

PRODUÇÃO BRASILEIRA DE EMERGÊNCIA DE PEÇAS FUNDIDAS DESTINADAS A SUBSTITUIR PEÇAS FORJADAS OU LAMINADAS (*)

Eng^o *Henryk Zimnawoda* (**)

Pertence ao passado a época em que o serviço de fundição era uma arte baseada na habilidade do moldador e em métodos tradicionais de fusão. O progresso da fundição conseguido com experiências, pesquisas e controle técnico, melhorou a qualidade dos produtos, de modo a poder competir com peças forjadas ou laminadas.

A explicação científica de “surpresas misterioras” no estudo dos materiais para moldação e técnica de fundição, o controle rígido do processo de manufatura trouxeram um grande aumento no uso de peças fundidas.

Firmas especializadas fornecem areias, argilas e equipamento para o preparo e controle das areias sintéticas para a fundição. Máquinas para moldes, machos, ferramentas pneumáticas e “sandslingers”, frutos da habilidade dos modernos engenheiros mecânicos tornaram a fundição mais fácil, mais exata e mais rápida.

Na seção de fusão o forno elétrico e o forno Siemens-Martin foram modernizados. Os melhoramentos obtidos nos fornos elétricos, na forma, no equipamento elétrico, na regulação dos eletrodos; e nos fornos a gás, o cálculo científico da dinâmica dos gases, e melhores rendimentos na regeneração permitem uma fusão e um refino mais rápido do aço.

(*) Trabalho apresentado à Primeira Reunião Geral da ABM, São Paulo, 27 de abril de 1944.

(**) Membro ABM, engenheiro mecânico de Elevadores Atlas S.A., São Paulo.

Fábricas especializadas em refratários, que fazem grande trabalho de pesquisas para o melhoramento de seus produtos, conseguiram materiais de alta qualidade.

O trabalho de pesquisas feitas na fusão, desoxidação, desgaseificação e refinamento, e o emprego de ligas no aço fundido, resultaram na produção de peças de alta qualidade, com elevadas propriedades mecânicas, resistência à abrasão, ao choque e a altas temperaturas.

A instalação para tratamento térmico trabalhando com gases, óleo ou eletricidade, com regulação automática e atmosfera controlada, também é encontrada no mercado, fabricada por firmas especializadas.

O exame de peças fundidas, feito por análise química e outros processos, como Raio-X, e aparelhos de ensaios magnéticos, tornaram possível a verificação de defeitos internos, que escapam à vista.

Com o auxílio de todos os recursos aqui indicados, e de uma técnica especializada, as fundições modernas estão em condições de produzir hoje peças que há poucos anos atrás pareciam impossíveis. Hoje em dia, uma peça fundida pode ser aplicada com a mesma segurança que uma peça forjada.

No Brasil, onde há falta de instalações para forjamento e produtos laminados pesados, e onde a indústria se desenvolve a grandes passos, foi preciso recorrer a peças fundidas para substituição de peças urgentemente requisitadas pelas fábricas.

Empregando uma técnica de fundição adiantada, obtida da prática, tanto daqui como de outros países, a firma onde trabalho conseguiu fundir peças para máquinas, para substituir peças forjadas.

O aço é fundido em forno tipo Heroult de três toneladas, com revestimento básico, e todas as corridas são controladas por análise química, provas de tratamento térmico, e em certos casos, ensaios mecânicos e micrográficos.

Nossa palestra mostra alguns exemplos interessantes de peças fundidas, com detalhes dos métodos adotados na moldação, vasamento e tratamento térmico.

ANEL PARA ABÓBADA DE FORNO ELÉTRICO

A fig. n.º 1 mostra um anel de abóbada para forno elétrico, com 2,70 m de diâmetro, 300 mm de altura e 20 mm de espessura,

