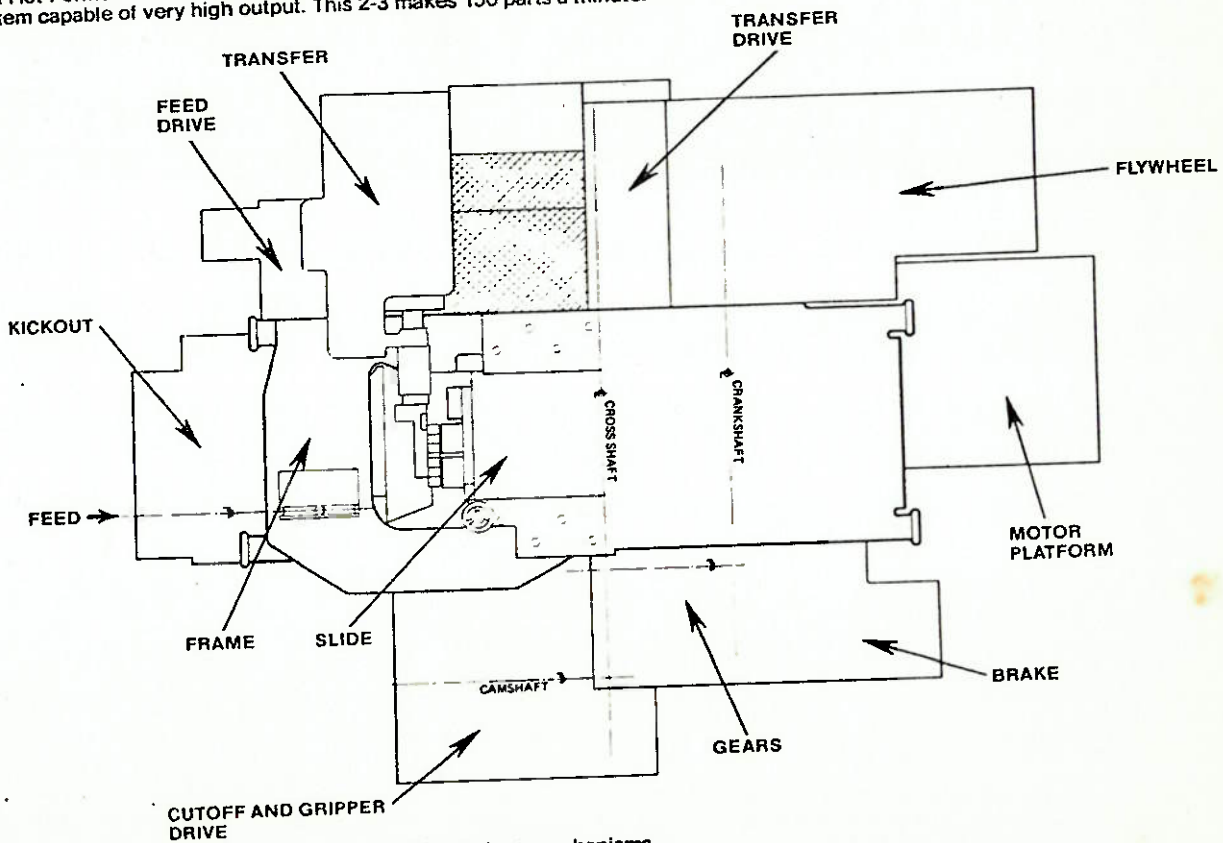
2. The tooling arrangement for a three-die Hot Former shows usual steps in nut making—upset, form and punch out the hole.

3. Diameter tolerances for parts of comparable size show hot forming tolerances are nearly as good as for cold formed parts.





4. A Hot Former is an automatic feeding, shearing, forging and punching system capable of very high output. This 2-3 makes 150 parts a minute.



5. This plan view of a Hot Former illustrates the various mechanisms required for an automatic hot forming system.

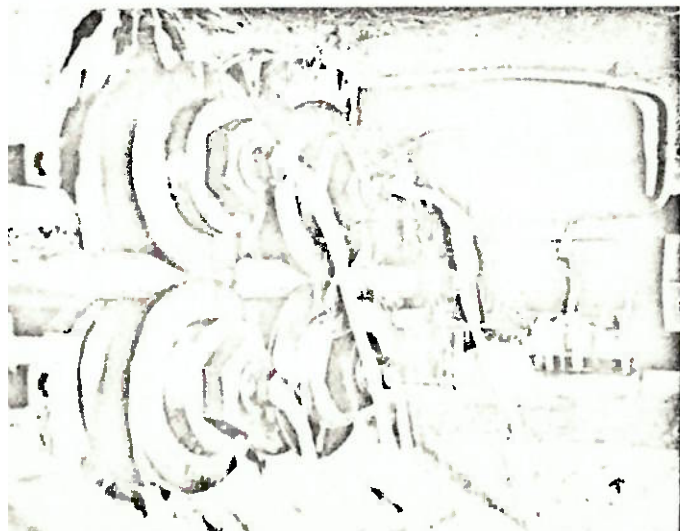
The Hot Former

The Hot Former, figure 4, has various mechanisms, each designed to do a given job. The degree of success depends on how reliably these mechanisms perform under production conditions. This is why you will hear repeated references to ruggedness and rigidity, prime considerations when designing durable, heavy-duty machinery like this. A plan view of a Hot Former, figure 5, helps orient and briefly describes the components making a completely automated forging system. Beside machine drive, there are feed, cutoff and gripper, transfer and die kickouts.

Feeding

Since raw material is hot bar, the feeding mechanism is arranged to prevent heat loss between heater and dies. Feed rolls are within the bedframe, close to the cutoff mechanism (figure 6). Four rolls, each pair operated separately, give good control of bar ends when feeding straight bar. A water-cooled baffle shields heat from the bedframe.

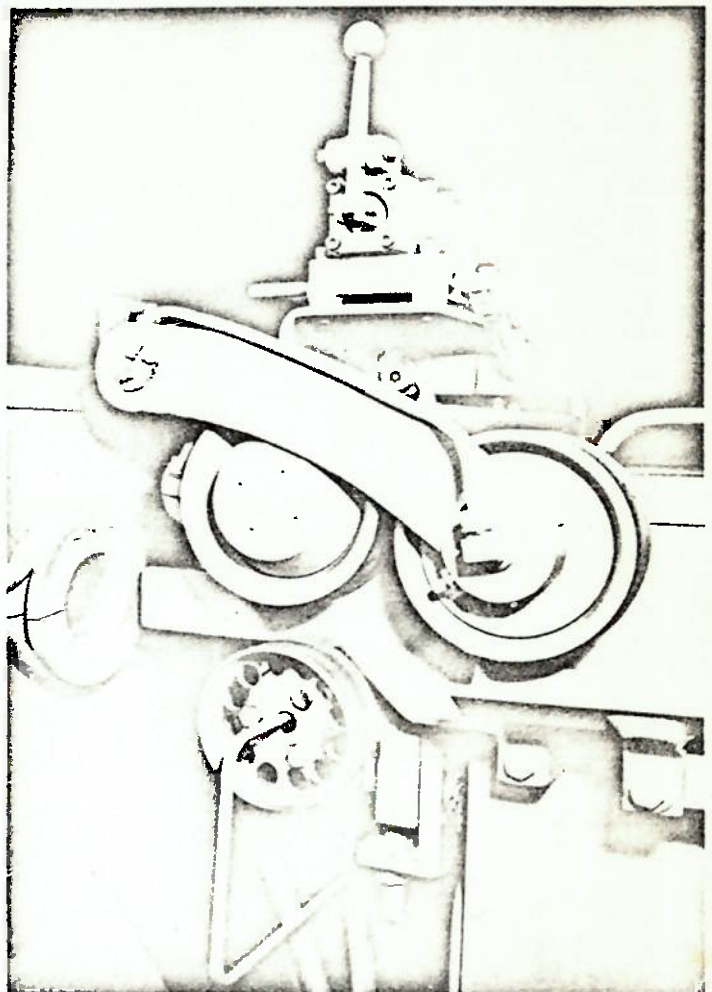
All four feed rolls are gear driven so there is no drag created by idle rolls. Water, traveling through hoses and wivels, cools the entire length of the feed roll shafts, circulates through the feed rolls and discharges from the end of each shaft. Adequate cooling protects the bedframe from excessive thermal expansion.



Feed rolls are close to the shearing mechanism, at far right.

Automatic Bar End Detector (patented)

When feeding straight bars, almost every minute bar ends feed into the former. The ends must be dropped and discharged to prevent tooling damage. This could keep an operator very busy with a monotonous task. A bar end detector, figure 7, locates bar ends and measures their movement into the Former. The lower roller drives a pulse generator that measures bar end movement in thousandths of an inch. A computer records the movement and at preset points controls various feeding mechanisms.



7. Automatic bar end detector rejects bar ends. Relieves operator of this frequent task.

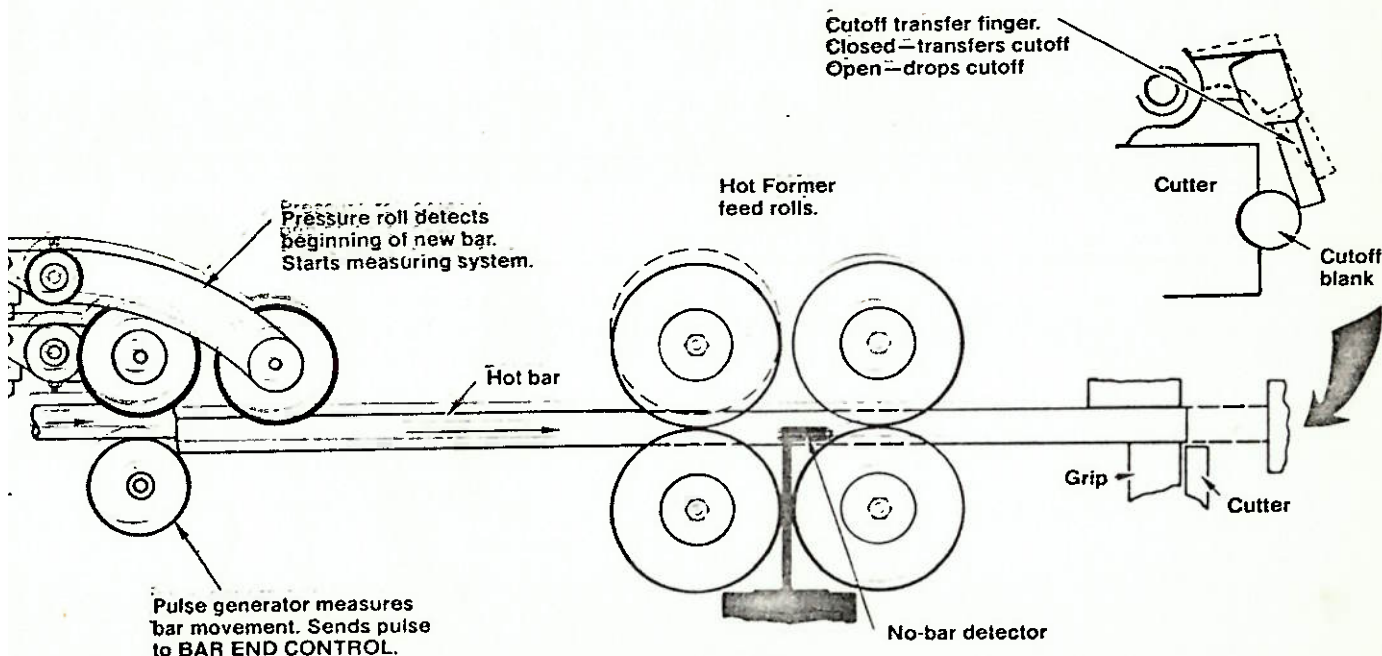
As the new bar approaches the feed rolls, the first set of rolls opens automatically to admit the bar, then closes. When bar ends approach the cutter, the computer signals the cutoff transfer fingers to drop the ends, then closes the fingers to resume transferring full-length cutoffs. Should there be no new bar or if there should be a gap between bar ends that could cause short feeding, a gap detector also opens the transfer fingers to drop short cutoffs, protecting the tooling from damage. Since the detector measures only linear movement, it is not affected by changes in cutoff length. With measurement starting close to the Former, thermal expansion of a bar does not alter its accuracy. The length of bar end dropped is determined by bar end condition rather than limitations of the detecting system. The result is minimum material loss at bar ends.

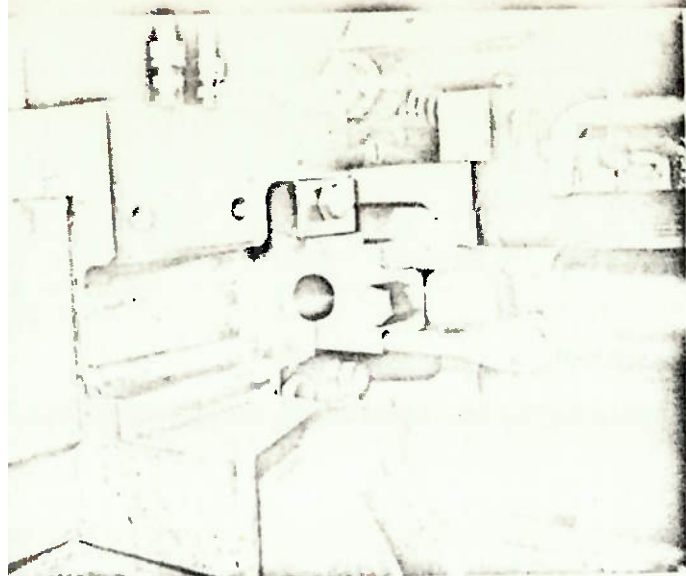
Shearing

Hot shearing requires special considerations to get good cutoff quality. Hot rolled rod usually has wide tolerances and ovality. Add to that dimension something for thermal expansion and normal working clearances. The result is a cutter-quill ID considerably larger than the hot bar. Using a quill and movable gripper facilitates both feeding and shearing. The gripper opens to allow ample room for unobstructed feeding, then closes on the bar giving a zero-clearance quill for shearing. This reduces the distortion normally associated with hot shearing.

Bar feeds through gripper and cutter, stopping against the stock gage. The gage precisely limits bar feed for accurate cutoff length and can be adjusted while the Former runs. The cutter is a simple, flat plate that can be removed and installed without losing alignment. The cutoff

A computer measures bar end movement into the Former, then signals feed rolls and cutoff transfer to cycle at preset times.





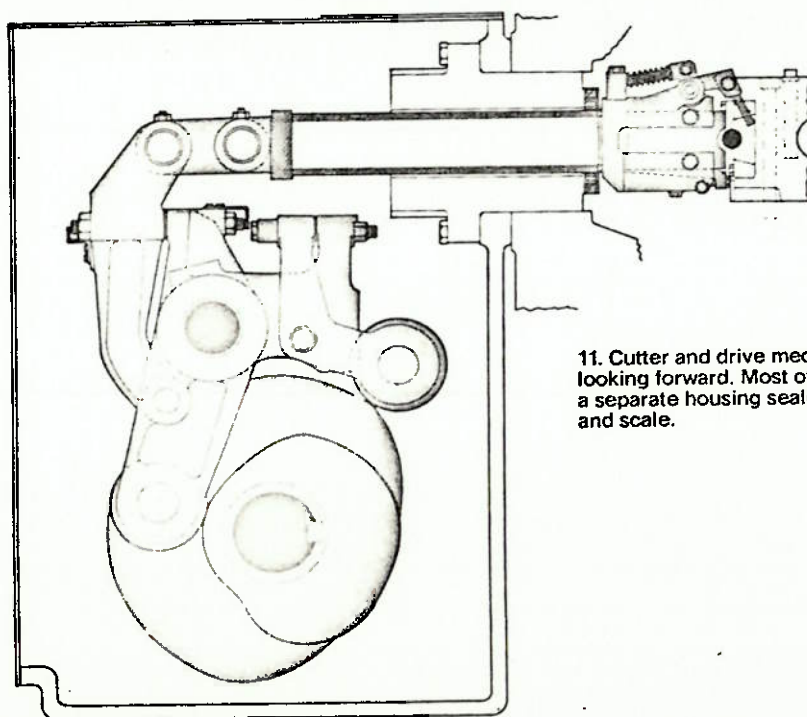
9. With bar guide removed, you can see the gripper and quill. The gripper, at right, opens during feeding, then grips the bar while shearing.

The transfer finger holds the cutoff in the cutter for transfer to the first die. The transfer finger can be controlled from the push button station to drop cutoffs not to forging temperature and to drop bar ends. Or the transfer finger can be controlled automatically on signal from the bar end detector. As long as the finger remains open, sheared cutoffs drop clear of the tooling.

