



# DIÁRIO DO GOVERNO

PREÇO DÊSTE NÚMERO — 9060

Toda a correspondência, quer oficial, quer relativa a anúncios e à assinatura do *Diário do Governo*, deve ser dirigida à Direcção Geral da Imprensa Nacional. As publicações literárias de que se rezebam 2 exemplares anunciam-se gratuitamente.

ASSINATURAS		
As 3 séries . . .	Ano 240\$	Semestre . . . . . 130\$
A 1.ª série . . .	90\$	» . . . . . 48\$
A 2.ª série . . .	80\$	» . . . . . 43\$
A 3.ª série . . .	80\$	» . . . . . 43\$

Avulso: Número de duas páginas 80\$;  
de mais de duas páginas 80\$ por cada duas páginas

O preço dos anúncios (pagamento adiantado) é de 2\$50 a linha, acrescido do respectivo imposto do selo. Os anúncios a que se referem os §§ 1.º e 2.º do artigo 2.º do decreto n.º 10-112, de 24-IX-1924, têm 40 por cento de abatimento.

## AVISO

Todos os assinantes do «Diário do Governo» cujas assinaturas terminem no dia 31 do corrente são prevenidos de que as devem renovar com a devida antecedência, a fim de não sofrerem interrupção na remessa. Os preços são os seguintes:

As 3 séries:	240\$	por ano	ou	130\$	por semestre
A 1.ª série:	90\$	»		48\$	»
A 2.ª série:	80\$	»		43\$	»
A 3.ª série:	80\$	»		43\$	»

Para o estrangeiro ou colónias que não sejam da África Ocidental acrescem os portes do correio.

## SUMÁRIO

### Ministério da Marinha:

Decreto n.º 12:867 — Aprova o regulamento das caldeiras marítimas.

### Ministério dos Negócios Estrangeiros:

Decreto n.º 12:868 — Torna aplicável ao disposto no decreto n.º 12:809 a doutrina do artigo 10.º do decreto n.º 12:434 — Determina que a parte de vencimentos dos funcionários do Ministério dos Negócios Estrangeiros sob a designação de emolumentos constitua encargo do respectivo cofre geral do mesmo Ministério.

### Ministério das Colónias:

Decreto n.º 12:869 — Torna extensivo aos magistrados e funcionários de justiça do ultramar o regime estabelecido para os funcionários civis das colónias em matéria de aposentação.

### Ministério da Instrução Pública:

Rectificação ao decreto n.º 12:834, que transfere para 1926-1927 várias importâncias disponíveis do Fundo Nacional de Instrução, respeitantes aos anos de 1924-1925 e 1925-1926.

## MINISTÉRIO DA MARINHA

Direcção Geral da Marinha

Direcção da Marinha Mercante

2.ª Repartição

### Decreto n.º 12:867

Considerando as freqüentes explosões de caldeiras a bordo dos navios, de que tem resultado perdimento de vidas;

Considerando que ao Estado incumbe, por razões de ordem social, a fiscalização das condições de segurança dos tripulantes, passageiros e emigrantes portugueses;

Considerando que uma das condições de segurança mais essenciais é a fixação e fiscalização de uma pressão regime para as caldeiras em serviço;

Considerando a necessidade de os nossos regulamentos e instruções, sobre segurança da navegação, estipularem condições técnicas de uso uniforme nos diversos países marítimos:

Em nome da Nação, o Governo da República Portuguesa decreta, para valer como lei, o seguinte:

Artigo 1.º É aprovado o Regulamento das Caldeiras Marítimas anexo ao presente decreto e que baixa assinado pelo Ministro da Marinha.

Art. 2.º Não é permitido aos navios nacionais terem qualquer caldeira sob pressão, desde que essa não satisfaça às condições de segurança estabelecidas pelo regulamento dêste decreto e respectivas instruções.

§ único. Os navios estrangeiros, em portos nacionais, tendo a bordo tripulantes, passageiros ou emigrantes portugueses, serão considerados, para os efeitos dêste artigo, como se fôsem nacionais.

Art. 3.º A fiscalização das condições de segurança das caldeiras marítimas compete às capitánias e será executada de acôrdo com o presente decreto, respectivo regulamento e instruções.

Art. 4.º A pressão máxima admissível nas caldeiras deve ser mencionada no rol de matrícula, com a rubrica do capitão do porto.