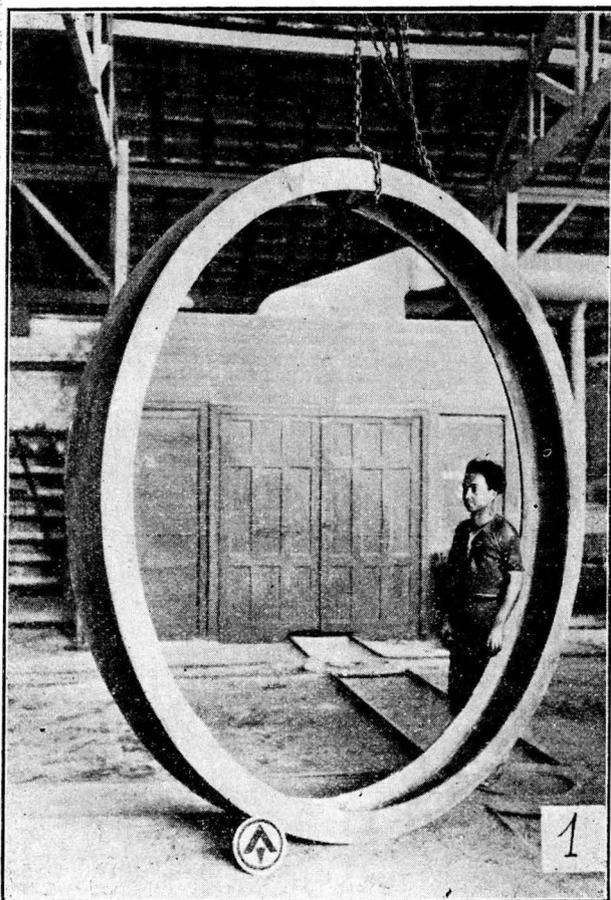


Fig. 1 — Anel para abobada de forno elétrico

feito numa só peça. A figura 2 mostra os detalhes do molde. Foram tomadas precauções especiais para evitar trincas, e ovalização por causa do rápido vasamento do molde.

O molde foi feito por meio de chapelona no chão. A superfície interna foi formada por 8 segmentos de macho, e a parte

superior por 16 machos em segmentos, 8 dos quais foram cortados para os montantes.

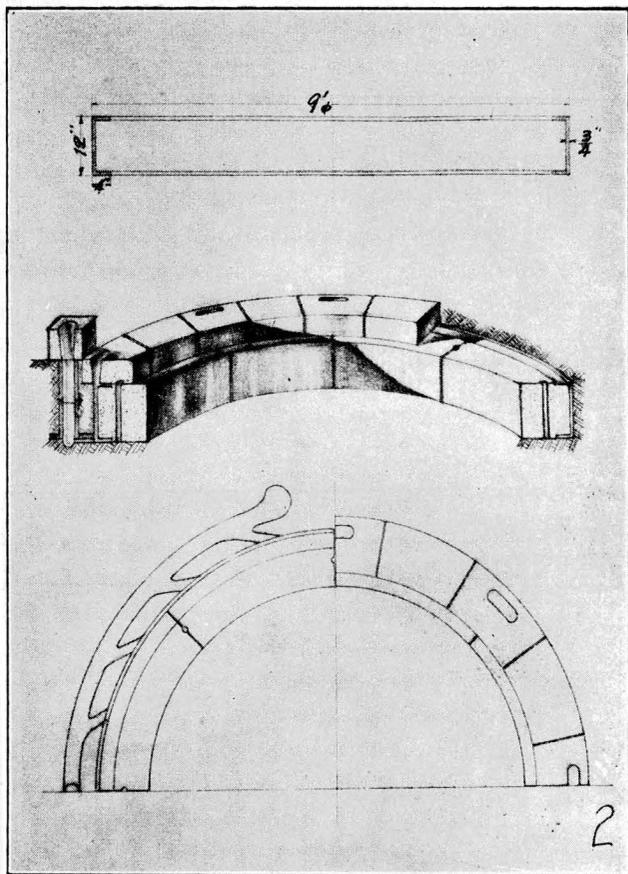


Fig. 2 — Detalhes do molde de anel para obóbada de forno elétrico

O conjunto de machos foi empregado para permitir a livre contração e a parte central foi deixada vazia. Os machos, em segmentos, foram deixados com espaço livre de 4 mm, para permitir uma contração de 25% da contração total da peça. Foram deixadas cavidades semi-cilíndricas em cada face dos machos, para vedar eventuais vasamentos de aço. Estas cavidades foram enchidas com areia seca depois da montagem.

A figura 3 mostra um outro anel do mesmo tipo, antes da limpeza, no estado em que saiu da terra, notando-se que o aço líquido vasou numa extensão muito pequena, como se pode ver pelo tamanho das rebarbas.

Sendo esta peça menor, só foram usados seis machos. Todos os machos foram enchidos com coque britado, para permitir a contração. O vasamento foi feito por 8 canais chatos, dispostos de um lado só do anel, o que permitiu um vasamento rápido, sem super-aquecimento local e sem trincas. O canal principal foi feito com dois tubos refratários, sendo o fundo reforçado com pregos, para resistir ao choque do metal líquido. Os canais de entrada foram dispostos no fundo do molde, e cobertos com tijolos refratários. Depois de tudo montado, foram colocados pesos sôbre a peça.