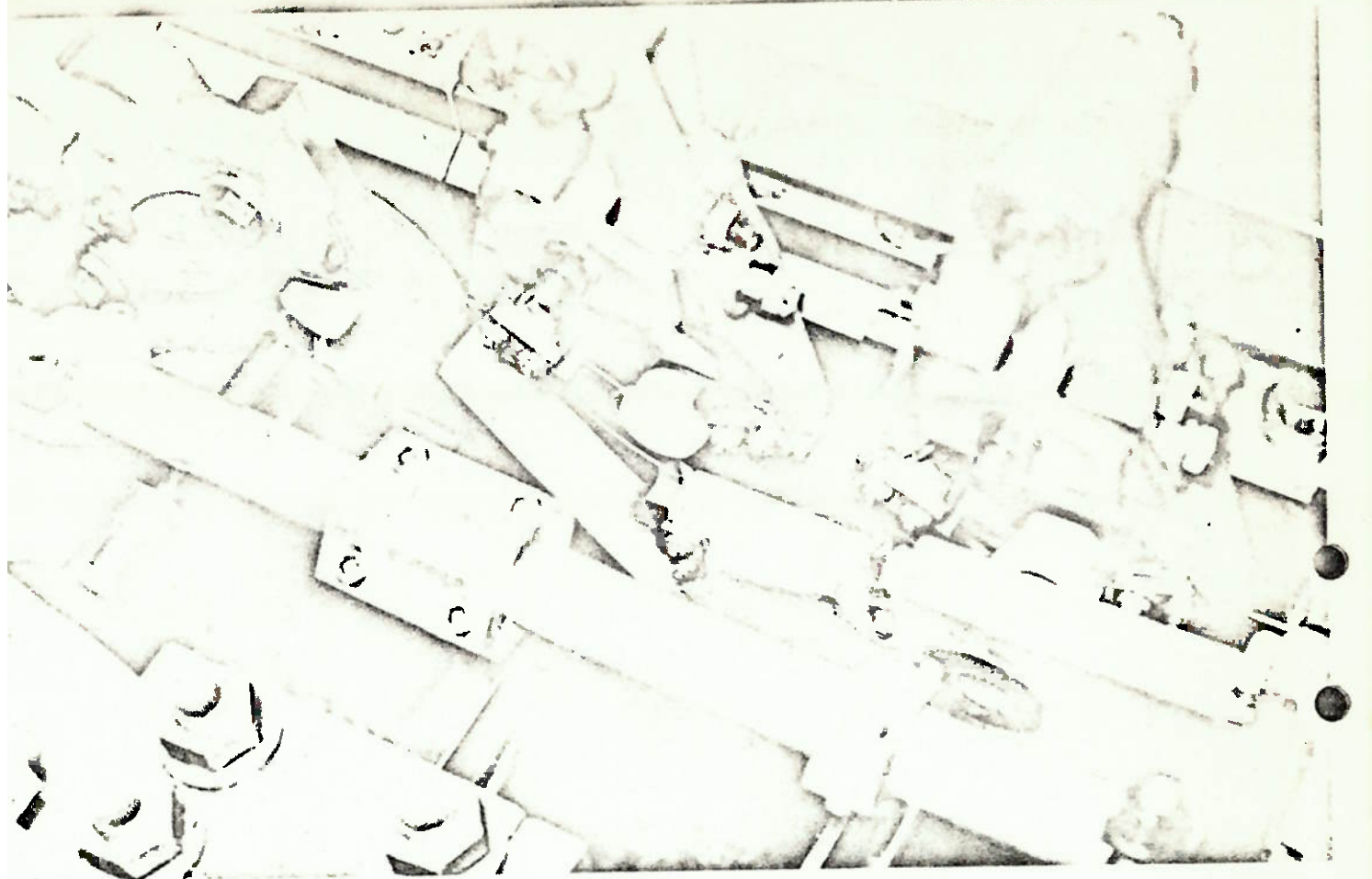
The cutter is cam driven for both the shear and transfer stroke, and the return stroke. A breaker bolt protects the cutoff stroke to prevent shearing a cold bar. A positive return stroke guarantees the cutter will pull away from the first punch even if the bolt breaks. The cutoff slide is a round bar with bearings sealed from scale and water (figure 11). The entire cutoff and gripper drive mechanism is in a separate housing with recirculating pressure oil lubrication.



10. Hot bar entering the Former stops against a stock gage. The gage is adjustable while running to precisely control cutoff volume.



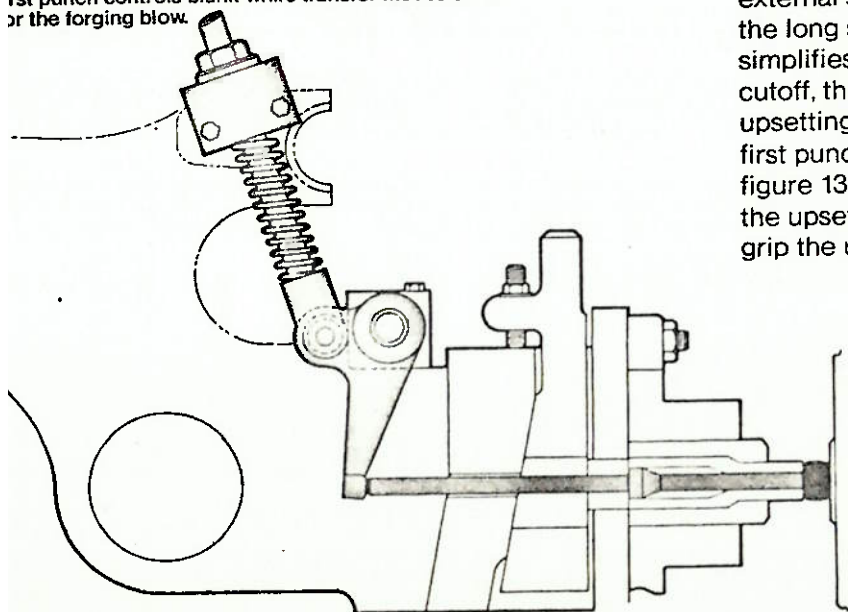
11. Cutter and drive mechanism as viewed looking forward. Most of the mechanism is in a separate housing sealed from water and scale.



Forging area of a Hot Former. Punches at lower left. The long tube above the punches is the spray manifold. In the center you can see nut forgings in transfer fingers at the die face.

Now, we have a cutoff of proper volume to make a part and we are ready for progressive forging. The prime components are punches, dies, die kickouts and a transfer finger to move the forging from die to die. The first blow normally makes an upset to square the cutoff in preparation for placement.

3. Sectional elevation of first punch. Sliding pin in first punch controls blank while transfer moves clear for the forging blow.



First Blow—Upset

Since the first operation is an upset, the punch is larger than the cutoff. And the cutoff must be retained at the first die while the cutter withdraws from in front of the punch. To support the cutoff, a spring-loaded pin extends from the first punch. The spring for the first punch pin is outside the tooling on top of the slide (figure 13). An external spring gives enough force and compression for the long stroke required to control the cutoff. It also simplifies first punch design. While the pin holds the cutoff, the finger opens and the cutter moves away. Before upsetting, the spring pin seats flush with the face of the first punch. Then the two upset the cutoff as shown in figure 13. As the punch moves away, the spring pin holds the upset against the die until the transfer moves in to grip the upset.



Water completely engulfs tools during production. Tools stay cool.

Transfer (patented)

Hot Former transfer operates under extremely challenging conditions. The mechanism must be rugged. 3-4 transfer must be able to handle 14 tons of forgings every hour. And it must move in very precise motions. Alignment at pick-up and delivery dies is essential for all formed parts, acceptable tool life and smooth, uninterrupted production. And it must do all this in an atmosphere of heat, water and abrasive scale.

The transfer mechanism can be divided into two sections. One, the handling mechanism, figure 15, that picks up the forgings and the other is the drive mechanism. The moving parts in the handling mechanism are affected by scale and water. The major moving parts are in the drive mechanism which we enclose and seal, then lubricate with recirculating pressure oil.

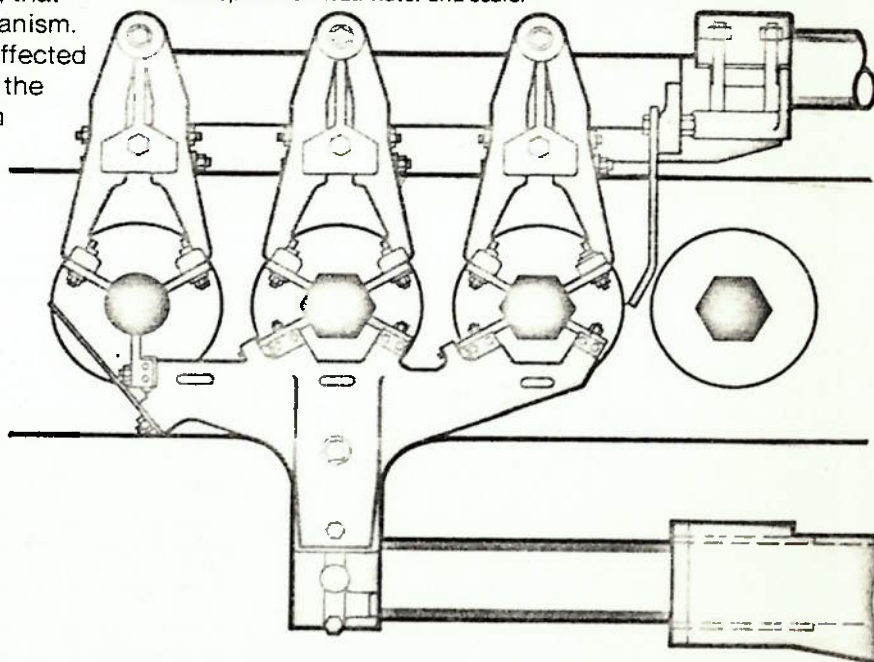
There are four basic transfer movements. The end objective, of course, is to advance all parts to the next die. Each part must be firmly gripped and transferred with positive control. In all, production rates are as high as 150 a minute. As the slide moves forward, punches

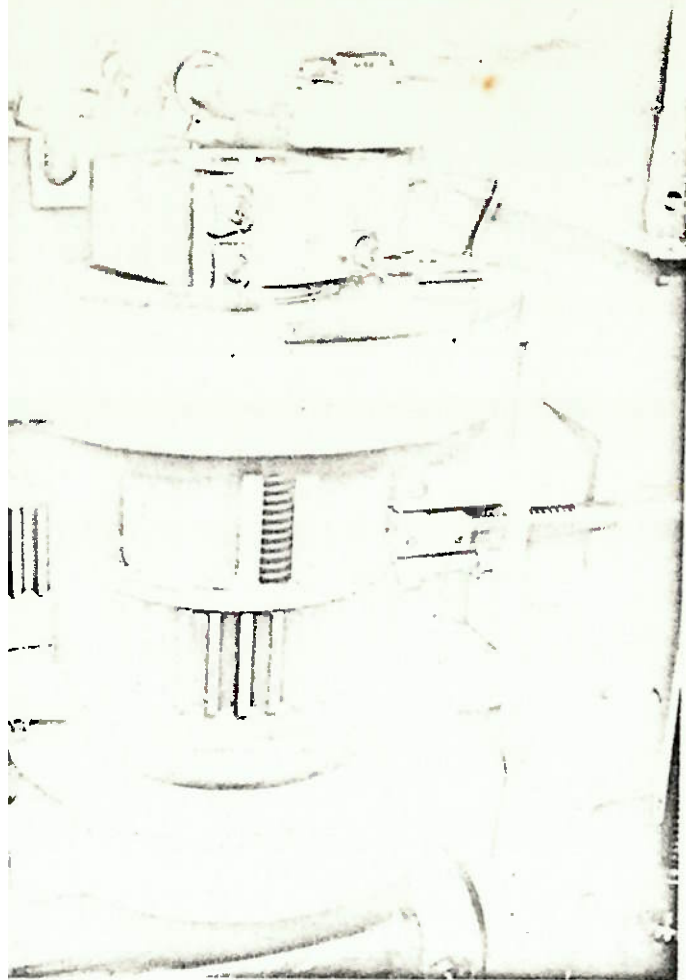
and dies control the part and the transfer opens to clear the punches. The upper half moves up and the bottom half moves down. While the transfer is open, it moves back to the pick-up dies. The mechanism opens far enough to clear punches while they are near the dies. This provides more time to return the transfer to the pick-up dies, resulting in smoother transfer movement at high speeds. As punches pull away from dies, the transfer closes to grip each forging. All lower fingers are rigid to control part alignment with the dies. Upper fingers are spring loaded to firmly grip the part, regardless of dimensional variations from heat, scale and wear.

Transfer movement to open fingers is vertical. This motion keeps the transfer fingers near the dies, allowing the tool holders to move close to the dies. The result is short punches with a good diameter-to-length ratio, an aid to punch rigidity and long punch life.

The transfer opening and closing mechanism is large and rugged for smooth motion and precision alignment. Since transfer arms extend beyond the sealed enclosure, the drive parts are long for good guiding and support. Separate cams control opening and closing so that opening timing can be adjusted to suit each part shape being transferred. Horizontal movement, between dies, is from round tubes supported and guided in the large lifting levers. A hard, smooth finish on the tubes resists wear, corrosion and abrasion from scale and is suitable for using more effective seals.

15. Transfer is large and rugged to perform well in an atmosphere of heat, water and scale.





Transfer lateral motion comes from cams through a rack and gear mechanism. Spring-loaded transfer clutch detects obstruction to transfer movement and stops the Former.

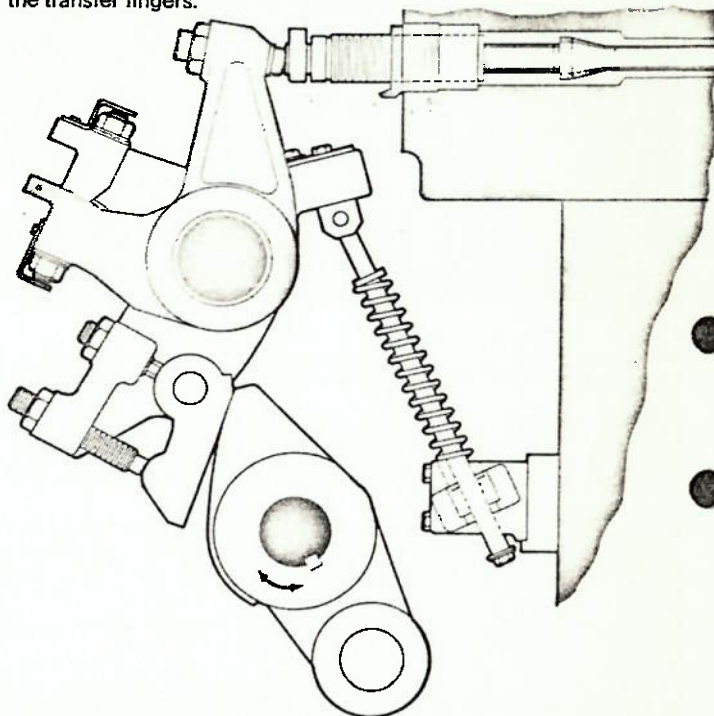
Transfer tubes get their motion from crank arms cam driven through rack and gear (figure 16). Each crank arm adjusts to synchronize upper and lower drive. Tube drive is each adjust to align transfer fingers with dies. Cams move the rack in both directions giving positive motion transfer and return strokes. The gear drives the crank through a spring-loaded tongue-and-groove-type clutch. The mating clutch halves are motionless, relative to each other, until something interferes with transfer motion. Then the clutch slips, actuating a shutoff switch, stopping the Former.

The basic design of this type crank-arm drive has several advantages. First, smooth motion is built into the shape of the drive cam. Second, the arc of the crank arms has little motion at beginning and end of stroke with quick acceleration and deceleration during mid-stroke. Third, at both ends of the stroke, the mechanism holds transfer in alignment with the dies. It is important that transfer remains stationary while parts move into or out of the fingers. Since the crank arms are parallel with transfer, any slight motion in the drive parts, as might occur from wear, is *not* passed on as movement in the transfer.

Die Kickout

Punches on the moving slide push forgings into the dies and force the metal to flow. Then the kickout mechanism ejects the forgings into the waiting transfer fingers. Because the kickout pin also becomes all or part of the die end, it must support some of the forging load. Yet it must be mobile to eject forgings and adjustable for different jobs. Forging loads go into the machine bedframe two ways. Most load normally travels through the die, filler face plate and into bedframe. This is the preferred path since parts are large and stationary. Second, depending on tool design, forging load may move through the kickout pin, into the kickout rod, through the adjusting sleeve into the bedframe. None of the forming load goes into the kickout mechanism. This basic design comes from years of successful operation on our Boltmakers, Cold Formers and other high-speed cold-forging machines.

17. Side view of kickout mechanism. Fully adjustable and cam driven, its motion gradually decelerates to keep from throwing the forging through the transfer fingers.