Art. 5.º As válvulas de segurança duma caldeira não podem ser carregadas além da pressão regime determinada ou sancionada pela autoridade marítima, constante de auto de vistoria e mencionada no rol de matrícula.

Art. 6.º Compete ao armador e ao capitão a responsabilidade pelo funcionamento das válvulas de segurança à pressão regulada pela autoridade marítima, devendo o capitão assegurar-se, sobretudo nos portos, de que o encarregado da máquina tem acesso às válvulas para verificação do seu bom funcionamento.

Art. 7.º A capitania pode mandar a bordo, em qualquer ocasião, os peritos que devem fazer as necessárias inspecções para os fins expressos neste decreto, respectivo regulamento e instruções.

Art. 8.º A capitania pode embargar qualquer navio que não tenha respeitado as disposições dêste diploma.

Art. 9.º O capitão, o maquinista encarregado da máquina e o armador dum navio que, conscientemente ou por falta indesculpável e dum modo ilícito, procederem contrariamente ao que é imposto no artigo 2.º dêste decreto serão punidos com uma multa de 1.000\$ a 10.000\$ e com um mês a dois anos de prisão.

§ 1.º É abrangido por êste artigo todo aquele que carregar as válvulas de segurança de uma caldeira além da pressão permitida pela autoridade marítima.

§ 2.º Em ignais penas serão punidos aqueles que tenham ordenado e os que tenham sido coniventes nos factos previstos por êste artigo e no parágrafo anterior.

Art. 10.º O capitão e o armador que façam sair um navio embargado pela capitania em base ao artigo 8.º serão punidos com a multa de 1.000\$ a 10.000\$.

Art. 11.º Todo aquele que dificultar ou enterrar a acção da capitania, ou dos peritos officiaes, na verificação das condições de segurança de uma caldeira, será punido com a multa de 300\$ a 1.000\$ e com oito a noventa dias de prisão, ou com uma só destas penas.

Art. 12.º As penalidades a aplicar ao capitão podem ser reduzidas a um quarto das que sejam applicadas ao armador quando se prove que o capitão recebeu ordem por escrito ou verbal do armador.

§ único. Igual critério será applicado ao maquinista encarregado da máquina quando se prove que elle recebeu ordem por escrito ou verbal do armador ou do capitão.

Art. 13.º São armadores os proprietários ou afretadores que fizerem esquipar o navio.

Art. 14.º É considerado capitão, para os efeitos d'este decreto, o capitão ou mestre, ou todo aquele que, de facto, tenha o exercicio do comando.

Art. 15.º É considerado encarregado da máquina, para os efeitos d'este decreto, o primeiro maquinista, ou todo aquele que, de facto, tenha a responsabilidade do serviço de máquinas a bordo.

Art. 16.º Os tripulantes que tenham provocado o embargo de um navio por alegações que depois se reconheceram inexactas serão punidos com a multa de 10\$ a 50\$ e com prisão de um a sete dias. Se, porém, essas alegações inexactas foram expostas conscientemente, propositadamente, os culpados serão punidos com a multa de 50\$ a 500\$ e com oito a trinta dias de prisão.

§ único. Aquelles que tenham sido coniventes no facto previsto por este artigo serão punidos com penalidades iguais às indicadas para os autores.

Art. 17.º As infracções ao presente decreto e respectivo regulamento serão julgadas em tribunal maritimo, constituído nos termos da legislação em vigor.

Art. 18.º Para a applicação d'este decreto aos navios estrangeiros considerados no § único do artigo 2.º servirá de regra a lei da nação a que o navio pertence, se essa conferir aos navios portuguezes um tratamento idêntico e se foi reconhecida como equivalente às disposições legais em vigor em Portugal.

Art. 19.º Este decreto entra em vigor no dia 1 de Janeiro de 1927.

Art. 20.º Fica revogada a legislação em contrario.

Determina-se portanto a todas as autoridades a quem o conhecimento e execução do presente decreto com força de lei pertencer o cumpram e façam cumprir e guardar tam inteiramente como nelle se contém.

Os Ministros de todas as Repartições o façam imprimir, publicar e correr. Dado nos Paços do Governo da República, 22 de Novembro de 1926.— *António Oscar de Fragoso Carmona*—*José Ribeiro Castanho*—*Manuel Rodrigues Júnior*—*João José Sinel de Cordes*—*Jaime Afreixo*—*António Maria de Bettencourt Rodrigues*—*Abílio Augusto Valdês de Passos e Sousa*—*João Belo*—*Artur Ricardo Jorge*—*Felizardo Alves Pedrosa*.