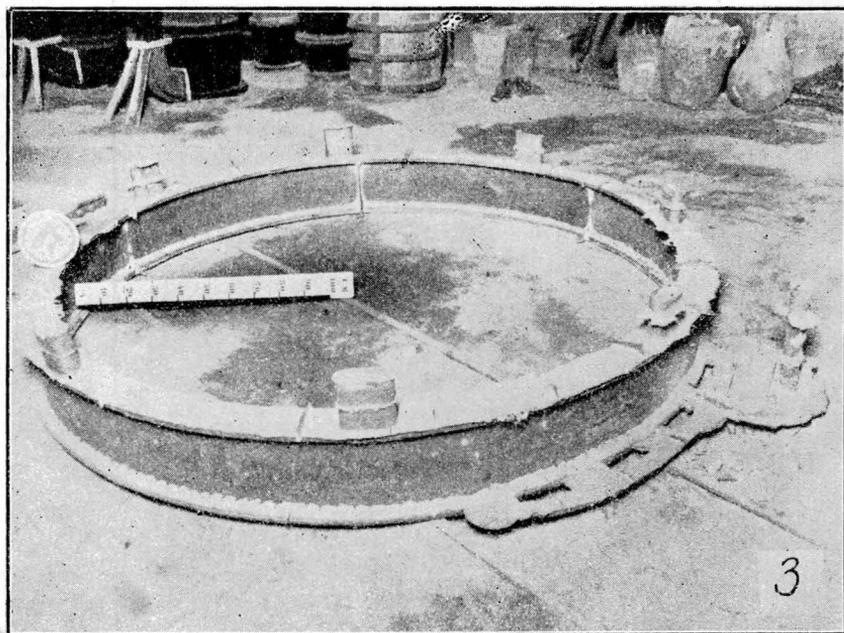


Fig. 3 — Anel para abóbada; aspecto da peça em bruto

Foi empregado um aço de baixo teor de carbono (0,2%) e manganês mais alto (1%), para obter maior resistência e ductilidade, principalmente na zona crítica de temperatura.

BIELAS FUNDIDAS

A figura 4 mostra duas bielas fundidas para serem usadas num martelo de forjamento.

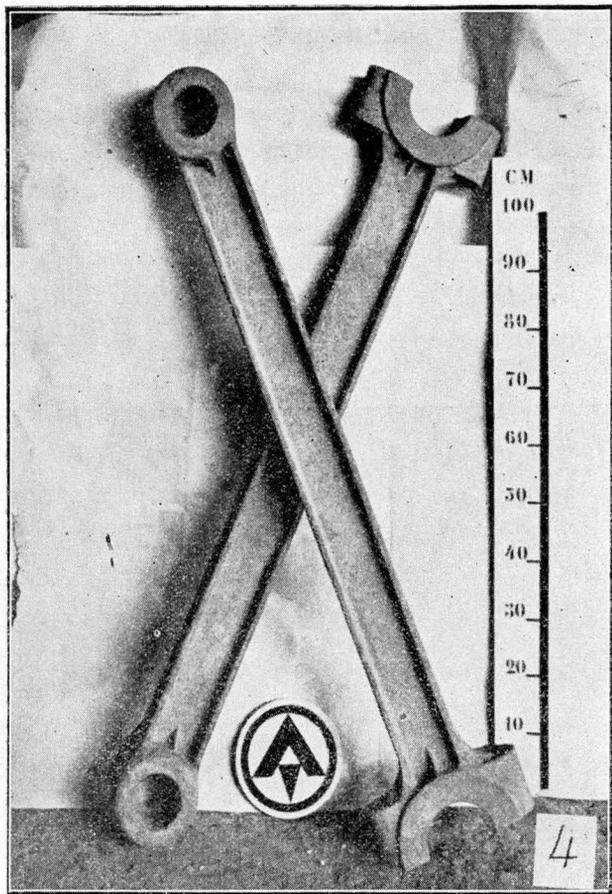


Fig. 4 — Bielas fundidas para martelo de forja

A técnica de fundição desta peça está ilustrada na figura 5.

A peça foi fundida numa posição inclinada. O canal principal de entrada estava na parte inferior da peça, ligando-se à mesma por 2 canais largos e de pouca espessura, um de cada lado. O fim desta entrada é reduzir a velocidade do jato de material entrando na peça. Na parte inferior da peça foi usado

um montante semi-esférico e sem saída, para economisar o material que teria sido necessário, se o montante fosse aberto, devido à posição inclinada da peça. A forma esférica foi escolhida também para reduzir a superfície ao mínimo com relação ao volume, favorecendo assim um resfriamento lento.

Na parte do mancal foi usado um macho até meia altura, para permitir uma ligação adequada com a seção em I.

A outra extremidade da biela levou dois montantes normais. Para permitir a contração livre da peça foram deixadas no molde, junto de cada montante, 2 bolsas vazias, como indicado no croquis da figura 5. Estas cavidades foram enchidas com areia solta, após secagem do molde.