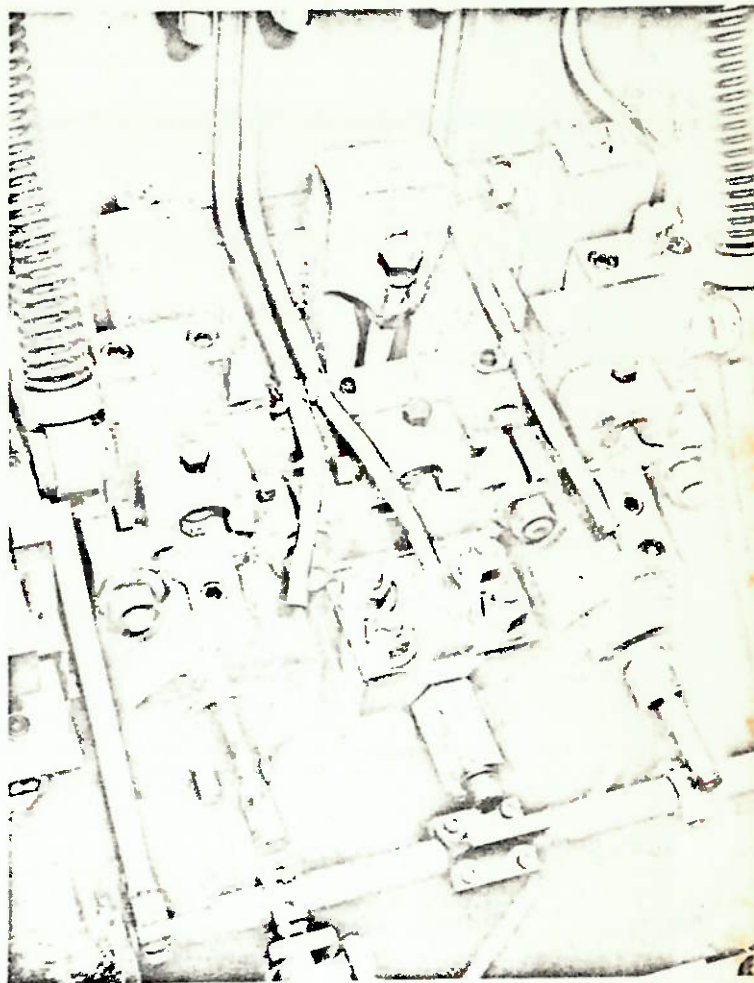
The kickout stroke comes from oscillating cams, figure 17, driven from a cross shaft. Cam drive gives a gradually accelerating motion at the start and end of stroke with rapid movement during mid-stroke. This prevents catapulting forgings out of the die and through the fingers. Kickout force travels through a breaker bolt that shears if load becomes too high. A sensitive pneumatic sensor detects, not only a broken bolt, but even a slightly stretched bolt, and stops the Former. Each die has its own kickout mechanism adjusted to best suit the coining in that die. The end-of-kick position is always the same, and not adjustable, for proper timing with the transfer. Adjusting screws at the top, figure 17, are set to suit kickout tooling. At the bottom, kickout cam shoes adjust for long, short or any kickout stroke within the range of the machine. The last die can have kickout lever, lug discharge, or both.

Stripper

The last operation is usually punching a hole. The punchout travels through the die and into a discharge chute. The forging goes back with the punch. The punch, in its forward stroke, travels through a stationary stripper (figures 2 and 18). Then, when the forging goes back on the punch, the stripper removes the forging, clearing the punch for the next blow. This mechanism is simple, has no moving parts and aids punch cooling. For special applications, for coining or trimming, the timed punch knockout can be tooled for stripping in place of this stationary stripper.



18. The piercing punch goes through a stationary stripper. After punchout, the part travels back on the punch to the stripper where it then falls clear of the tools.



19. Tool holders of a three-die Hot Former. Cooling manifold, near punch tips, sprays water and checks punch. A forging stuck on the punch stops the machine.

Punches

Tool holders have adjustments on top where they are convenient to see and reach (figure 19). Adjustments are easy to learn and quick to make. All holders mount to a common plate that can be removed and installed as a unit. When the Former has optional quick-change tooling, an extra plate, with tool holders attached can be set in a fixture outside the Former so that punches can be assembled and prealigned while the Former runs another job.

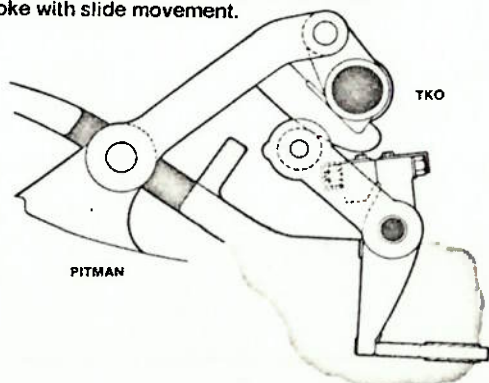


Punch adjustment wedges set forward position of the punches. Punches with timed knockout use a slotted wedge. Without punch knockout, a solid wedge.

Timed Punch Knockouts

By moving the mounting plate and tool holders exposes edges and punch timed knockout rods (figure 20). You can move wedges and rods to second, third or fourth punch positions, wherever needed. When not using timed knockout, a solid wedge fits behind the punch. Timed knockouts operate from a mechanism on top of the slide. The knockout stroke comes from cams on a camshaft linked to the pitman. Cams are inserts hardened for generating. The result is a knockout stroke timed to the movement of the slide to hold the forging in the die for normal ejection and transfer. This mechanism is similar to timed knockouts on our Cold Formers and Automatic Maxipresses. Punch knockouts expand the versatility of a Hot Former. In fact, some shapes *require* punch knockouts.

Punch knockout motion comes from cams generated by the stroke with slide movement.



Cooling

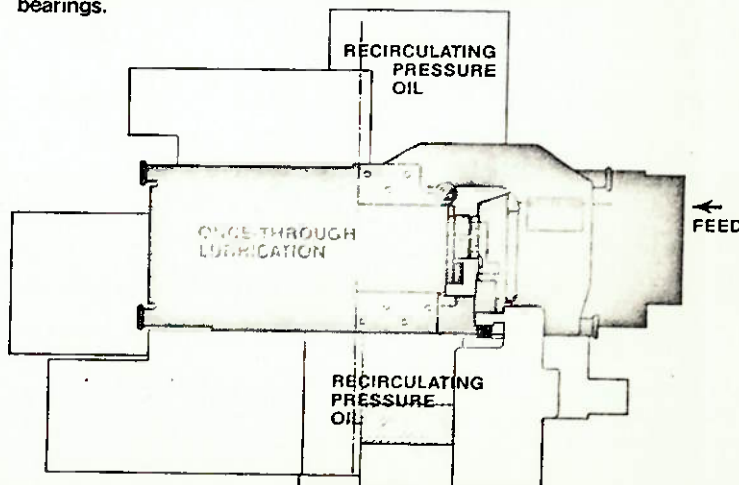
High-production hot forming calls for effective cooling of punches, dies, feed and cutoff parts. Spray jets flood punches and dies externally to wash away heat and scale. A high-capacity pump delivers up to 600 gallons a minute, depending on the size of the Former. A cooling manifold, with a spray head for each punch, swings in front of the punches during the back stroke (figure 19). It sprays water directly on the face of the punches, an area usually more susceptible to burning. Tests show the effectiveness of this cooling mechanism to prolonging punch life. The mechanism also serves as an automatic shutoff. Should a part stick to the punch, the spray head hits the part, restricts the movement of the mechanism and operates a switch to stop the Former.

The importance of cooling cannot be overstressed. Water flows through feed roll shafts and around inside the feed rolls. Cooling baffles between hot bar and bedframe keep heat away from the bedframe. Internal channels flush dies from the inside, washing away heat and scale. A high-volume line goes to the heading slide, distributing water for individual punch flooding and to the mechanical spray heads. Even after extended production runs, tooling is cool enough to be removed by hand.

Lubrication

Hot Formers have two lubricating systems. One system is a once-through system where lubricant passes through the bearings and discharges. With this system it does not matter if water and scale contaminate the spent lubricant because it is not being reused. The second system lubricates most of the bearings in the machine with an unrestricted flood of oil or by pressurized lines leading directly to bearings. The housings that attach to the bedframe seal out water and scale (figure 22). They collect

22. Plan view of Hot Former showing coverage of the two lubricating systems. Pressurized or flood oil lubricates most bearings.



ill the lubricating oil and return it to a reservoir. From here, oil goes through a pump and filter, then on to bearings and flood lines to complete the pressurized recirculating system. Low oil pressure stops the Former.

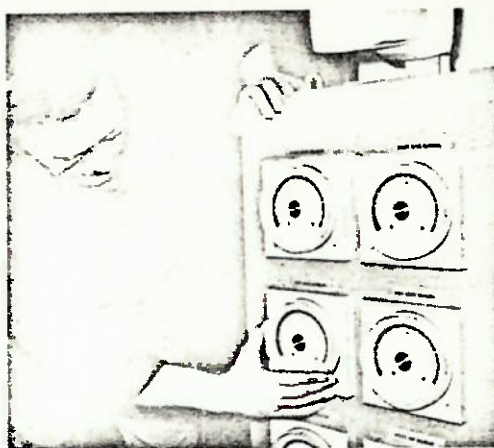
Other Features

An optional feature for large Hot Formers is a bearing temperature monitoring and warning system for measuring temperature at main bearings, wrist pin and pitman bearings. Thermocouples indicate bearing temperature on gages. Should one of the bearings heat above a preset level, a warning horn sounds to alert the operator.

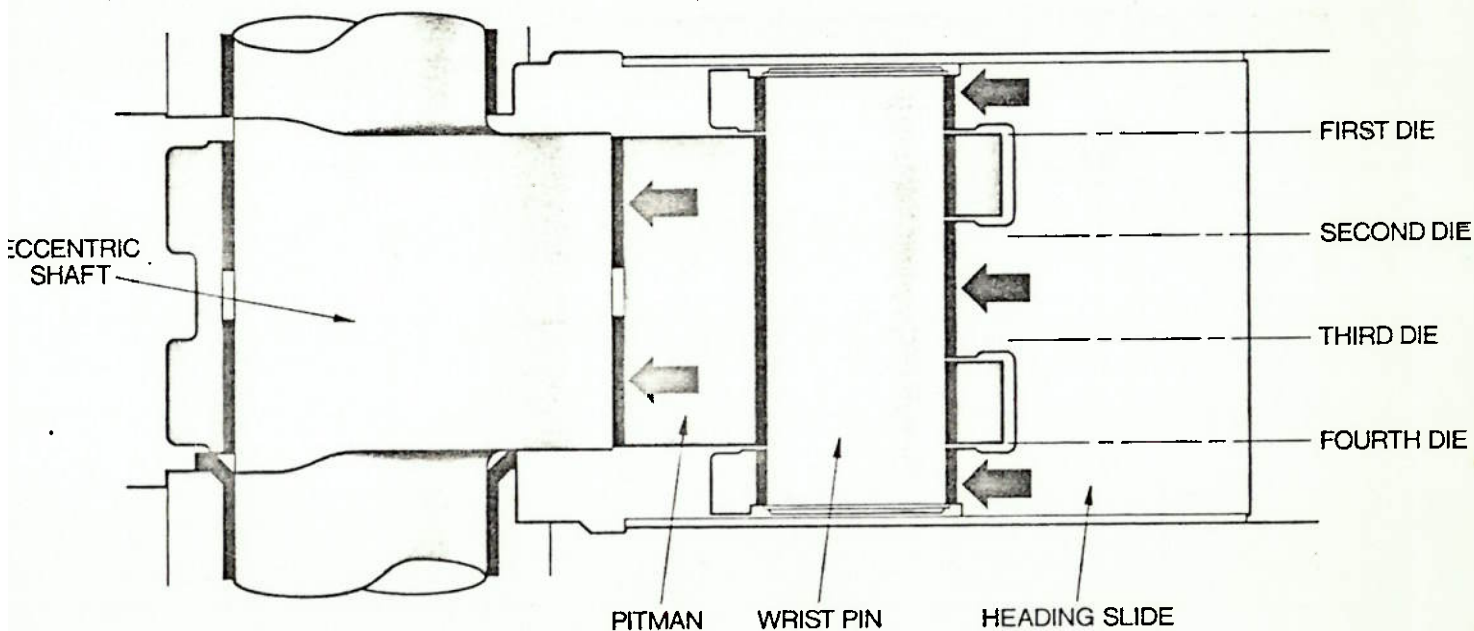
Large Hot Formers have a pinion shaft running in anti-friction bearings. With this arrangement, the flywheel, clutch and brake are on the pinion shaft and the main gear is on the eccentric shaft. Pinion shaft bearings can also be equipped with thermocouples if desired. However, a smoke-type warning device is the standard way of monitoring these bearings.

Figure 24 is a cross section of the heading slide and pitman showing eccentric shaft and wrist pin. Forging loads are taken on three wrist pin bushings and two wide bushings in the pitman for the eccentric. This bearing placement gives wide support to the slide, reducing the tendency of off-center forming loads to tilt the slide.

Automatic shutoff switches stop the Former when they detect a broken or stretched breaker bolt on a kickout lever or transfer mount, when the transfer clutch operates or when the punch detector hits a forging stuck on a punch. Indicator lights tell which shutoff stopped the Former. Loss of air pressure or lubrication pressure also stops the Former, and low hydraulic pressure for quick-change tooling causes shutoff.



23. These gages monitor temperature of main, pitman and wrist pin bearings.



24. Section of heading slide and pitman. Arrows show wide position of bearings that take the forging loads.

Quick-Change Tooling

Quick-change tooling, optional equipment for large Hot Formers, offers opportunities to keep job changeover time to an absolute minimum. While the Hot Former runs production on one job, the next tooling scheduled to go to the Former can be assembled in a spare die block, punch holders and transfer. A fixture, figure 25, closely simulates in-machine position, so tooling can be assembled and punches aligned with dies. This leaves only fine adjustments once tooling is installed in the former. Even without a precision fixture, die assemblies can be put into the spare die block and punches into the spare punch holders. Those of you with setup experience will probably agree that tooling assembly takes up a large percentage of changeover time. Preassembly can substantially cut setup time.

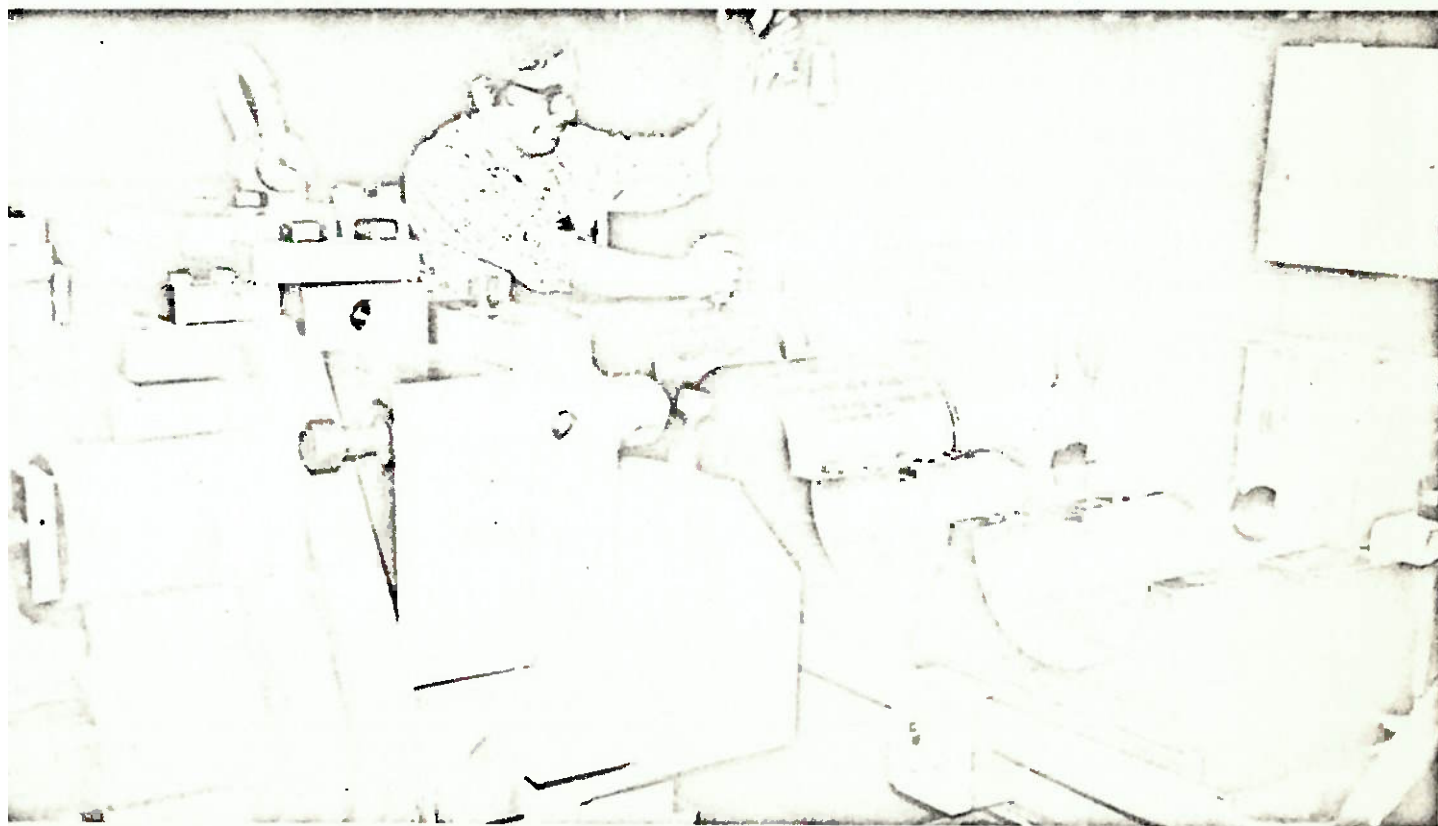
The transfer fits on a fixture, figure 26, for replacement and alignment of new transfer fingers. All finger and arm adjustments are made on this fixture.