## Regulamento das caldeiras marítimas

Artigo 1.º As caldeiras instaladas a bordo dos navios devem satisfazer às condições estabelecidas no presente regulamento e respectivas instruções.

§ único. Considera-se como caldeira de vapor, para os efeitos d'este regulamento, qualquer gerador de vapor de capacidade superior a 25 litros, destinado a funcionar a uma pressão efectiva superior a 1/2 quilograma por centimetro quadrado.

Art. 2.º Depois de montada a bordo, uma caldeira não poderá entrar em serviço sem que seja vistoriada pela Capitania.

§ 1.º A vistoria deverá ser requerida antes da applicação de qualquer revestimento à caldeira.

§ 2.º O requerimento solicitando a vistoria deve indicar o construtor, local e data da construção, tipo da caldeira, combustível, sistema de tiragem, superficie de grelha, superficie de aquecimento, válvulas de segurança, manómetros, indicadores de nivel e, em geral, todas as características da caldeira que não venham mencionadas nos respectivos desenhos.

§ 3.º Ao requerimento serão apensados:

a) No caso de uma caldeira nova:

1.º Certificado passado por uma sociedade de classificação ou por uma autoridade maritima estrangeira, se tiver sido construida fora do País;

2.º Desenhos de construção da caldeira, em duplicado, indicando as dimensões das suas diversas partes;

3.º Memória justificativa da pressão regime, se os cálculos não vierem indicados nos próprios desenhos;

4.º Certificados das provas dos materiais fornecidos por um laboratório official de resistência do materiais, nacional ou estrangeiro, ou por uma sociedade de classificação reconhecida pelo Governo;

5.º Plano da instalação dos tanques de óleo, bombas, encanamentos, filtros e aquecedores do óleo, nos casos de combustível liquido.

b) No caso de uma caldeira já usada, os elementos mencionados na alinea anterior e que estejam em poder do requerente.

Art. 3.º Sempre que uma caldeira tenha sofrido transformações ou grandes reparações, tais como a substituição de tubular, de escoramento, de fornalhas, câmara de fogo, etc., recravação extensa de costuras, reencalque extenso de costuras, reparações feitas por meio de soldadura eléctrica ou a oxigénio, etc., não poderá voltar a entrar em serviço sem que lhe seja feita vistoria pela Capitania.

§ 1.º O requerimento pedindo a vistoria, deve indicar as reparações ou transformações que foram feitas à caldeira e a firma que procedeu aos trabalhos.

§ 2.º Para que o armador possa obter a fixação de uma pressão de regime elevada, sem deixar de ser compatível com as verdadeiras características dos materiais, deverá, sobretudo nos casos de grandes reparações ou de transformações, juntar ao requerimento um desenho da caldeira indicando as partes reparadas ou transformadas e um certificado de provas dos materiais empregados.

Art. 4.º A vistoria às caldeiras em serviço só deve ser requerida quando as caldeiras estejam limpas exterior e interiormente, as portas de visita e limpeza tiradas fora e os muros desmanchados.

§ 1.º Não será em geral necessário que os muros sejam desmanchados no caso de caldeiras cilíndricas tendo menos de quatro anos inclusive.

§ 2.º O perito pode negar-se a vistoriar uma caldeira que esteja ainda quente, ficando por conta do proprietário todas as despesas como se a vistoria tivesse sido realizada.

Art. 5.º A vistoria a uma caldeira comprehende no caso mais geral um exame interno e externo, a prova hidráulica e a prova das válvulas de segurança.

§ 1.º O exame interno e externo pode obrigar à determinação das actuaes espessuras por meio de furos e, em geral, à determinação das actuaes dimensões para o perito poder fazer o cálculo da nova pressão regime.

§ 2.º A prova hidráulica é obrigatória nas caldeiras novas, nas que tenham sofrido grandes reparações ou transformações, nas caldeiras cujo exame interno se não tenha podido fazer com o necessário detalhe por causa

das suas pequenas dimensões, ou por outra circunstância, e ainda naquelas em que o exame interno e externo tenha deixado dúvidas quanto à actual resistência de algumas partes.