Estas bielas foram fundidas com aço standard de 0,3% de carbono e recozidas a 900° C.

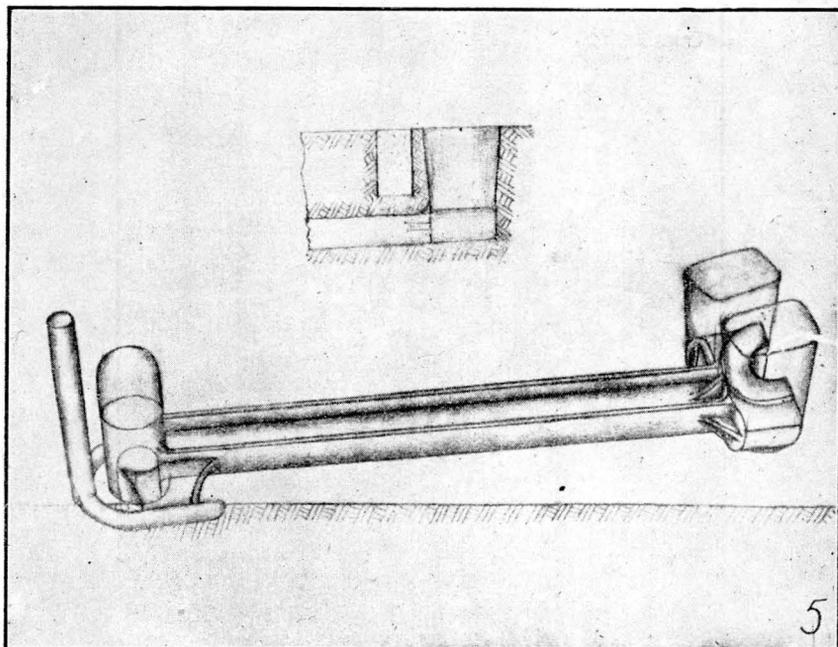


Fig. 5 — Disposição dos canais para as bielas.

Bielas de dimensões menores, para motores de explosão, como mostra a figura n.º 6, são feitas correntemente. Estas peças são fundidas verticalmente e o montante superior é cortado com oxigênio, de acordo com um molde, para dar a forma do mancal.

Estas peças foram fundidas com aço liga, com a seguinte composição: C 0,30 - 0,35%; Si 0,30 - 0,40%; Mn 0,50 - 0,70%; Ni 1,40 - 1,60%; Cr 0,6 - 0,8%.

Normalização: 900° C. — Temperatura de revenido: 650° C.

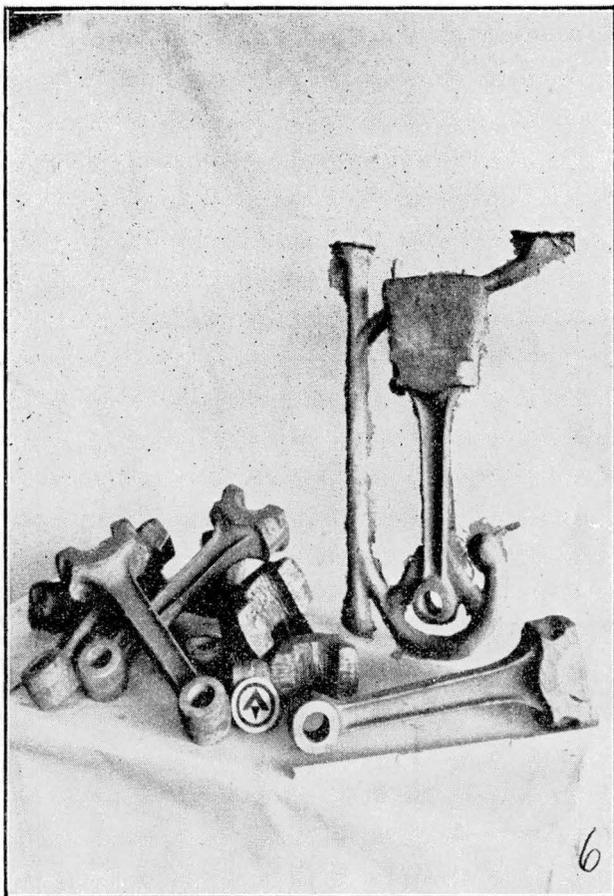


Fig. 6 — Bielas fundidas para motores de explosão.

COLUNAS FUNDIDAS PARA PRENSA HIDRÁULICA

Recebemos a encomenda para fundir 4 colunas para uma prensa hidráulica de 1.500 toneladas, devido à falta de material forjado. As dimensões eram: 250 mm de diâmetro por 4,80 m de comprimento. O modelo foi feito em 5 seções, ligeiramente cô-

nicas par facilitar a saída. As seções foram ajustadas perfeitamente, para garantir um alinhamento perfeito e sem rebarbas.