As mentioned, preassembly and prealignment can be done while the Former is running. Even additional time can be saved after stopping the Former with the



26. Transfer fingers and arms set up on a fixture, like this, outside the Former.

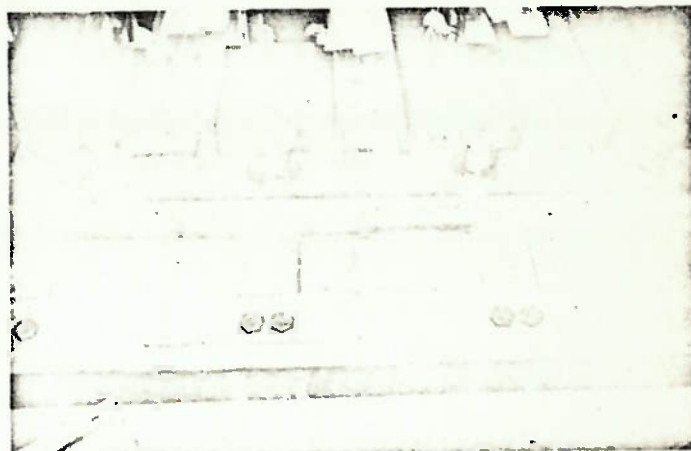
quick clamp and release mechanisms built into the Hot Former, shown in figures 27 through 32. These mechanisms permit die and punch assemblies to be removed and installed in minutes with little effort.



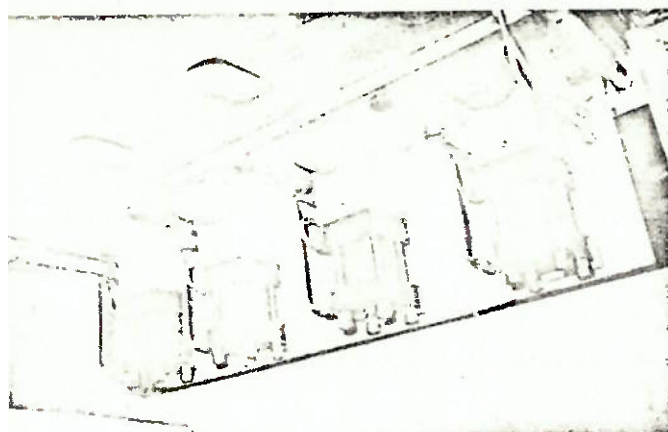
Spare die block and punches go on this setup fixture for assembly and prealignment. This is a companion to quick-change tooling mechanisms built into the Former.



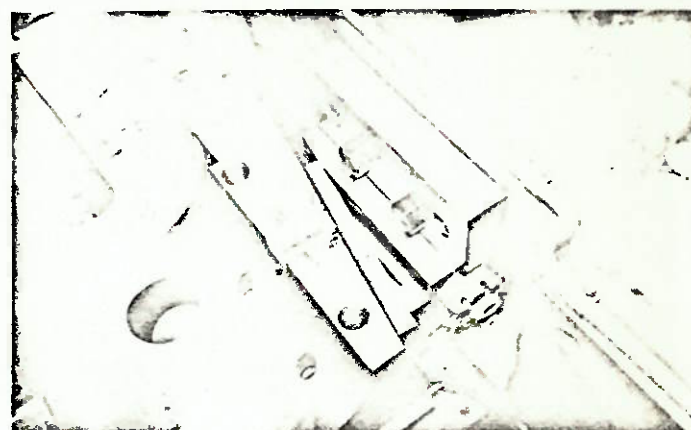
The face of the heading slide has slots like this that take studs on the holder mounting plate. Hydraulically-operated clamps tighten and loosen the studs.



28. Slots in the bottom of the mounting plate fit over these headed studs. This view is from under the heading slide looking upward.



Hydraulic cylinders under the heading slide tighten or loosen the studs. One lever controls all nine clamping cylinders.



30. When installing the die block, it must seat against the front and side of the die block cavity. A hydraulic cylinder drives this wedge at the end of the die block to seat it sideways.



Under the die block are air-operated levers, at top center and left, that turn cams seating the die block forward. The two large cylinders are motor and reduction gear units that drive the die block hold-down screws. There are five of these units.



32. Kickout rods adjust to the position needed for each die setup by turning these large threaded sleeves. To speed setup, an air-motor driver engages a gear on the sleeve. Once adjusted, hydraulic lock nuts hold the setting.

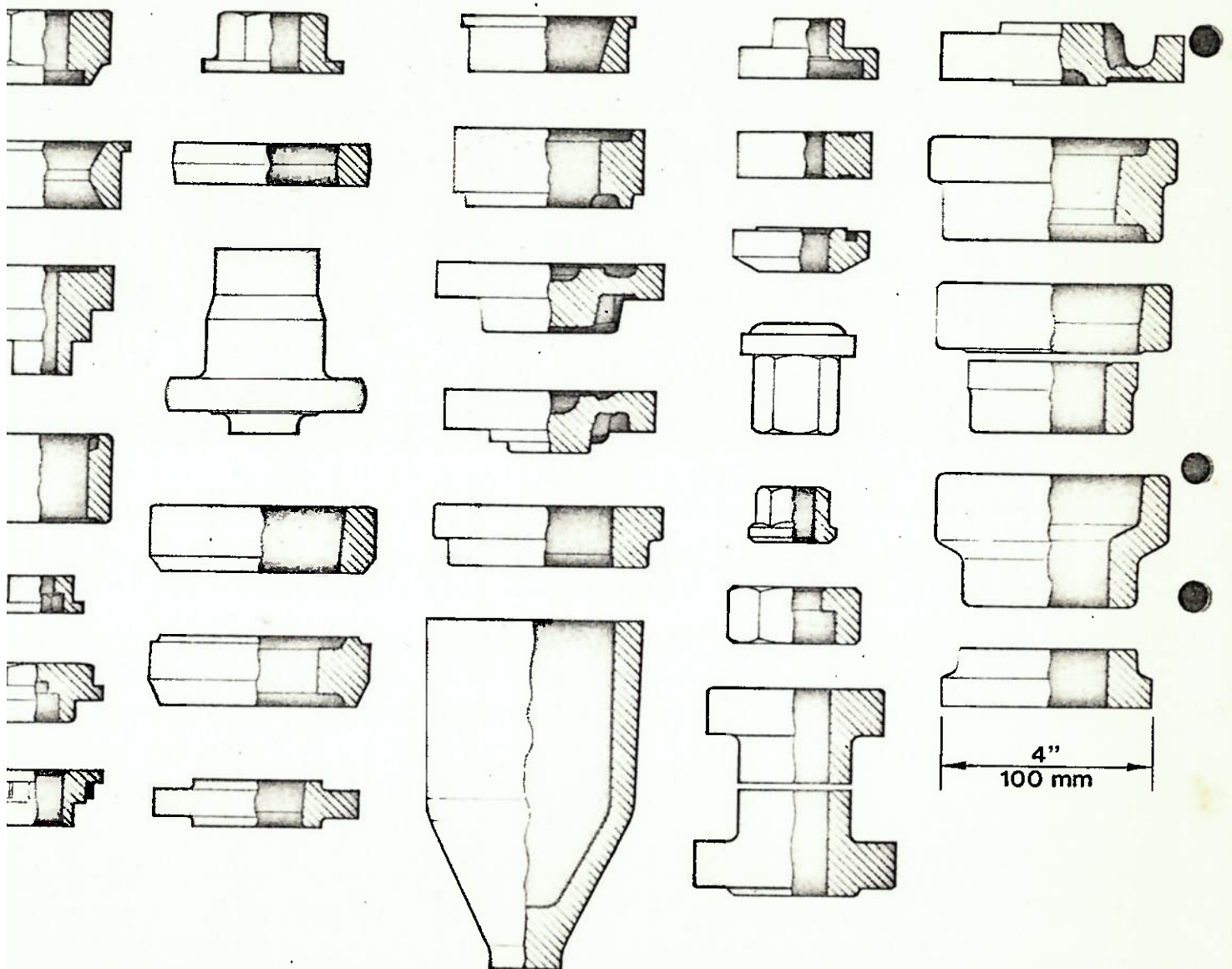
The Size and Shape of Hot Forming

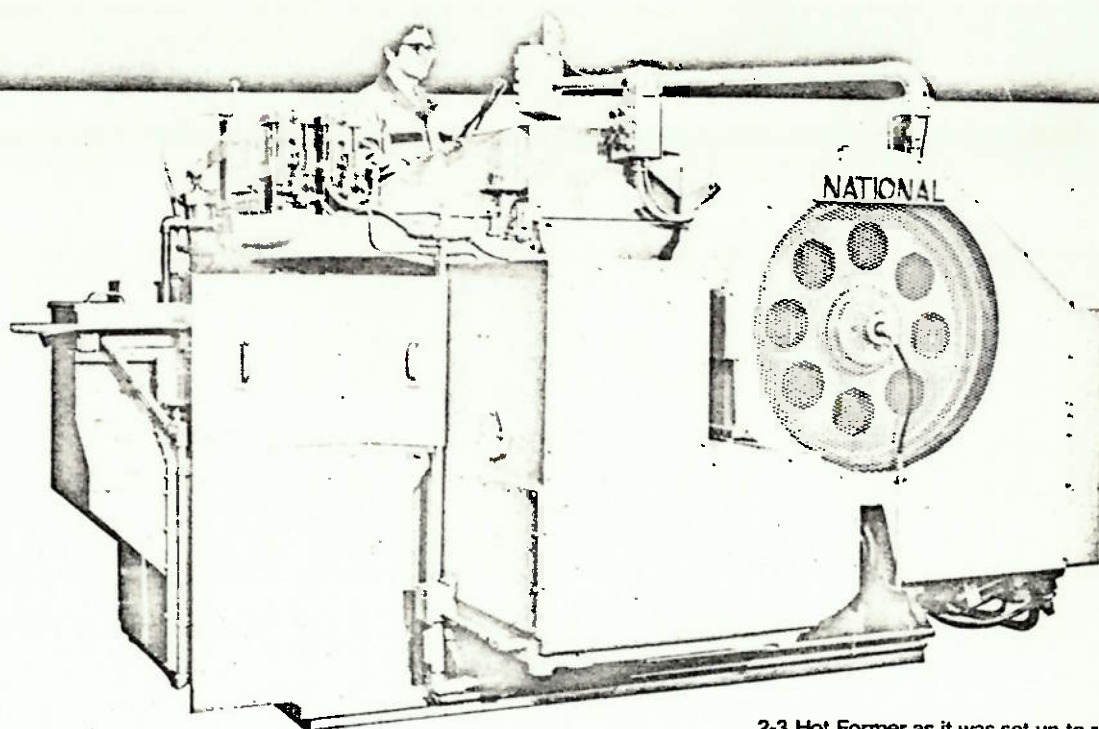
The shapes on this page are the kind that Hot Formers make, but certainly not the only shapes. Hot Formers are high-production units that require relatively short changeover time. Therefore, it is practical to plan making several jobs on one machine. This encourages shorter runs of limited quantities. However, the most efficient are always long runs.

The 2-3 Hot Former is the smallest presently in the line. It has three dies and makes up to 150 forgings a

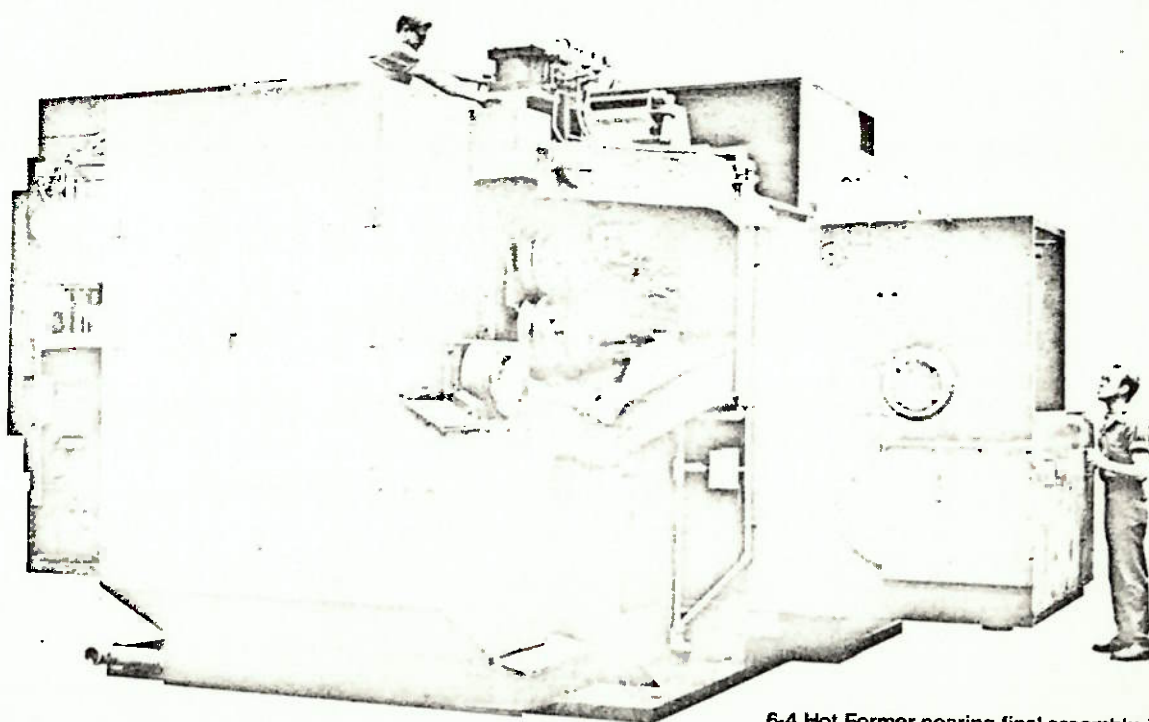
minute. It has a cutoff capacity of $1\frac{1}{4}$ inch diameter by $2\frac{1}{2}$ inches long, die kickout of 3 inches and weighs 48,000 pounds. This size is popular for making hex nuts up to $1\frac{1}{8}$ inches across flats.

The top of the line is the 6-4 Hot Former with a cutoff capacity of $2\frac{3}{8}$ inch diameter by $5\frac{1}{2}$ inches long. It has a 6-inch die kickout and weighs 395,000 pounds. It's powered by a 400 horsepower DC motor with variable speed so that production speed can be matched with heater output in a range from 40 to 70 pieces a minute.





2-3 Hot Former as it was set up to run on our test floor.



6-4 Hot Former nearing final assembly. This one will make automotive parts for a European manufacturer.