§ 3.º A verificação do funcionamento das válvulas de segurança far-se há sempre que a capitania a julgar necessária e é obrigatória no caso de caldeiras novas, nas caldeiras que tenham sofrido grandes reparações, nos casos de modificação de pressão regime, e em geral, por ocasião das vistorias anuais.

Art. 6.º Os sobreaquecedores e, em geral, todos os recipientes sujeitos à pressão interna do vapor, os acessórios correspondentes compreendendo as válvulas, encanamentos, etc., sujeitos também à pressão interna do vapor, devem, depois de prontos, ser submetidos à prova hidráulica a uma pressão superior à pressão efectiva de serviço.

§ único. Podem ser repetidas estas provas sempre que os peritos as julguem indispensáveis e nos períodos indicados nas instruções anexas ao presente regulamento.

Art. 7.º A pressão da prova hidráulica das caldeiras deve ser relacionada com a pressão regime e corresponder às prescrições que constam das instruções anexas ao presente regulamento.

§ único. Pode sempre ser aceite uma pressão regime proposta pelo armador, quando essa seja inferior à que fôr julgada admissível depois do exame interno e externo e dos cálculos de resistência que porventura tenham sido feitos.

Art. 8.º As provas hidráulicas das caldeiras e sobretudo as provas de funcionamento das válvulas de segurança serão feitas com manómetro fornecido pela capitania.

§ 1.º Todas as caldeiras devem ser providas de torneira com batente de 3 centímetros de diâmetro e 6 milímetros de espessura, disposto para receber um manómetro-padrão.

§ 2.º Os peritos podem exigir a aferição dos manómetros das caldeiras quando reconheçam que esses acusam valores inferiores aos do manómetro-padrão.

Art. 9.º Os encanamentos da água de alimentação, entre as bombas e as caldeiras, e os encanamentos de vapor serão provados nas condições que constam das instruções anexas a este regulamento.

Art. 10.º Os encanamentos do óleo combustível das caldeiras, os aquecedores e os filtros deverão também ser condicionados às exigências dos peritos feitas de acordo com as instruções anexas ao presente regulamento.

Art. 11.º Os peritos só aprovarão as instalações de caldeiras queimando óleos quando essas satisfaçam muito aproximadamente às condições gerais que constam das instruções anexas, podendo ordenar as provas dos tanques e dos encanamentos quando as julguem indispensáveis.

Art. 12.º Os armadores são obrigados a manter, nas casas das caldeiras a combustível líquido, os necessários meios de segurança em caso de incêndio que forem indicados pelos peritos.

§ único. Esses meios devem compreender, no mínimo, a possibilidade de extinção do fogo pelo vapor, pela areia ou por substância julgada equivalente, e ainda pelo emprego de extintores portáteis.

Art. 13.º As caldeiras deverão ser providas dos indicadores de nível, torneiras ou válvulas de sangrar e de escumação, válvulas de passagem, válvulas de segurança e, em geral, dos acessórios indicados nas instruções anexas a este regulamento para as caldeiras cilíndricas de chama invertida, caldeiras verticais de tubos percorridos pelos produtos da combustão e caldeiras de tubos de água, dos tipos que têm sido empregados a bordo.

Art. 14.º Se a capitania tem todos os elementos para considerar satisfatório o estado duma dada caldeira de modo a poder trabalhar até uma certa pressão, mandará marcar a punção, numa placa colocada em sítio visível, a pressão máxima admissível.

Art. 15.º As válvulas de segurança devem ser reguladas de modo a corresponderem à pressão exigida pelos peritos.

§ 1.º As válvulas de segurança devem satisfazer a uma prova de acumulação de pressão.

§ 2.º As válvulas de segurança devem ser fechadas por meio de cadeado de funcionamento seguro e feito de metal não oxidável.

Art. 16.º Seja qual fôr o género de navegação, cada navio deve ter a bordo um prisioneiro-tranqueta por cada tipo ou dimensão existente nas suas caldeiras e alguns rebites de dimensões convenientes para qualquer reparação.