Foi necessário empilhar 30 caixas de fundição, sendo as colunas fundidas verticalmente, com entrada pelo fundo. As caixas foram presas por meio de parafusos, em grupos, de acôrdo com as seções do modelo, e cada grupo era guiado por meio de pinos torneados.

A figura 7 mostra os detalhes do conjunto e do sistema de canais adotado. Devido à excessiva altura da peça, foi escolhido para o vasamento o sistema de cachoeira, interrompendo a

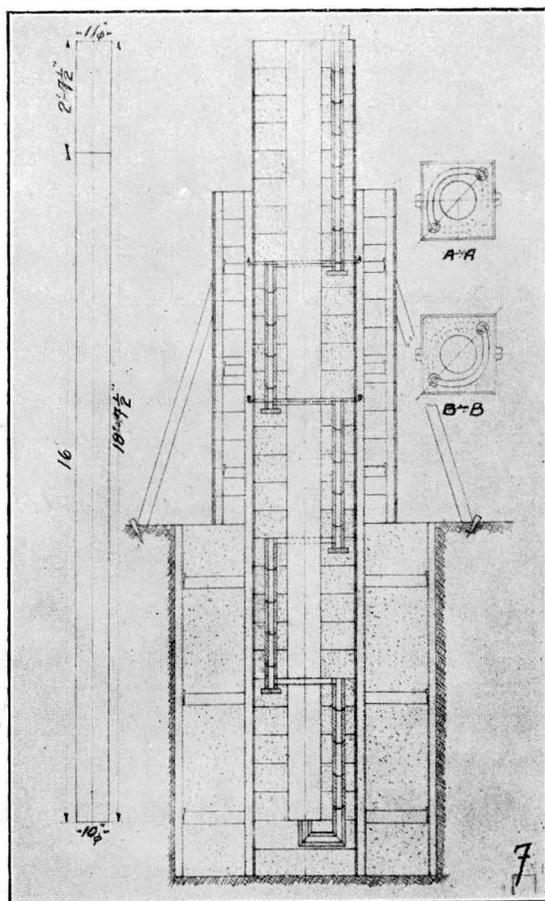


Fig. 7 — Colunas para prensa hidráulica.
Disposição geral e canais.

caída em cada grupo de caixas. Esse sistema tem a vantagem de reduzir consideravelmente a velocidade do jato de metal, e do impacto no fundo do molde.

Como se pode ver pela figura 7, o canal foi dividido em 5 partes, sendo que a primeira tinha 1,60 m de comprimento, e as 4 restantes 1,00 m cada, com a altura total de 5,60 m.

Cada seção vertical era ligada à seguinte por um canal horizontal de forma semi-circular. Desta forma o metal, descendo em cada seção, ia de encontro a uma chapa de material refratário, mudava a direção e perdia a maior parte de sua energia cinética.

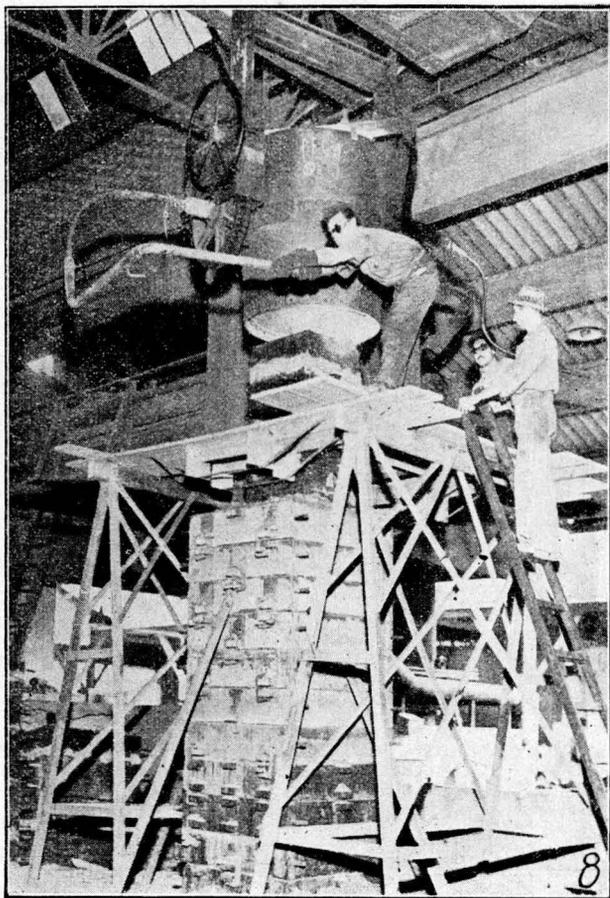


Fig. 8 — Vasamento de coluna para prensa

De acôrdo com o cálculo conseguimos desta forma reduzir o impacto do material na proporção de 12 para 1.