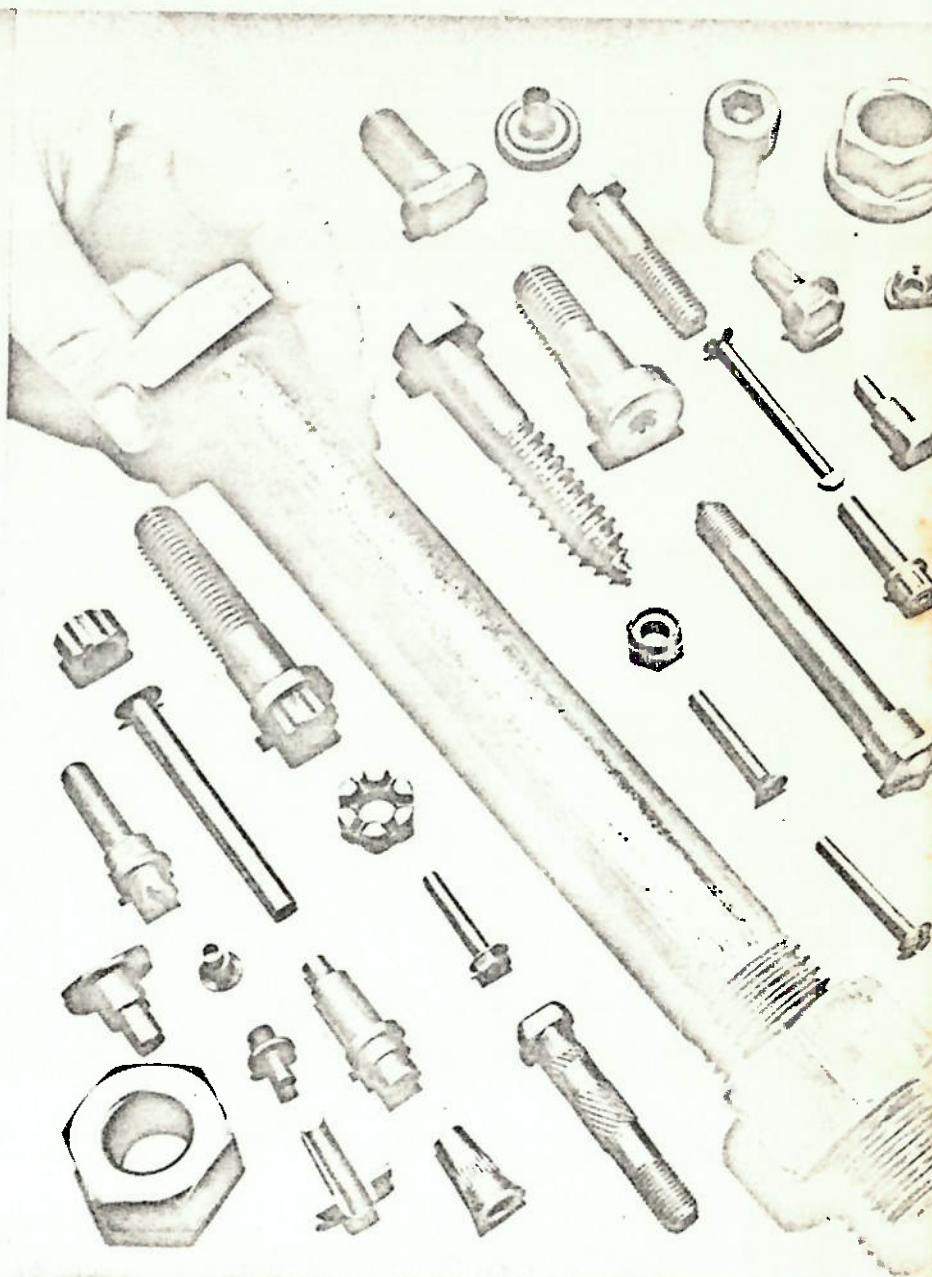
machines for fasteners

Cold Headers make rivets and screws, standard or special parts. Many different headers are available to suit your specific needs—single- or double-stroke; standard, medium- or long-stroke; standard- or high-speed plus special machines for balls, rollers and tubular rivets.

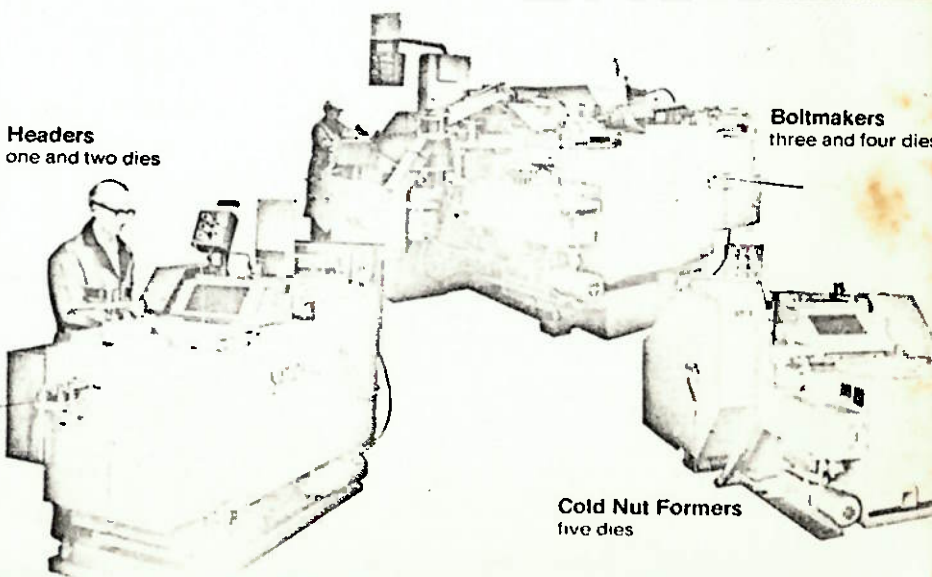
Three-Blow Two-Die Headers combine versatile three-blow forming with only two dies. They can trap-extrude, upset, head, backward-extrude, trim or pierce to produce a wide variety of specials.

Boltmakers offer versatile production of capscrews and special threaded parts. One compact machine heads, trims, points and threads without intermediate handling and inspections. **Progressive Headers** are Boltmakers without pointing and thread-rolling stations. Boltmakers and Progressive Headers can be standard- or high-speed, three-, four- or five-die, standard- or long-stroke or equipped for making socket head capscrews. Production: up to 300 finished parts a minute.

S2 Cold Nut Formers are high-production five-die machines with about 50% more output. Unusual nut shapes, from a variety of materials, are routine on these formers. Transfer rotates blanks 180° between dies or transfers without rotating, whichever best suits the forming sequence or tool design.



Headers
one and two dies



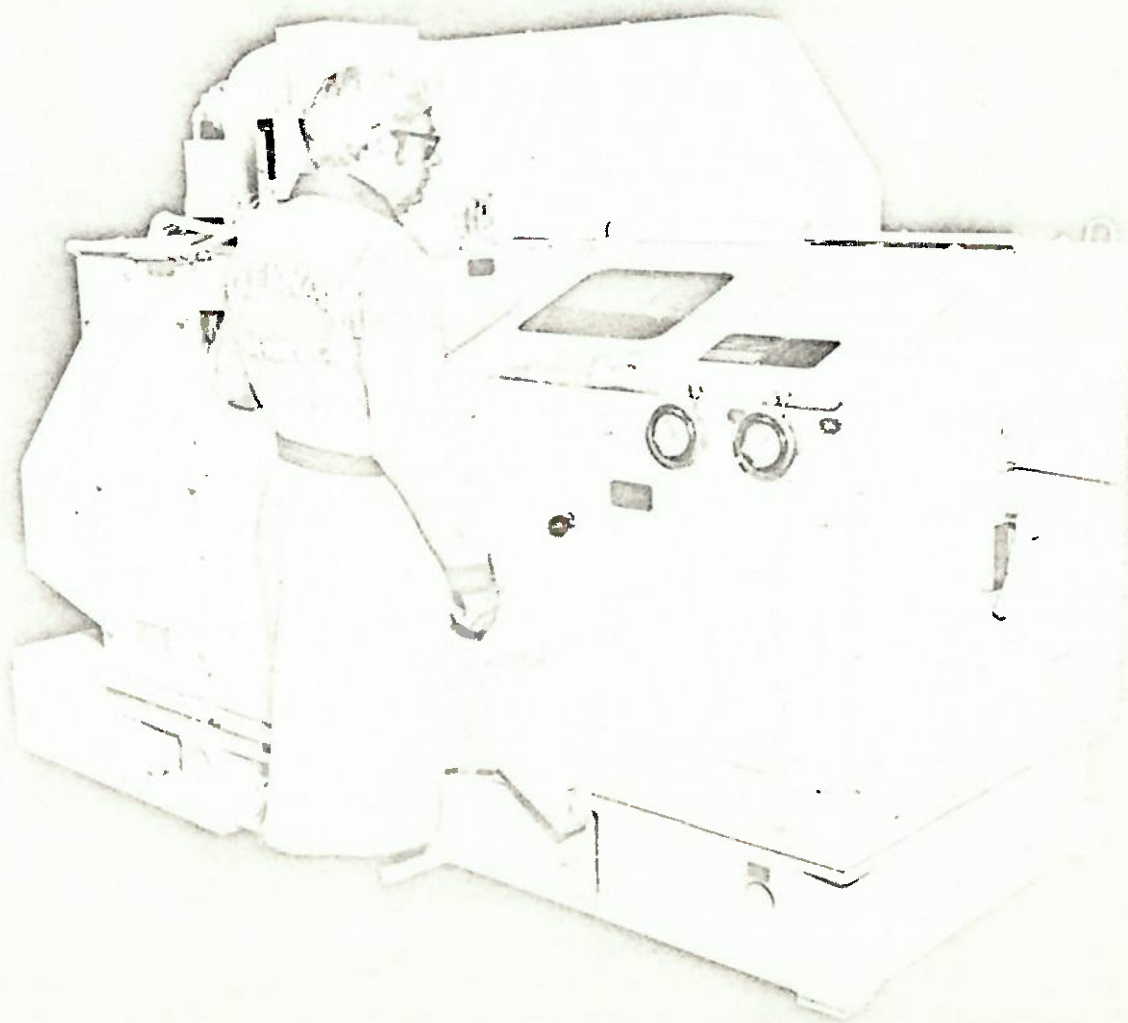
Boltmakers
three and four dies

Cold Nut Formers
five dies

the no. 5

A New Double-Stroke Header from National

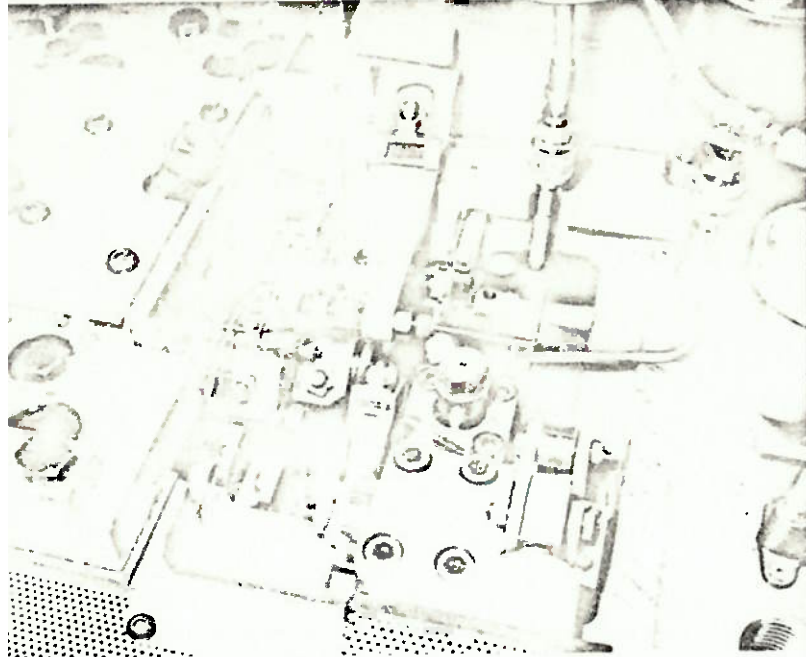
Announcing the latest addition to the lines of one die Cold Headers with IAC (Integral Acoustic Covers). This new No. 5 continues the National tradition of Headers that are easy to set up and maintain and that produce close tolerance parts at remarkably high speeds. For 30 mm screws at 400 per minute. Now faster the No. 5 introduces existing features which further reinforce the standard of excellence commonly associated with Nationals.



Production-Tested Features

Heading Slide and Counterbalance System

the no. 5

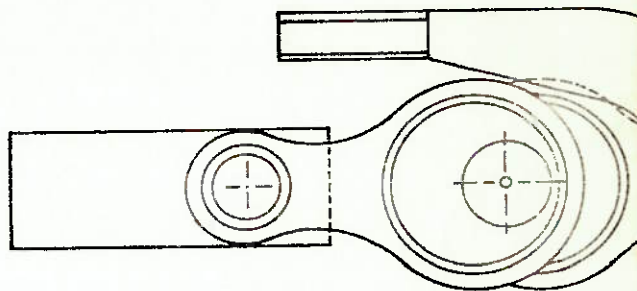


The heading slide, pitman and eccentric shaft of these new Headers are fully counterbalanced by a counter slide driven by its own eccentric and pitman system. The eccentric shaft runs in bronze main bearings, and the wide pitman has an increased bearing area. The wrist pin floats freely in both pitman and heading slide, reducing the possibility of seizure and avoiding single-point wear and stress. Retainers hold the wrist pin in end-wise position, permitting easy assembly and simple maintenance. Pitman and heading slide bearings are lubricated by high pressure lines, and the over-arm heading slide rides in bronze liners.

Controlled by cam action, the punch rocker locking system holds the punch rocker securely in place during cone and finish blows. A punch rocker gib, mounted to the face of the punch rocker block, eliminates excessive end play. This also keeps the punch rocker running true, even if the punch rocker bearings should wear. The entire punch rocker system is pressure oil lubricated, and the circular punch rocker seals dirt out and oil in.

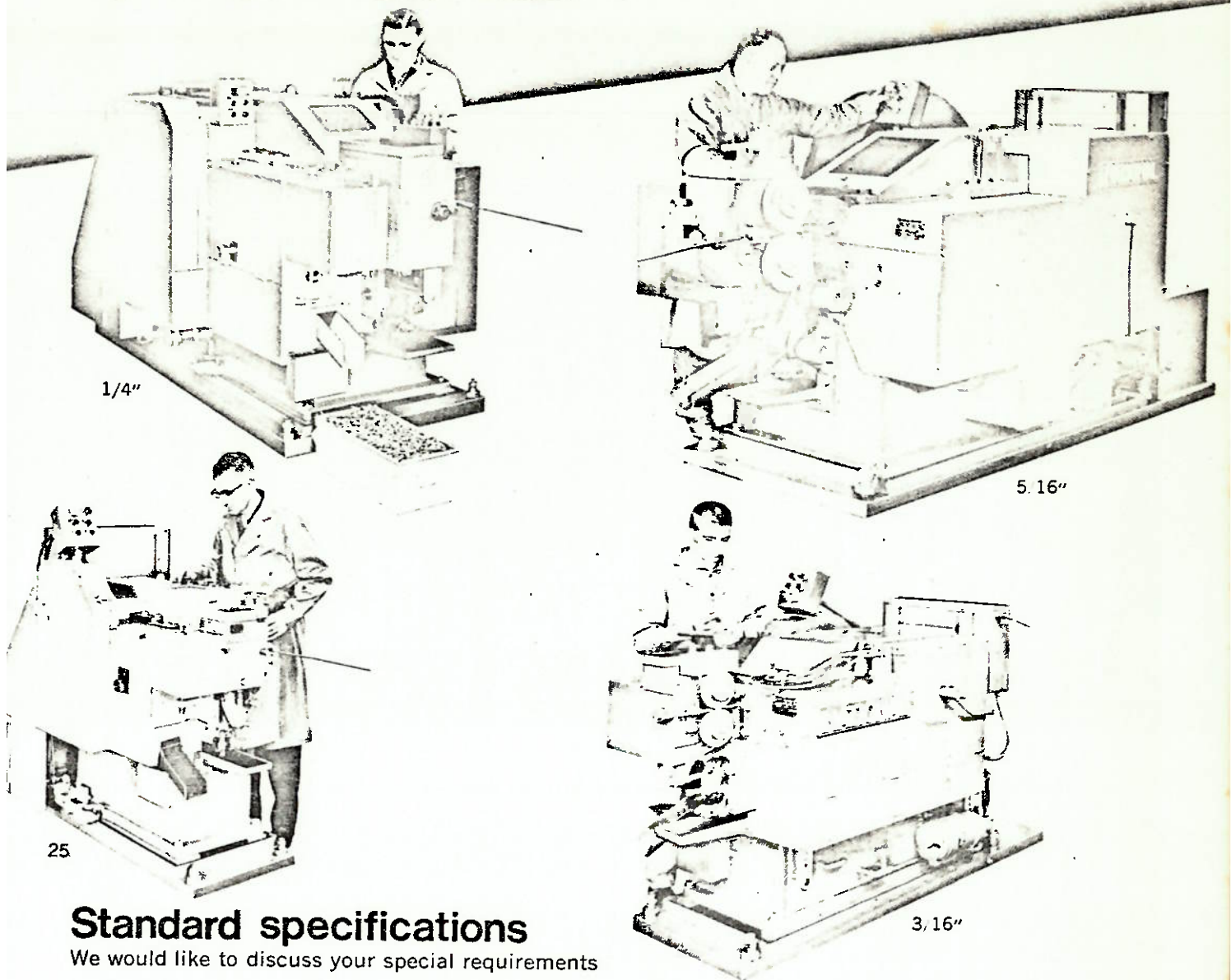
Significantly higher production speeds plus reduced time for maintenance and adjustment—these new single-die Headers are truly faster. Besides many practical features, these new faster Headers retain some of the proven-reliable advantages, like an oscillating punch rocker, individually adjustable punch holders, bushing-type cutter, separate transfer, mechanical discharge ejector, sliding cone tool mist lubricator, and timed knockouts in both cone and finish punches.