Art. 17.º Conforme o género de navegação, devem existir a bordo de qualquer navio de propulsão a vapor:

	Longo curso e grande cabotagem	Pequena cabotagem	Tráfego local
Escoras para tapar tubos com os respectivos tampões, por cada 100 tubos . . . . .	3	2	1
Salinómetro . . . . .	1	1	1
Manómetro-padrão . . . . .	1	-	-
Lâmpadas de segurança, nos navios a carvão . . . . .	2	1	1
Idem, nos navios a óleo. . . . .	4	2	2

Art. 18.º Cada navio deve ter a bordo sobressalentes para caldeiras, de acordo com a seguinte tabela:

	Longo curso e grande cabotagem	Pequena cabotagem	Tráfego local
Tubos simples, por cada fornalha	2	-	-
Tubos simples, por cada caldeira	-	4	2
Tubos nas caldeiras aquitubulares	2	1	-
Escoras para tapar tubos, com os respectivos tampões . . . . .	2%	1%	1%
Tubos de vidro de nível, jogos . . . . .	4	2	1
Molas para válvulas de segurança, por cada diâmetro e por cada grupo de seis ou fracção . . . . .	1	1	1
Barras de grelha . . . . .	25%	15%	5%
Ferramentas de fogo, jogos . . . . .	2	1	1
Pulverizadores de combustível líquido, por cada dez pulverizadores colocados . . . . .	2	2	1
Filtros para a instalação a óleo, por cada dimensão . . . . .	1	1	1
Aparelho para experimentar o grau de inflamação do óleo combustível . . . . .	1	1	1

Art. 19.º A fiscalização por parte das capitánias, sobre as condições de segurança das caldeiras, é permanente; todavia, desde que se não tenham motivos para vistorias especiais, devem as capitánias fazer coincidir e incluir as vistorias às caldeiras na vistoria anual que, segundo a legislação em vigor, deve ser feita ao navio.

§ 1.º Nas capitánias, sem engenheiro maquinista, o engenheiro construtor naval chamado para vistoriar o casco é obrigado a vistoriar as caldeiras.

§ 2.º As vistorias às caldeiras, feitas simultaneamente com a vistoria ao casco, serão pagas de acordo com a tabela anexa ao decreto n.º 9:704.

§ 3.º Os emolumentos devidos aos peritos encarregados de vistorias feitas exclusivamente às caldeiras, serão pagos em base à superfície de aquecimento das caldeiras.

A tabela a aplicar será então a seguinte:

a) Vistoria a uma caldeira:

Superfície de aquecimento	Emolumentos para o perito
Inferior a 10 metros quadrados . . . . .	12\$50
De 10 metros quadrados a 50 metros quadrados. .	30\$00
Além de 50 metros quadrados . . . . .	60\$00

b) Vistoria às caldeiras suplementares de bordo:

Superfície de aquecimento	Emolumentos para o perito (Por cada caldeira suplementar)
Inferior a 10 metros quadrados . . . . .	12\$50
De 10 metros quadrados a 50 metros quadrados, .	30\$00
Além de 50 metros quadrados . . . . .	40\$00

Paços do Governo da República, 22 de Novembro de 1926.—O Ministro da Marinha, *Jaime Afreixo*.

Instruções para a execução do regulamento das caldeiras marítimas,

CAPÍTULO I

Instruções gerais relativas às vistorias das caldeiras, compreendendo o exame interno e externo, prova hidráulica e prova de acumulação de pressão para verificação da eficiência das válvulas de segurança.

Artigo 1.º A primeira vistoria às caldeiras tem, em geral, um carácter descritivo, devendo os peritos procurar, tanto quanto lhes seja possível, fazer os seus relatórios de acôrdo com os mapas:

- Dos modelos A, E, F, G, no caso de caldeiras horizontais cilíndricas;
- Dos modelos B, E, F, G, no caso de caldeiras de tubos de água com tubos de grande diâmetro;
- Dos modelos C, E, F, G, no caso de caldeiras de tubos de água com tubos de pequeno diâmetro;
- Dos modelos D, E, F, G, no caso de caldeiras auxiliares;

e mais o mapa modelo H, no caso de caldeiras a combustível líquido.

§ único. Os modelos destes mapas seguem anexos a estas instruções.

Art. 2.º Em geral, a vistoria a uma caldeira só deve ser feita quando a caldeira esteja limpa interiormente, as grelhas, as portas de visita e de limpeza tiradas fora e os muros desmanchados.

§ 1.º Se a caldeira tem uma idade igual ou inferior a quatro anos, pode ser dispensado, se o perito assim o entender, o exame interno das câmaras de fogo, podendo-se então evitar que os muros sejam desmanchados.

Caldeiras cilíndricas de chama invertida

Data da última prova hidráulica ... pressão da prova ... pressão regime ...

Número ... construtor ...