O canal foi feito de tubos refratários. O molde foi seco a 350° C, e toda a superfície interna pintada com uma tinta a base de zircônio.

Devido a ausência de ligações intermediárias entre o canal e a peça, e ao acabamento muito liso do molde, a peça pode contrair-se livremente. O vasamento foi feito pelo canal, até a altura de um terço do montante, e daí para cima pelo próprio montante.

A figura 8 mostra uma fotografia do vasamento, onde se vê que a panela foi levantada até a altura máxima da ponte rolante.

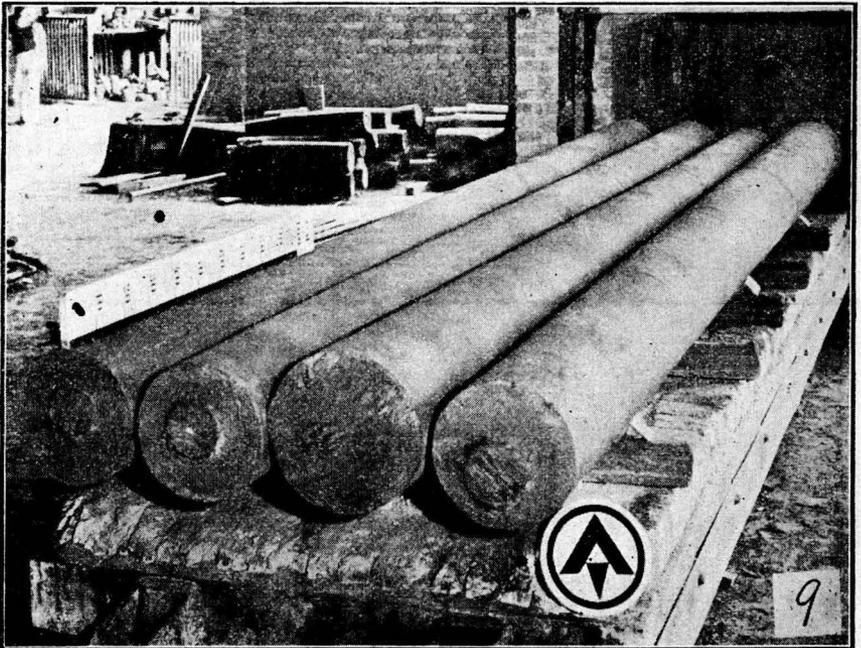


Fig. 9 — Colunas para prensa hidráulica antes da normalização.

A figura 9 mostra as 4 colunas ao entrarem no forno de normalização. Olhando da esquerda para a direita, vemos que as colunas 1, 2 e 4 ainda mostram sinais dos canais, e a coluna 3 o corte do montante.

A figura 10 mostra uma das colunas ainda no torno, após usinagem.

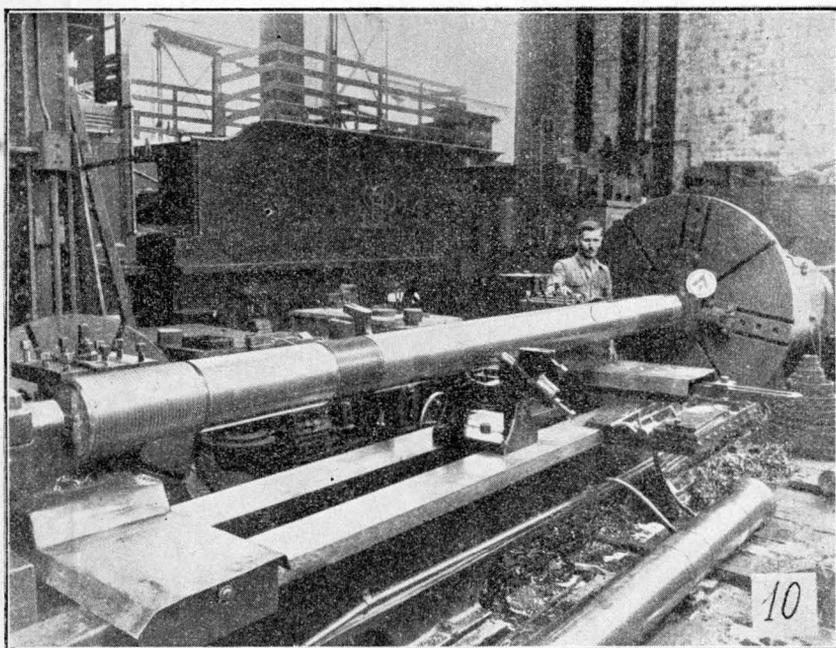


Fig. 10 — Usinagem das colunas de prensa hidráulica.