Some of the areas where you'll find significant improvement are those that involve setup, maintenance and production. The heading slide, pitman and wrist pin, for example, are now easier to assemble and maintain. The punch rocker system has a simple locking mechanism which aids cone and finish punch accuracy. A second cam shaft added to the drive train improves machine operation and adds simplicity to setup adjustment. The feed and knockout areas have been improved with a particular eye toward operator convenience. A recirculating lubrication system with dual distribution reduces overall machine maintenance and generally extends machine life. Finally—again to save time and increase production—an external setup fixture significantly cuts changeover time by permitting as many as 14 items to be adjusted or checked prior to setup.



National Machinery

High-Speed Double-Stroke Solid-Die Cold Headers



Standard specifications

We would like to discuss your special requirements

Machine Size	25	M34-S1	3/16"	M56	1/4"	M68	5/16"	M810
Pieces per Minute	450	450	350	350	300	300	250	250
Cutoff Diameter	5/32"	4 mm	3/16"	6 mm	1/4"	8 mm	5/16"	10 mm
Die Kickout	1"	25 mm	1-1/4"	30 mm	1-3/8"	35 mm	1-1/2"	38 mm
Floor Space (width)	2'5"	.74 m	3'0"	.91 m	4'0"	1.22 m	4'5"	1.35 m
Floor Space (length)	6'2"	1.88 m	7'0"	2.14 m	8'4"	2.54 m	9'10"	3.0 m
Motor (hp/kW)*	5	4	7-1/2"	7.5	15	15	20	22
Net Weight (lb/kg)	3,500	1,600	5,900	2,700	11,200	5,100	15,300	7,000
Boxed Weight (lb/kg)	4,500	2,100	7,100	3,300	12,800	5,900	16,900	7,700

*Motor size may vary

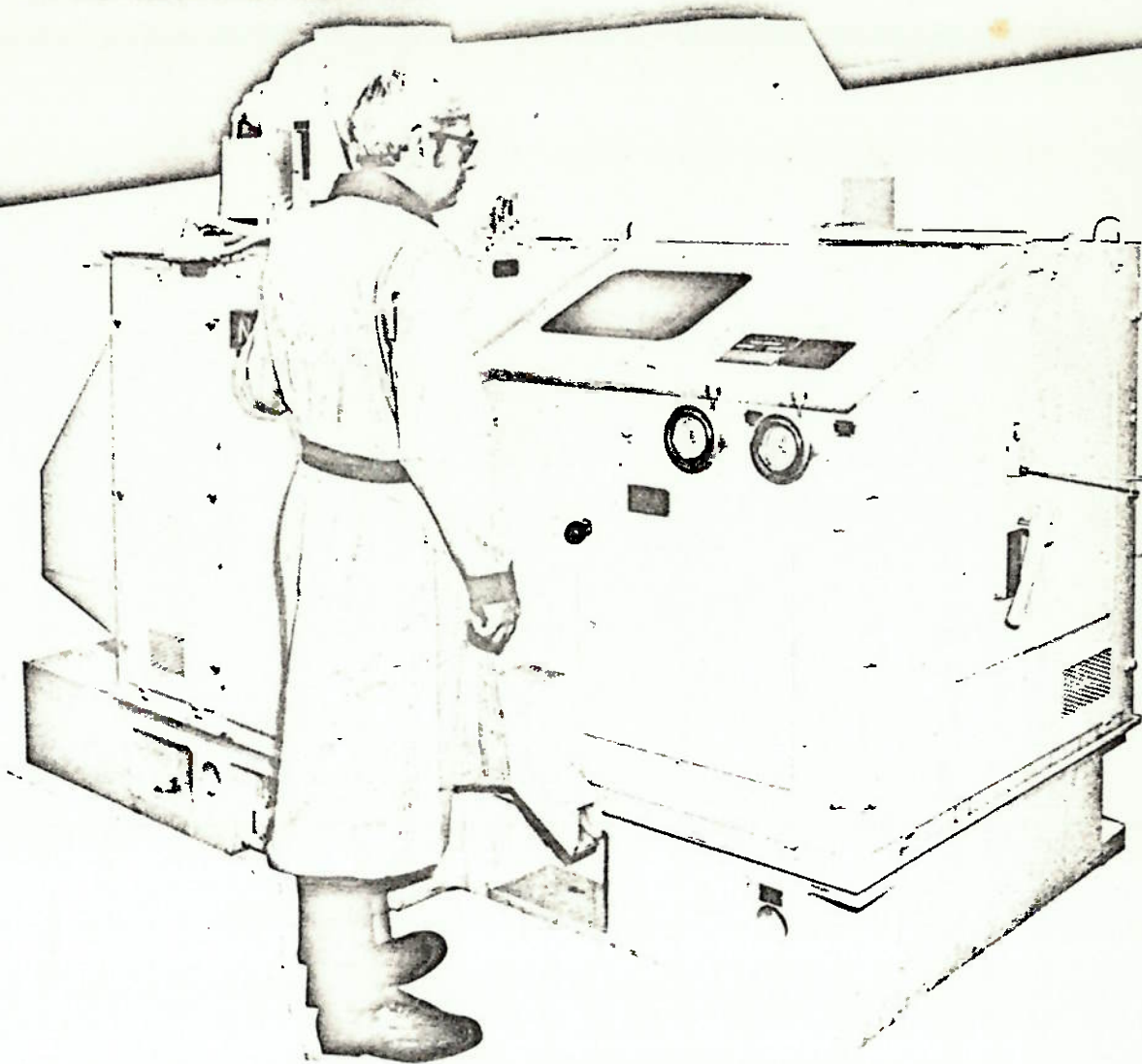
NATIONAL MACHINERY CO., TIFFIN, OHIO U.S.A. 44883

NATIONAL MACHINERY G.m.b.H., 8500 NUERNBERG, GERMANY
DESIGNERS AND BUILDERS OF HOT AND COLD FORGING MACHINERY

PRINTED IN U.S.A.

National Machinery

Double Stroke Headers



Standard specifications

We would like to discuss your special requirements

Machine Size	No. 5	
Pieces per Minute	400	400
Cutoff Diameter	6 mm	1/4"
Die Kickout	30 mm	1-3/16"
Floor Space (width)	1.34 m	4'4"
Floor Space (length)	2.68 m	8'8"
Motor (kW/hp)*	11	15
Net Weight (kg/lb)	4,700	10,364
Boxed Weight (kg/lb)	5,400	11,907

*Motor size may vary

NATIONAL MACHINERY CO. TIFFIN, OHIO U.S.A. 44883

NATIONAL MACHINERY G m b H . 8500 NUERNBERG, GERMANY
DESIGNERS AND BUILDERS OF HOT AND COLD FORGING MACHINERY

PRINTED IN U. S. A.

Standard Spezifikationen

Wir sind gerne bereit, mit Ihnen über Ihre speziellen Wünsche zu sprechen

Maschinengröße	No. 5	
Stück pro Minute	400	400
Abschneiddurchmesser	6 mm	1/4"
Auswerferlänge	30 mm	1-3/16"
Grundfläche (Breite)	1.34 m	4'4"
Grundfläche (Länge)	2.68 m	8'8"
Motor (kW/PS)*	11	15
Nettogewicht (kg/lb)	4,700	10,364
Bruttogewicht (kg/lb)	5,400	11,907

* Motorgröße kann variieren

Caractéristiques standards

Nous sommes prêts à discuter toute spécification particulière

Dimension de la machine	No. 5	
Nombre de pièces par minute	400	400
Capacité de cisailage	6 mm	1/4"
Longueur d'éjection en matrice	30 mm	1-3/16"
Encombrement au sol – largeur	1.34 m	4'4"
Encombrement au sol – longueur	2.68 m	8'8"
Moteur (kW/CV)*	11	15
Poids net (kg/lb)	4,700	10,364
Poids brut (kg/lb)	5,400	11,907

* La capacité du moteur peut varier

Características standard

Nos complaceá discutir sus necesidades especiales

Máquina	No. 5	
Piezas por minuto	400	400
Diámetro corte	6 mm	1/4"
Expulsión matriz	30 mm	1-3/16"
Superficie (ancho)	1,34 m	4'4"
Superficie (largo)	2,68 m	8'8"
Motor (kW/hp)*	11	15
Peso neto (kg/lb)	4,700	10,364
Peso bruto (kg/lb/)	5,400	11,907

* Tamaño motor puede variar

Caratteristiche standard

Desidereremmo esaminare le Vostre esigenze specifiche

Modello macchina	No. 5	
Pezzi al minuto	400	400
Diametro di taglio	6 mm	1/4"
Espulsione dalla matrice	30 mm	1-3/16"
Ingombro sul pavimento (larghezza)	1,34 m	4'4"
Ingombro sul pavimento (lunghezza)	2,68 m	8'8"
Motore (kW/HP)*	11	15
Peso netto (kg./libbre)	4,700	10,364
Peso con imballo (kg./libbre)	5,400	11,907

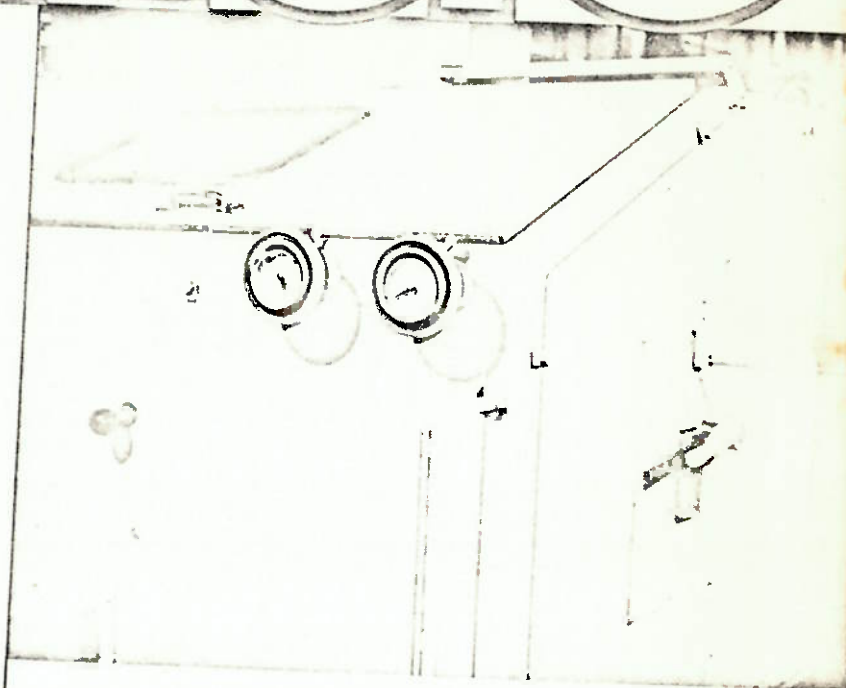
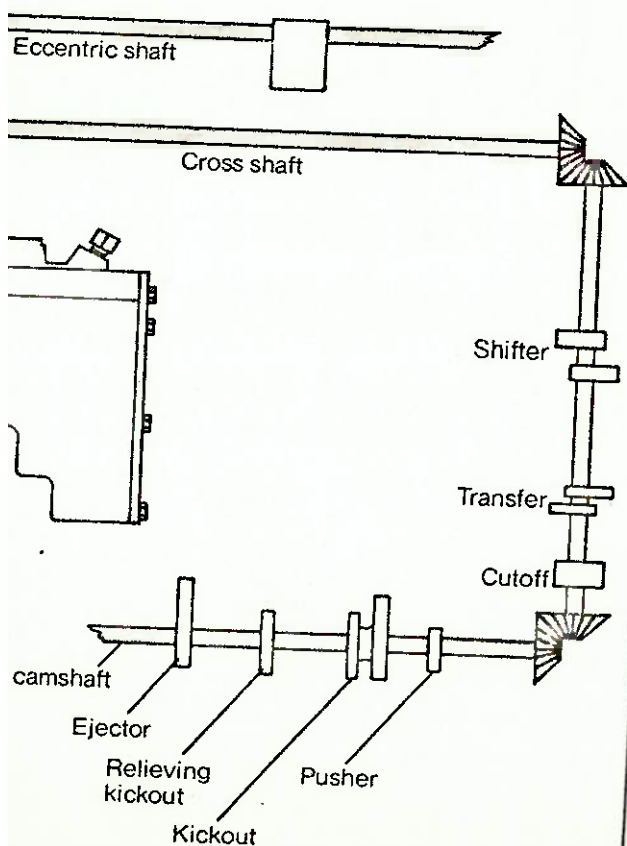
* La dimensione del motore può variare

Drive Train

Feed and Kickout

the no. 5

Drive train for these fast, improved Headers is a combination of production-proved engineering and innovation. The shaft is driven by a 2:1 timing gear on the operator's side. This in turn drives, through bevel gears, a camshaft on the right side of the header. This side shaft drives the elementary shifter cams for the punch rocker and the transfer and cutoff cams. Another set of bevel gears drives a second camshaft across the front of the header. This front shaft has cams for operating the kickout, pusher, relieving and mechanical discharge ejector. Because of the shaft design, all mechanisms are conveniently located on the perimeter of the bedframe for easy adjustment, inspection and maintenance.



The feed box can pull wire from 2000 pound (900 kg) coils, growing in popularity for long production runs. The feed rolls are now visible to the operator, and it's a simple matter to remove the rolls or adjust clamping pressure. Clamping of a new coil is controlled by a lever located outside the enclosure.

The feed clutch, with carbide inserts for long life and ease of maintenance, works with an oil-cooled band brake. The entire feed box is lubricated by pressure or open flood circulating oil. A large calibrated handwheel outside the machine enclosure adjusts feed length. Only fine adjustments need be made during setup.

The kickout lever is driven in both directions by rotary instead of oscillating cams. The result is the elimination of springs, smoother operation and ease of adjustment.

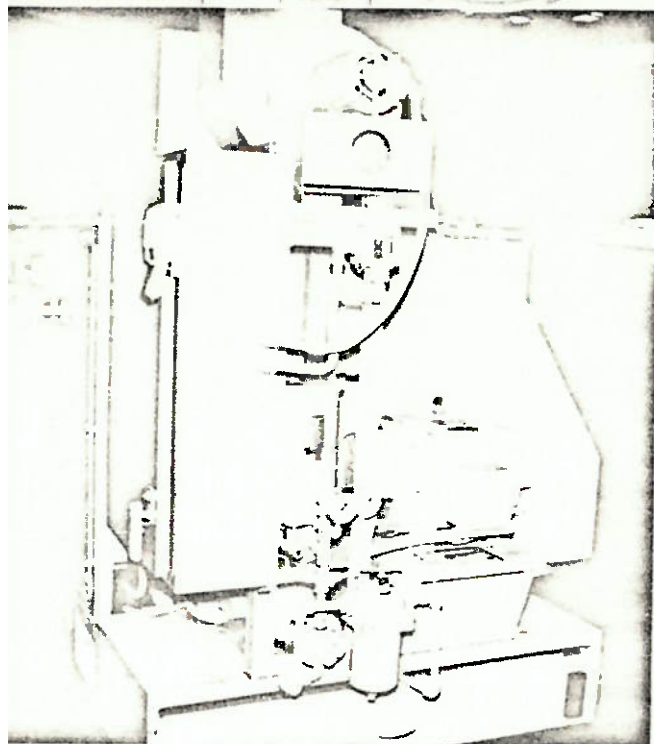
Kickout stroke—like feed length—is completely adjusted by a calibrated handwheel outside the enclosure. No internal adjustments. Feed latchout, like all operating controls, is within easy reach outside the machine.

(Pictures may show special or optional features that are extra as quoted.)

Lubrication AC

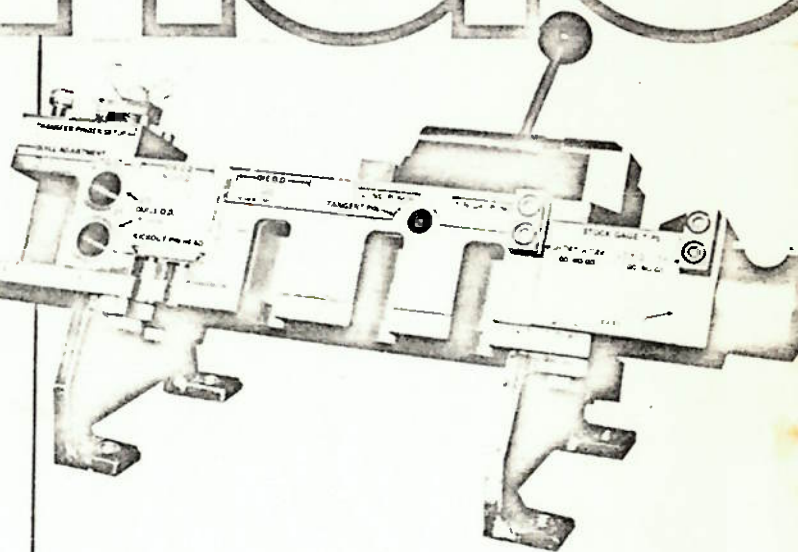
Setup Fixture

the no. 5



These new high-speed Headers have recirculating lubrication with dual distribution where lubricant is distributed through two distinct systems: an open flood and a closed-line pressure. The open-flood system takes care of gears, cams and cam followers while the closed-line pressure system goes to shafts, bearings, bushings and liners. The system also has low pressure shutoff. The recirculating oil collects in the base and is drawn through a 40 micron filter by the pump. Then the oil going to the closed-line pressure system is filtered a second time through a five-micron filter. The result is longer life for the gear pump and the five-micron filter—plus cooler operation and generally reduced machine wear.