Data da construção ... data em que foram montadas a bordo ...

Se não são novas, indicar o navio donde provieram ...

Data da última grande reparação e onde foi executada ...

Comprimento do involucro ... diâmetro ... espessura ...

Fornalhas: número por caldeira ... comprimento ... diâmetro ... espessura ...

Número total ... tipo ...

Tubos esteios: número por caldeira ... comprimento ... diâmetro exterior ...

Tubos simples: número por caldeira ... comprimento ... diâmetro exterior ...

Tubos de ar: número por caldeira ... comprimento ... diâmetro exterior ...

Superfície de aquecimento por caldeira: tubos ...

Câmara de combustão ...

Fornalhas ...

Total por uma caldeira ...

Superfície de aquecimento total, em todas as caldeiras principais ...

Superfície de grelha: por fornalha ... por caldeira ... todas as caldeiras ...

Altura da chaminó à grelha ...

Em cada uma das caldeiras:

Número de torneiras de prova ... número de vidros de nível ... comprimento entre porcas ... diâmetro ...

Diâmetro das colunas de nível ... diâmetro dos tubos de ligação à caldeira ...

Válvula, ou torneira, para o salinómetro ...

Manómetros: n.º ... graduados em ...

Alimentação das caldeiras: por quantos meios ...

Diâmetro da válvula, ou torneira de sangrar ... diâmetro da válvula, ... idem para a de escumação ...

Válvulas de passagem: n.º ... diâmetros ...

Sobre aquecedor: tipo ... válvulas de segurança: diâmetro ... pressão a que estão carregadas ...

Pêso de água numa caldeira ...

Válvulas de segurança: n.º ... tipo ... diâmetro de cada válvula ...

Como são carregadas ... carga por unidade de superfície nas válvulas ...

Carga por unidade de superfície nas molas ... diâmetro das molas ... diâmetro ou lado da secção das molas ... número de espiras nas molas ... transmissão para as válvulas serem aliviadas, de onde pode ser feita a manobra ...

Número de casas de caldeiras ...

Ventoinhas para a tiragem ...

Sistema de tiragem ...

Material, cargas rotura, alongamentos. Designação da firma que fabricou o material

<p>Material, cargas rotura, alongamentos. Designação da firma que fabricou o material</p>	}	das chapas do involucro ...
		das chapas da câmara de fogo...
		das chapas testas ...
		das chapas tubulares ...
<p>Tubos</p>	}	esteios ...
		restantes tubos ...
		Esteios ...
		Rebites ...

Observações:

- 1 — Estado do involucro ...
- 2 — Estado das fornalhas ...
- 3 — Estado das chapas da câmara de fogo ...
- 4 — Estado das chapas testas ...
- 5 — Estado das chapas tubulares ...
- 6 — Estado dos esteios da câmara de vapor ...
- 7 — Estado dos esteios da câmara de fogo ...
- 8 — Estado dos tubos esteios ...
- 9 — Estado dos restantes esteios.
- 10 — Estado dos tubos simples ...
- 11 — Data em que foi retubada ...
- 12 — Em que consistiu a última grande reparação ...
- 13 — Se foi feita a prova hidráulica depois dessa reparação ...
- 14 — Pressão da prova ...
- 15 — Se foi satisfatória ...
- 16 — Data da última vistoria interna ...
- 17 — Data em que as caldeiras foram tiradas do navio ...

**Caldeiras de tubos de água**

(Tubos de grande diâmetro)

- Tipo da caldeira ...
- Construtor ...
- Data da construção ...
- Data em que foram montadas a bordo ...
- Onde foram montadas a bordo ...
- Data da última grande reparação ...
- Número de casas de caldeiras ...
- Número de caldeiras ...

	(a)		
Carga nas válvulas de segurança por centímetro quadrado ... Número de elementos ou de secções em cada caldeira ... Número total de elementos ou de secções em cada caldeira ... Número de tubos em cada elemento ou secção ... Número total de tubos em todas as caldeiras ... Comprimento dos tubos e espessuras			

- Carga nas válvulas de segurança por centímetro quadrado ...
- Número de elementos ou de secções em cada caldeira ...
- Número total de elementos ou de secções em cada caldeira ...
- Número de tubos em cada elemento ou secção ...
- Número total de tubos em todas as caldeiras ...
- Comprimento dos tubos e espessuras

- Diâmetro externo dos tubos ...
- Se são caldeados, ou sem costura ...
- Se são galvanizados e por que processo ...