O aço empregado foi um aço ao níquel, com estrutura sorbética, depois do tratamento térmico com alta resistência à fadiga para esforços alternados.

VIRA - BREQUINS FUNDIDOS

Vira-brequins de diferentes tamanhos e pesos são fundidos frequentemente.

A figura 11 mostra o menor, fundido em aço cromo-níquel, da mesma composição que as bielas pequenas mencionadas acima.

O tratamento térmico foi o mesmo que o adotado para as colunas.

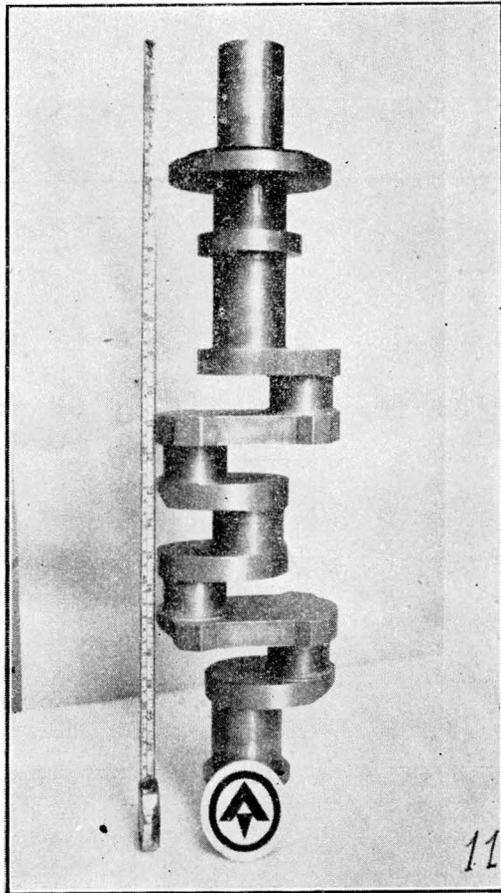


Fig. 11 — Virabrequim de aço fundido

Foi empregado um aço normal com 0,3% de carbono, com recozimento. Para uma melhor distribuição de calor, foi adotado um canal com 7 entradas. O aço foi vasado a baixa temperatura, primeiramente pelo canal e depois pelos montantes.

PEÇAS PARA RECUPERADOR

No desenho 12 pode-se ver um exemplo de substituição de um tubo com paredes duplas por uma peça fundida.

Ao lado esquerdo está o desenho da peça acabada (espessura da parede 1/2"), e ao lado direito o desenho do sistema de canais e montantes. As linhas pontilhadas estão demonstrando onde foram feitos os cortes de maçarico.

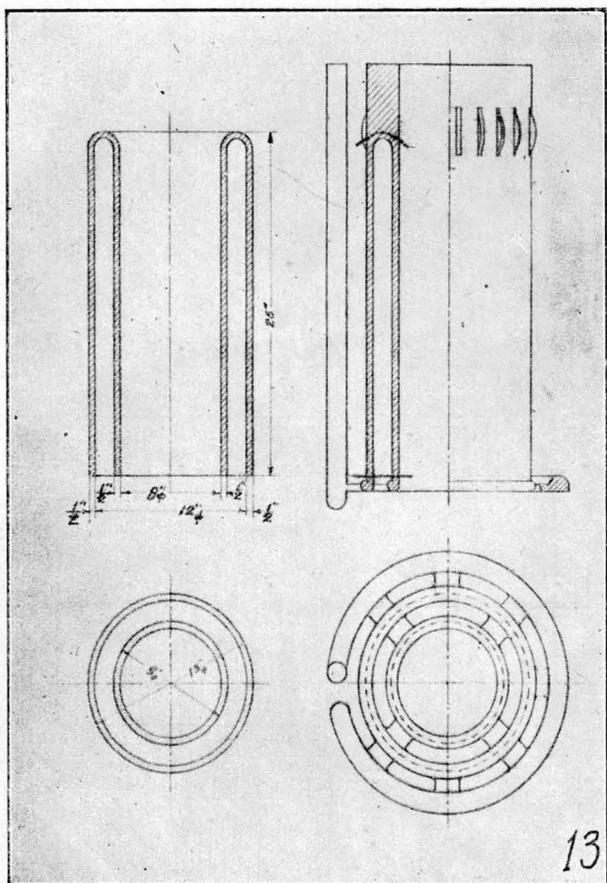


Fig. 12 — Peça fundida para recuperador.