Integral Acoustic Covers—IAC's—incorporate machine guarding, lubrication containment and ventilation with acoustic control at 82 dB(A) or less. The Header, with all working mechanisms, mounts on a base. Acoustic panels also mount on the base and completely enclose the Header. This permits acoustic separation of Header, base and covers for effective sound control. Work area covers hinge open for easy access. Cover panels quickly disassemble. The base also collects recirculating oil and returns it to the large reservoir in the base, where it cools before being filtered and recirculated. An exhaust system removes heat and vapor.



An exciting, time-saving feature of the new Header is the setup fixture. This fixture greatly reduces changeover time by allowing the operator to check many items for setup—in advance and outside the Header. While one job runs, the operator can be checking tools for another job on the fixture. The fixture checks:

- Finish punch and filler length and diameter
- Cone punch and filler length and diameter
- Length differential of both punches
- Sliding cone punch tangent pin fit
- Length and concentricity of timed knockout filler collar
- Die and filler length and diameter
- Kickout pin head size
- Outside and inside diameters of quill
- Quill to cutter clearance
- Quill to cutter alignment
- Cutter inside diameter
- Stock gage tip length
- Feed rolls inside diameter and keyway size
- Transfer finger adjustment

National Machinery

NATIONAL MACHINERY CO. TIFFIN, OHIO U.S.A. 44883
NATIONAL MACHINERY G.m.b.H. 8500 NUERNBERG,
GERMANY • DESIGNERS AND BUILDERS OF HOT
AND COLD FORGING MACHINERY

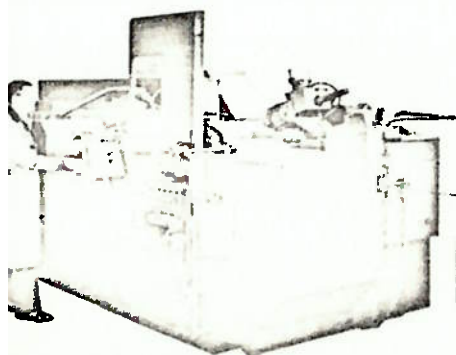
Machines for parts



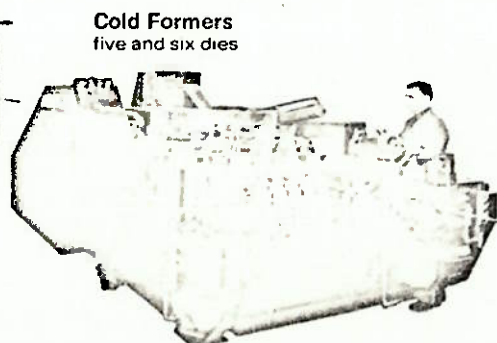
Shapes shown at left illustrate just one of the many advantages of parts forming—material savings. Many parts form with no waste at all. Others form so close to finished shape that trimming, hole punching or secondary machining bring waste to insignificant totals. Plus you get more parts than machining per ton of metal and at higher production rates.

Cold Formers take on jobs formerly considered impractical or impossible. They normally feed coiled wire but can also accept hopper-fed slugs, discs or preforms. For challenging materials, they form warm. Options like trimming, punching, punch knockouts and strippers make them versatile metal formers for a variety of shapes. Different transfers permit choosing the best transferring method for your type of parts. Built with five or six dies, this group of formers can feed and cut off low-carbon wire up to 25 mm (1") diameter.

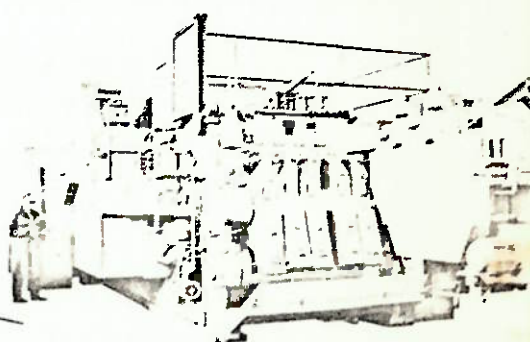
Large Formers make big parts, up to 50 mm (2") diameter and even larger, at production rates from 1800 to 3000 parts an hour. They have integrated feeding and cutoff mechanisms, five or six dies and automatic transfer. Many jobs formerly hot forged or machined can now be formed with savings typical of cold-formed parts.



Progressive Headers
three, four and five dies



Cold Formers
five and six dies



Large Cold Formers
five and six dies

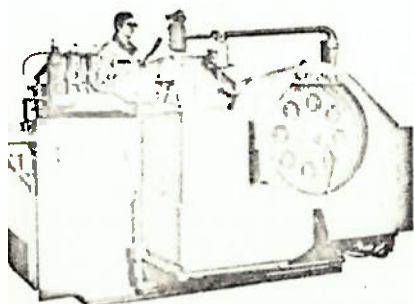
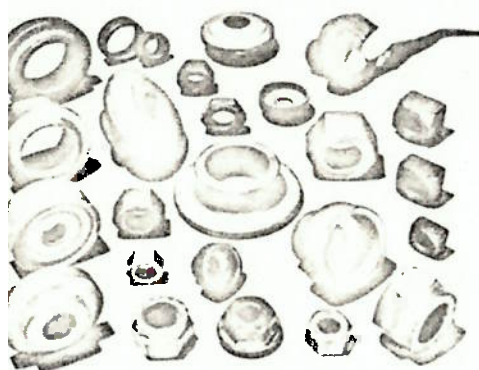
machines for forgings

Maxipresses are high-speed mechanical forging presses whose modern die design and forging methods replace the age-old artisan's work in drop forging. Two or three blows make most press forgings. Mechanical ejection means less draft, reducing material cost and machining time. For large-volume production runs, Automatic Maxipresses save money, machinery and manpower by forging, piercing and trimming in one machine.

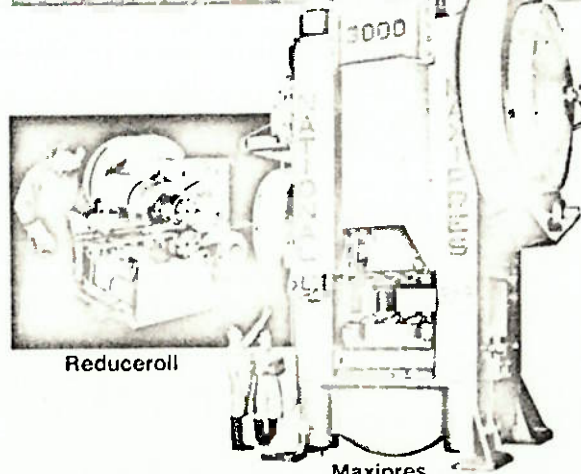
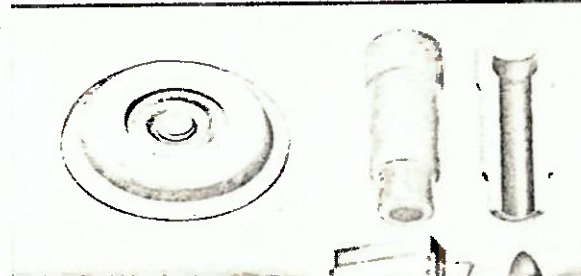
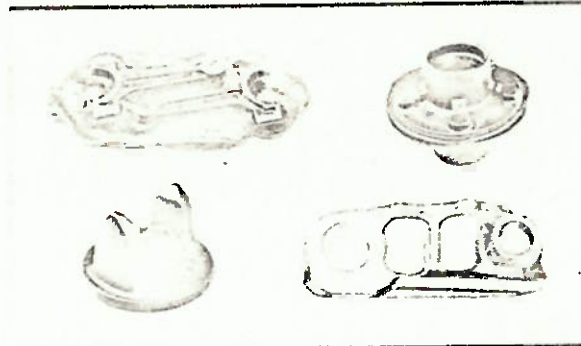
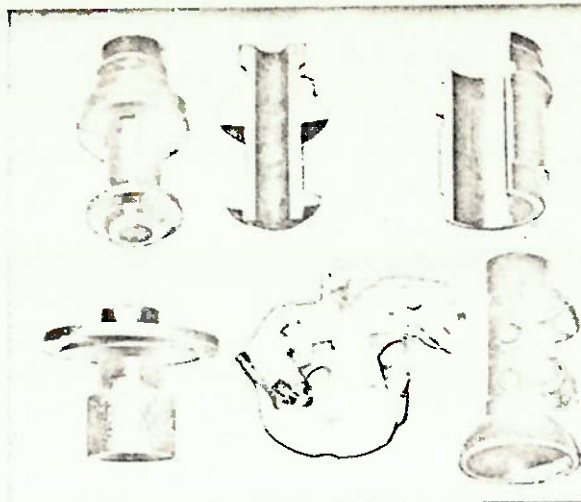
Reducerolls preform blanks before finishing on the same heat. Simple rolling operation eliminates time-consuming fullering and edging. Good blank preparation makes fill-filled forgings with little flash.

Forging Machines are versatile upsetters that make accurate close-limit forgings with marked economy in material savings and subsequent machining. Forging accuracy comes from National-pioneered features and outstanding rigidity. One Automatic Tong-Feed Forging Machine usually replaces two to four hand-feed machines.

Hot Formers are self-contained feeding, bearing and forging units that normally make parts without flash. Larger sizes forge seven-pound parts (3.1 kg) at 4200 an hour. Smaller sizes are popular for making large fly nuts at rates up to 150 a minute. Parts below show typical shapes made on these three- and four-die formers.

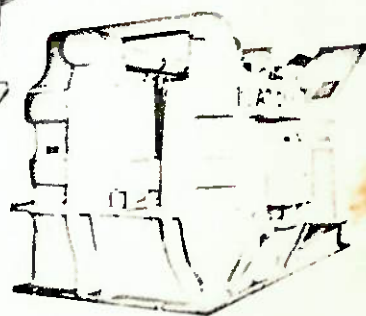
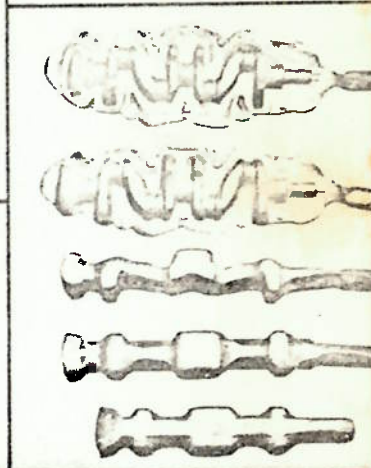
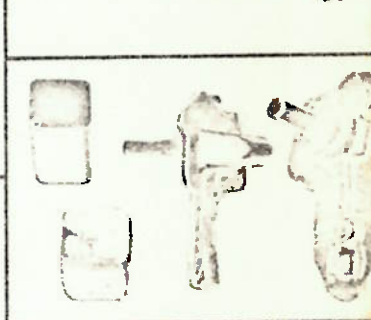
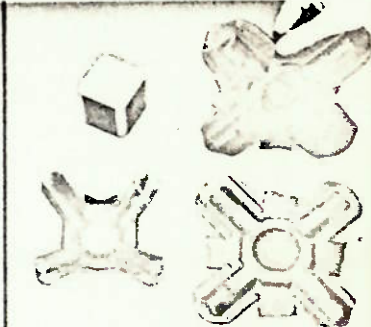


Hot Formers three and four dies



Reduceroll

Maxipres



Forging Machine

National Machinery

NATIONAL MACHINERY CO., TIFFIN, OHIO U.S.A. 44883

NATIONAL MACHINERY G.m.b.H., 8500 NUERNBERG, GERMANY
DESIGNERS AND BUILDERS OF HOT AND COLD FORGING MACHINERY

More forging less tooling

The story of National
Machine's three years
Two leaders

Reprinted from TOOLING PRODUCTION
THE MAGAZINE OF METAL WORKING METHODS

More forging, *less tooling*

With a new line of cold-forging machines, you can perform many different three-blow operations in only two dies. You get the stronger products and greater material yields associated with this chipless machining method, along with a larger variety of complex shapes, increased productivity and reduced cost.

COLD-FORGING INNOVATION is a staple product of the research and development people at National Machinery Co. Their latest is a new line of three-blow two-die headers that combines the versatility of three-blow forging with the simplicity of a two-die cold heading machine.

Starting with a coil of wire, these machines can trap extrude, upset, head, backward extrude, trim or pierce more complex shapes than conventional two-die headers—shapes such as large-head small-shank specials that often create problems.

A trapped extrusion (also called a forced or forward extrusion) is made by confining a blank within a die and forcing it to enter a die diameter smaller than that of the wire blank, Figure 1. A backward extrusion is made by using an angular punch to put pressure on the confined blank, forcing the metal

to flow along the outer perimeter of the punch, Figure 2.

Latest forging machines

The No. 34 header forms 200 pcs/

min from $\frac{1}{4}$ " dia wire: the No. 56 header, Figure 3, produces 150 pcs/min from $\frac{3}{8}$ " dia wire and the No. 89 header makes 100 pcs/min from $\frac{7}{16}$ " dia wire. The material-handling and forging operations of

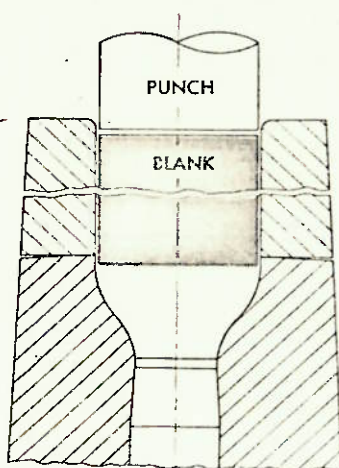


Figure 1
Forward (trapped) extrusion.

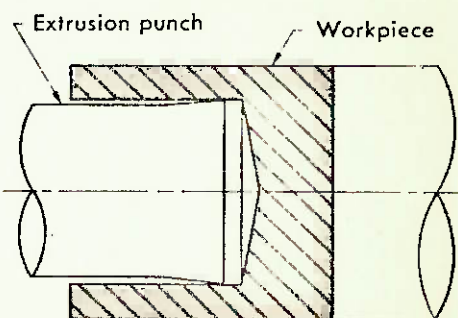


Figure 2
Backward extrusion.



Figure 3
National Machinery's No. 56 three-blow two-die header.