- Para ser preenchido conforme o tipo da caldeira
- Colectores de vapor: diâmetro interno ...
  - Colectores de vapor: espessura dos involucros ...
  - Colectores de vapor: espessura nas extremidades ...
  - Colectores de vapor: comprimento ...
  - Colectores de água: (dimensões) ...
  - Colectores de água: espessura ...
  - Colectores de água: se são galvanizados, indicar o processo ...

- Comprimento de cada elemento medido, exteriormente, entre as caixas ...
- Comprimento dos tubos que fazem a comunicação entre as caixas e os colectores de vapor (tubos de retorno) ...
- Comprimento entre os tubos (tubos inclinados) ...
- Superfície de aquecimento total de todos os tubos (b) ...
- Volume da câmara de combustão (c) ...

- Material, suas características e fabricantes
- Tubos ...
  - Colectores de vapor ...
  - Colectores de água ...
  - Caixas ...

- Número de caixas de fumo, por caldeira ...
- Comprimento da superfície de grelha ...
- Largura ...
- Área total da superfície de grelha ...
- Número de portas de fornalhas por caldeira ...
- Volume da câmara de vapor (água a meio do vidro, em frio) ...
- Volume de água (água a meio do vidro, em frio) ...
- Número de ventoinhas e diâmetro ...
- Número de chaminés ...
- Diâmetros das chaminés e das saias ...
- Altura das chaminés acima da soleira ...

(a) Conforme o tipo de caldeira, assim se fará referência aos tubos geradores, economizadores, de circulação, etc.  
 (b) Considera-se o comprimento como está anteriormente descrito e o diâmetro como sendo o diâmetro exterior.  
 (c) Espaço limitado pelos extremos da caldeira, grelhas e tubos.

**Caldeiras de tubos de água**

(Tubos de pequeno diâmetro)

- Tipo e n.º ...
- Construtor ...
- Data da construção ...
- Quando e onde foi feita a montagem a bordo ...
- Data da última grande reparação ...
- Carga nas válvulas de segurança, por centímetro quadrado ...
- Número de casas de caldeiras ...
- Número de portas de fornalhas por cada caldeira ...
- Superfície de grelha:
  - Comprimento ...
  - Largura ...
  - Área total ...
- Superfície dos tubos geradores ...
- Volume da câmara de fogo ... (a)
- Volume da câmara de vapor (água a meio vidro, em frio) ...
- Volume de água (água a meio vidro, em frio) ...
- Distância vertical entre o colector superior e os colectores inferiores (centro a centro) ...
- Sistema de alimentação automática ...
- Número e diâmetro das ventoinhas ...
- Número de chaminés ...
- Diâmetros ...
- Altura acima da soleira ...
- Isolamento das caldeiras ...

(a) Espaço limitado pela grelha, tubular e extremidades da caldeira ...

**Caldeiras auxiliares**

- Construtor ...
- Data da construção ...
- Número ...
- Material ...
- Descrição e dimensões ...
- Data da última prova hidráulica ...
- Pressão da prova ...
- Pressão regime ...
- Número de fornalhas por cada caldeira ...
- Descrição das fornalhas ...
- Estado dos involucros ...
- Estado das fornalhas ...
- Estado das chapas da câmara de fogo ...
- Estado das chapas testas ...
- Estado das chapas tubulares ...
- Estado dos esteios da câmara de fogo ...
- Estado dos esteios da câmara de fogo ...
- Estado dos tubos-esteios ...
- Estado dos esteios ...
- Estado dos tubos ...
- Estado da caixa de fumo ...
- Data em que as caldeiras foram tiradas do navio ...
- Data da última reparação ...
- Natureza e extensão da reparação ...
- Por quem foram feitas as reparações ...
- Se foi feita a prova hidráulica, depois da reparação ...
- Foi satisfatória essa prova? ...
- Data da última vistoria interna ...

**Válvulas de segurança**

- Descrição das válvulas ...
- Número de válvulas por caldeira ...
- Diâmetro de cada ...
- Como são carregadas ...
- Carga por centímetro quadrado sobre as válvulas ...
- Carga por centímetro quadrado sobre as molas ...
- Diâmetro das molas ...
- Diâmetro ou lado da secção das molas ...
- Número de espiras ...
- Transmissão para a manobra das válvulas, e de onde pode ser manobrada ...
- Superfície de aquecimento ...
- Sistema de tiragem ...
- Observações ...