Foi adotado o seguinte sistema de canais: um canal principal vertical, ligado em baixo a um canal principal horizontal. Este canal, por sua vez, ligou-se por seis canais intermediários com um canal anular para o tubo exterior, e este último com 4 canais intermediários com um canal anular para o tubo interior.

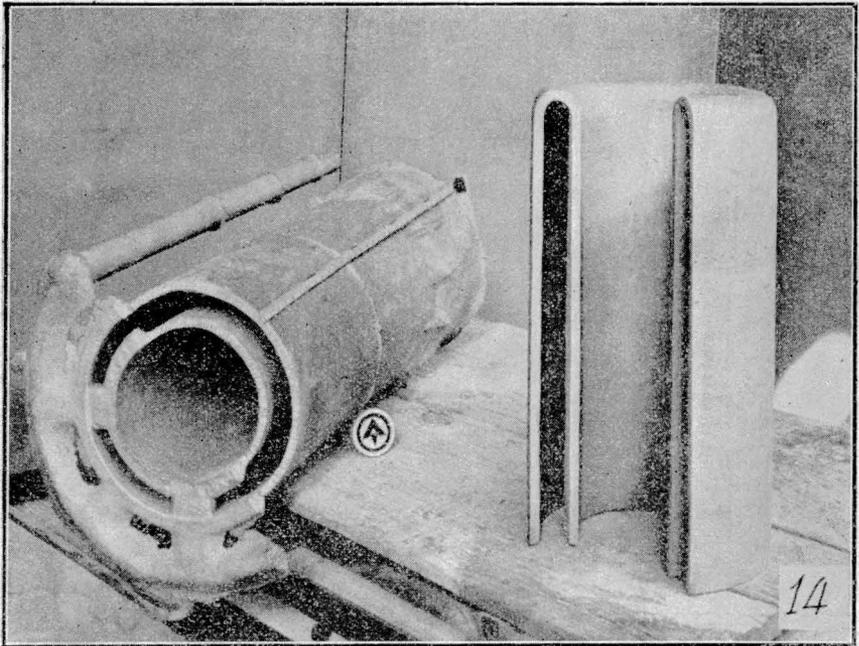


Fig. 13 — Recuperador fundido

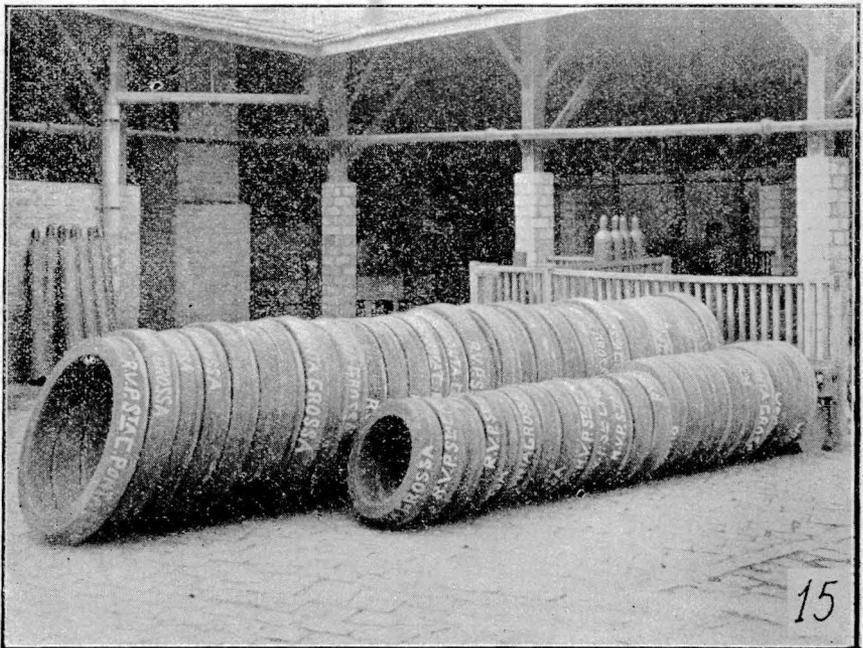


Fig. 14 — Aros fundidos para vagões de estradas de ferro.

O aço líquido, depois de passar por esta rede de canais, subiu nos dois tubos simultaneamente para se unir em cima a um montante.

As nervuras foram feitas para reforçar e proteger contra trincas a brusca variação de seção entre a peça e o montante.

A figura 13 mostra a peça com parte dos canais já removidos, e também a peça acabada.

AROS PARA ESTRADA DE FERRO

A falta de aros para estrada de ferro e as dificuldades para importação criadas pela guerra, obrigou-nos o emprego de aros fundidos. Estes são feitos com aço de baixo teor de liga, e alguns já estão em serviço há muito tempo, com resultado satisfatório. A figura 14 mostra um lote de 3 tamanhos diferentes, pronto para embarque.