More forging, less tooling . . . continued

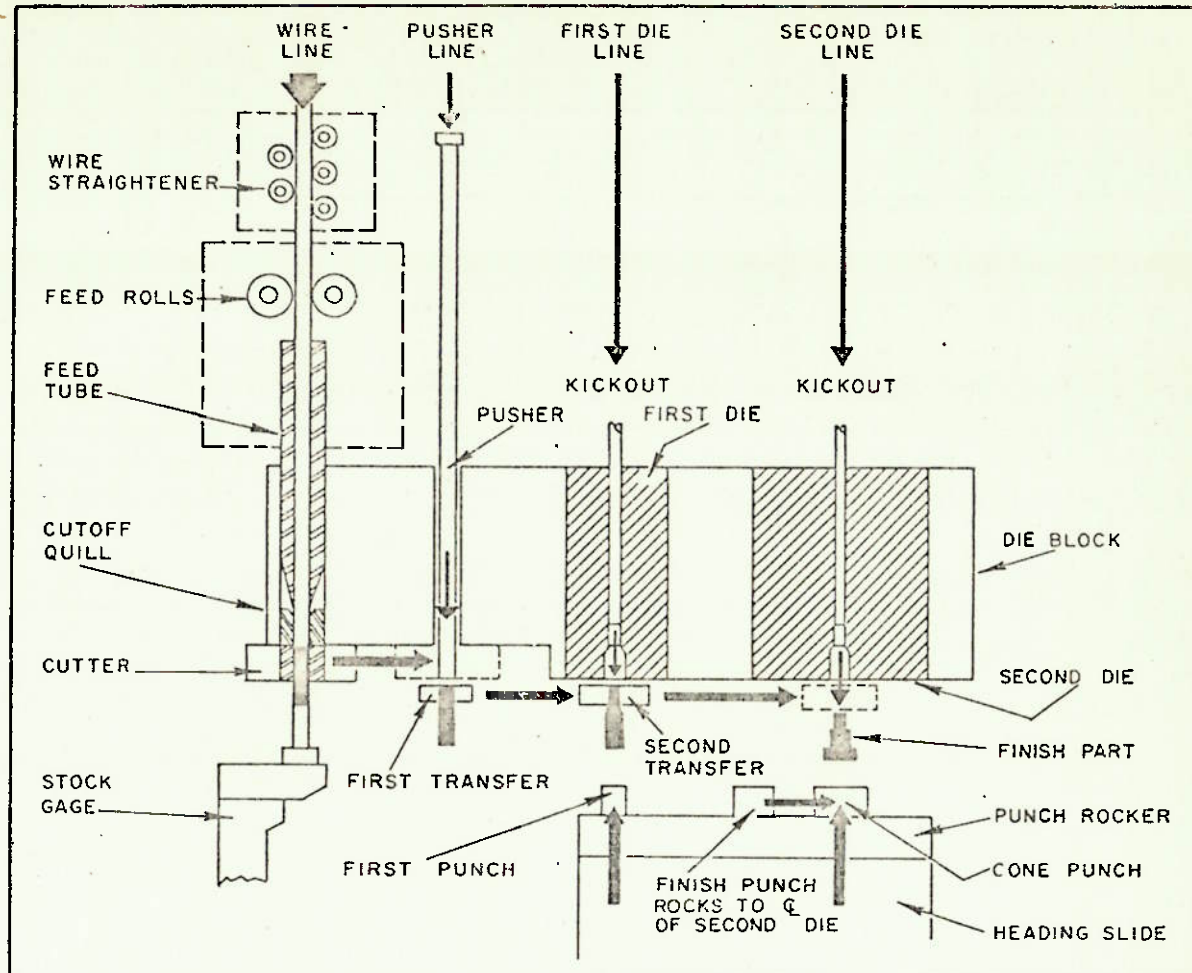


Figure 4
Material-handling and forging operations of the three-blow two-die header.

these machines are shown in **Figure 4**. Engineered features include:

- 1) A bedframe of heat-treated high-tensile alloy steel for maximum rigidity and minimum floor space.
- 2) A long crank-driven overarm heading slide that carries all three punches. The large bearing area of the pitman and the crankshaft assures long life and smooth, trouble-free operation.
- 3) A pressure lubrication system that reclaims, filters and recirculates the oil under pressure. Oil flows constantly over the main bearings; and a properly metered supply of oil lubricates all the other bearings.
- 4) A separate die-lubrication system that supplies extrusion oil, under pressure, to the tooling.
- 5) Safety switches that stop the

machine in the event of low air pressure, low oil pressure, in-



Figure 5
First transfer device moves blank from cutter toward first die as second transfer mechanism moves piece from first to second die.

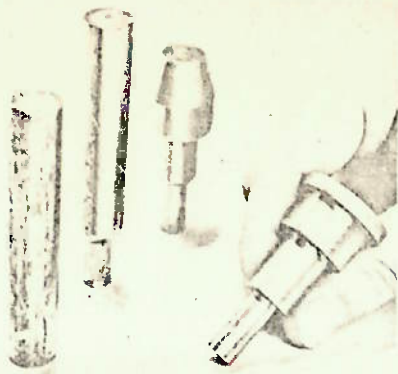


Figure 6
Results of wire-cutoff, first-extrusion, cone-blow, and finish-blow operations.

interrupted transfer, and at the end of a coil of wire.

- 6) A disc brake that operates from foot treadle, pushbutton station and automatic shutoff switches.

Three-blow two-die machine operation

Feed rolls pull the wire through a

wire straightener at the front of the machine and advance it along the wire line to the cutter that shears an exact length, **Figure 4**.

The pusher moves the blank into a pair of mechanical fingers for transfer to the first die of the machine, **Figures 4 and 5**. After the transfer mechanism has aligned the blank with the first die, the first punch advances and forces the blank into the die. An extrusion punch and die are generally used at the first punch-and-die station of the machine. The cutoff blank is shown to the far left, and the same blank after the first extrusion appears as the second item from the left in **Figure 6**. (An optional first punch holder is available for an upset punch if this work is wanted instead of the usual extrusion.

A kickout pushes the workpiece out of the die and into a second transfer mechanism for delivery to the second die, as shown in **Figures 4 and 5** and in the cover picture.

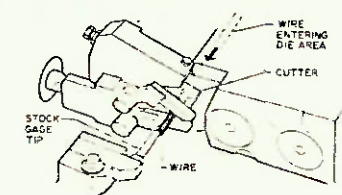
In the second die, the workpiece receives two heading blows (a cone blow and a finish blow), is kicked out of the die and drops into a discharge chute, **Figure 4**. The cone blow gets its name from the shape it imparts to the workpiece, as shown in the third specimen from the left in **Figure 6**. A typical result of the finish blow is the hand-held piece at the right of **Figure 6**.

Two operations occur during each stroke of the machine: Blank cutoff and finish heading take place in one cycle (called the finish stroke); and the first-die blow along with the cone blow occur in the next cycle (called the cone stroke). Each step in the sequence of operations is described and illustrated in **Figure 7**.

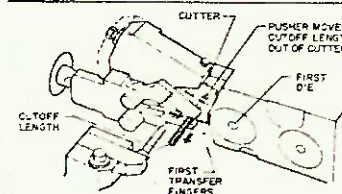
Special features

Several unusual features of this three-blow two-die header open

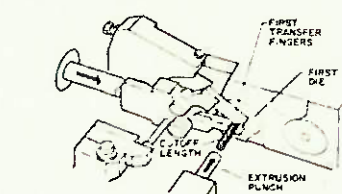
Wire enters the die area, passes through the cutter and moves against the stock-gage tip.



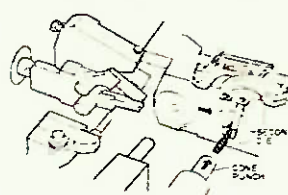
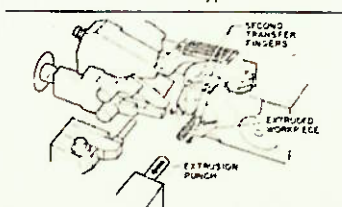
The cutter shears a blank from the wire and moves the blank to the pusher line and into the first transfer fingers. The pusher moves the cutoff blank out of the cutter.



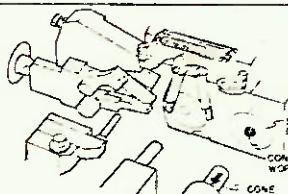
The first transfer fingers move the blank and hold it in line with the first die. The tip of the extrusion punch is approaching the blank and will push it into the initial die for the extrusion operation.



The extrusion punch has completed its stroke and is moving back. The second transfer fingers are closing on the extruded workpiece being kicked from the first die.



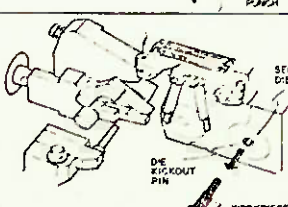
The second transfer moves the workpiece to the second die. The cone punch is approaching the workpiece and will push it into the die for the cone upset.



After the cone blow, the cone punch moves back. The workpiece remains in the second die.



The cone punch and the finish punch change positions, and the finish punch strikes the work.



The kickout pin kicks the workpiece out of the second die.

Figure 7
Sequence of operations in three-blow two-die header.

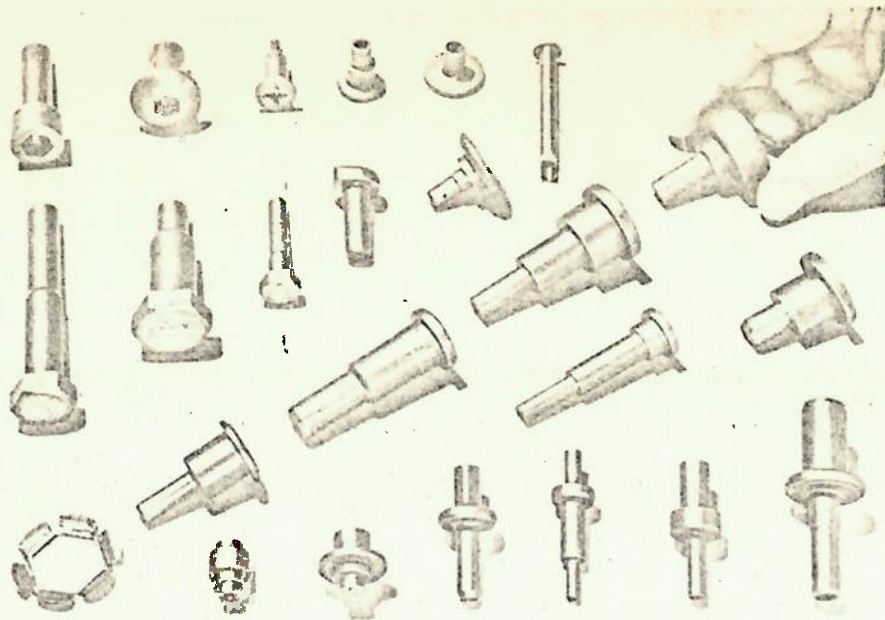


Figure 8
Typical products made on National Machinery's new headers.

Cold-forging parameters

The materials commonly used in cold-forging operations range from aluminum alloys to medium-carbon steel, but stainless steels as well as copper and nickel alloys can also be successfully cold formed if the part is suitably designed. Success very often depends on close coordination between an experienced tool designer and a practical product engineer.

The choice of the term "cold heading" was unfortunate because, for the last century, many people have been led to believe that the chief function of cold forging is to put heads on bolts and screws. While head making is still the leading use of the process, new knowledge and advanced machines now enable cold forging many exotic shapes and parts previously made with other processes.

Forward and backward extrusion are beneficial because they cold-work the metal and improve its mechanical properties. Extrusion also offers the product designer an efficient and very economical way to create two or more different diameters on a part. If possible, the product designer should make the angle between two diameters as shallow as practicable, Figure 1, because the extrusion pressures required increase as these angles increase. Reduction in diameter is another factor that affects the amount of pressure necessary: the greater the percent reduction, the greater the pressure requirements. If the part function permits, the product designer should specify radial instead of angular shoulders because extruding through a radial die lessens the danger of die breakage and improves the grain-flow lines in the workpiece. In backward extrusion, Figure 2, the greater the angle of the angular punch, the easier it is to promote plastic flow in the workpiece. In both cases it is best to avoid sharp corners—and the time to do this is when the product is being designed.

Symmetrical parts are the easiest to cold forge because the transfer mechanism just has to move them from one die to the other; but unsymmetrical parts require specific

in the top row of Figure 8.

A special trimming feature, Figure 9, enables extruding, upsetting, heading and trimming in only two dies. With it, you can make parts such as the first four items from the left in the second row from the top in Figure 8.

Punch knockouts allow forming inside the second and third punches as illustrated in the products appearing in the bottom row of Figure 8.

Combining trapped extrusion and heading enables forming large-head small-shank specials such as the hand-held part at the far right in Figure 8.

The strippers permit backward extrusion of semi-tubular parts like the rivets shown in the fourth, fifth and sixth positions from the left in the top row of Figure 8.

By extruding in the first die and relieving knockout in the second die, it is possible to produce sharp corners on multi-shoulder parts such as the one shown fifth from the left in the second row from the top, and the two parts just below and to the right of it in Figure 8.

Coning in the first die permits finish heading and trimming in the second die as performed on the fourth part from the left in the second row of Figure 8.

More forging, less tooling

... continued

the door to cold forging a great variety of products. Figure 8 shows a typical group of parts. The header features individually adjustable punch holders that facilitate producing accurate on-center recessed-drive heads like the specimen that appears third from the left in the top row of Figure 8.

Backward extrusion, using the knockout in the punches to strip the part from the extrusion punch, permits making parts like socket-head cap screws, as shown in the first and second items from the left

positioning at each station. Such positioning can be accomplished, of course, but its success depends on close cooperation between the product designer and the tool designer. Forming unsymmetrical parts can produce interrupted grain-flow if the metal flow is not carefully controlled in each step of the forging sequence. Normally, better flow lines and refined grain structure are the results of cold forging that give the finished parts improved mechanical properties, Figure 10. If the grain-flow is interrupted, the part cannot be as strong as one whose continuous grain-flow follows the contour of the part.

The cutoff operation is one of the most important steps in cold forging because the volume of the finished part is usually equal to the volume of the cutoff blank. Because part dimensions and part volume are interdependent, the wire blank must be cut to an exact size consistently.

The extruding and upsetting features of cold forging improve the surface smoothness of finished parts. Extruding improves the finish from 10 to 100 microinches while upsetting produces a high-quality finish when the part is confined in the tools or comes in contact with tooling surfaces. Quality finish on the completed part depends on the quality of the wire and on the quality and finish of the cold-forging machine tooling.

Practically the only limit on dimensional accuracy in cold forging is the amount of die wear allowed by the part design. As in many other areas of tool and manufacturing engineering, tolerance is not a matter of mechanics, it's a question of economics. For example, parts have been cold forged to tolerances of 0.0005" by using sizing dies.

Advantages of cold forging

The chief advantages of cold forging are: 1) high productivity rates, 2) raw-material conservation, 3) greater product strength and improved mechanical traits, and 4) reduced costs.

Because of its material economies, cold forging has been called chipless machining—only piercing

The first blow in the second die forms an upset suitable for the trimming operation.

The relieving knockout mechanism allows the knockout pin to recede. This insures that the head will seat firmly against the face of the die for trimming.

The trim tool (in the third punch holder) trims all but about 0.020" of the full head height.

The trim kick pushes the workpiece into the trim tool a relatively short distance.

This completes the trimming by shearing the trim flash from the head.

The trim kick is actuated by a special mechanism that gives a short kick at front-dead-center.

As the trim tool moves away from the die, the punch knockout mechanism kicks the head out of the trim tool.

The workpiece is retained in the die.

The normal knockout stroke kicks the trimmed workpiece from the die.

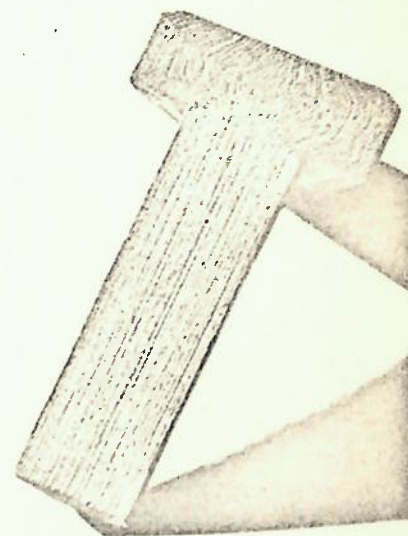
Trimming operation steps.

and trimming cause any waste of metal.

Chipless machining has the further advantage of greatly increasing product strength in multi-diameter parts: the grain lines flow from one diameter into the next, instead of being cut off flush at each shoulder of the part.

Now, with this latest innovation, you can get the advantages of cold forging in a machine that combines the versatility of three-blow forging with the simplicity of two-die design.

Figure 10
Cross-sectional view of cold-forged part showing good grain structure and flow lines.



BIBLIOGRAFIA

- (1) FERRARESI, Dino. "Fundamentos da Usinagem dos Metais". Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, Brasil, 1977.
- (2) CHIAVERINI, Vicente. "Aços e Ferros Fundidos". Associação Brasileira de Metais, São Paulo, Brasil, 1977.
- (3) Normas:
 - DIN 3126. "Verbindungssechskante für Maschinenschrauber - Werkzeuge". Deutschen Normenausschusses, Berlin, Alemanha, 30 de Março de 1971.
 - DIN 3128. "Schraubendrehereinsätze". Deutschen Normenausschusses, Berlin, Alemanha, Maio de 1969.
 - DIN 5260. "Schraubendreher für Schrauben mit Kreuzschlitz". Deutschen Normenausschusses, Berlin, Alemanha, Outubro de 1961.
 - DIN 7962. "Kreuzschlitze". Deutschen Normenausschusses, Berlin, Alemanha, Março de 1962.
- (4) Catálogos diversos:
 - NATIONAL MACHINERY CO. "Upseting". Ohio, USA, 1971.
 - NATIONAL MACHINERY CO. "More Forging, Less Tooling...", Ohio, USA, 1971.
 - NATIONAL MACHINERY CO. "Encabezadoras en Frio de Alta Velocidad National". Nuernberg, Alemanha, 1971.
 - HIMAFE IND. E COM. DE MÁQUINAS E FERRAMENTAS LTDA. "Catálogo Geral CH". São Paulo, Brasil.
 - INDÚSTRIA DE MÁQUINAS "CHINELATTO" LTDA. "Máquinas Operatrizes". São Paulo, Brasil.
 - INDÚSTRIAS ROMI S. A. "Fresadora Universal U 30". São Paulo, Brasil.
 - TRAUBOMATIC INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. "Tornos Revólver e de Segunda Operação TH 26 e THR 26". São Paulo, Brasil.
 - MÁQUINAS CRUZEIRO S. A. "Nardini Síncrono". São Paulo, Bra

sil.

ADRIÁTICA S. A. "Pontas Rotativas ADRI". São Paulo. Brasil.
UDDEHOLM AÇOS FINOS SUECOS. "Aço Ferramenta". São Paulo,
Brasil.