## MODÉLO E

## MODÉLO H

**Encanamentos principais de vapor**

Diâmetro dos tubos principais de vapor ...  
 Descrição ...  
 Data da última prova hidráulica ...  
 Pressão dessa prova ...

Outros encanamentos de vapor,  
 de diâmetro superior a 75 milímetros (3")

Fim a que se destinam	Diâmetro	Espessura	Prova hidráulica	Data da prova

Não é indispensável tirar-se o isolamento dos tubos por ocasião da 1.ª vistoria periódica em encanamentos de ferro ou de aço, a não ser junto das manilhas para se poder verificar se esses vedam bem.

## MODÉLO F

**Sobre-aquecedores ou depósitos de vapor (se existem)**

Estado do involucro ...  
 Estado dos esteios ...  
 Estado dos tubos ...  
 Estado da gola (ou garganta) ...  
 Data da prova hidráulica ...  
 Pressão da prova ...

**Vaporisadores**

Quantos ...  
 Material ...  
 Construtor ...  
 Data da construção ...  
 Pressão do vapor ...  
 Número e diâmetro das válvulas de segurança ...  
 Descrição das válvulas de segurança ...  
 Pressão a que estão carregadas ...  
 Data da última prova hidráulica ...  
 Pressão aplicada ao involucro ...  
 Pressão aplicada à serpentina ...

**Filtro da água de alimentação**

Fabricante ...  
 Data da última prova hidráulica ...  
 Pressão da prova ...

**Reaquecedor da água de alimentação**

Fabricante ...  
 Data da prova hidráulica ...  
 Pressão da prova ...

**Destilador**

Fabricante ...  
 Data da prova hidráulica ...  
 Pressão de prova { Involucro ...  
 Serpentina ...

Não é necessária a prova hidráulica das serpentinas do destilador quando o navio tenha a bordo uma provisão suficiente de água para beber.

## MODÉLO G

**Inventário, compreendendo os sobressalentes**

.....  
 .....

**Instalações a combustível líquido**

- 1—Descrição dos encanamentos de embarque do óleo e respectiva pressão de prova ...
- 2—Descrição dos tanques ou bancas do óleo e respectiva pressão de prova ...
- 3—Se existe tanque especial para receber o óleo embarcado em excesso ...
- 4—Tubos respiradores ...
- 5—Descrição dos encanamentos de vapor para aquecimento do óleo e pressão a que foram prova los ...
- 6—Se existe tanque de observação ...
- 7—Descrição dos encanamentos de aspiração do óleo e pressão de prova ...
- 8—Bombas de trasfego: Número ... Dimensões: Bomba ... Cilindro vapor ... Curso ... Capacidade ... Diâmetro entrada vapor ... Descarga ... Aspiração ... Descarga do óleo ...
- 9—Descrição dos tanques de decantação (Settling Tanks): Número ... Capacidade ... Pressão de prova ...
- 10—Descrição dos filtros entre Settling Tanks e bomba de compressão do óleo: Número ... Material ... Quantos furos por centímetro quadrado (ou por polegada quadrada) ... Diâmetro de cada furo ... Pressão de prova ...
- 11—Aquecedores do óleo: Número ... Superfície de aquecimento total ... Pressão de prova ... Tipo ...
- 12—Descrição dos encanamentos entre os Settling Tanks e as bombas de compressão ... Material ... Diâmetro ... Pressão de prova ...
- 13—Bombas de compressão do óleo: Número ... Dimensões: Bomba ... Cilindro vapor ... Curso ... Capacidade ... Diâmetro entrada vapor ... Descarga ... Aspiração ... Descarga do óleo ...
- 14—Descrição dos filtros entre a bomba e os pulverizadores: Número ... Material ... Número de furos por centímetro quadrado (ou por polegada quadrada) ... diâmetro de cada furo ... Tipo ... Pressão de prova ...
- 15—Número de pulverizadores por fornalha ... Tipo ... Idem por caldeira ...
- 16—Descrição dos encanamentos entre a bomba e os pulverizadores: Material ... Diâmetro ... Pressão de prova ...
- 17—Disposições de segurança em caso de incêndio ...
- 18—Se a instalação tem ou não dois grupos completos, cada um garantindo o funcionamento ...
- 19—Sendo a pulverização feita com vapor, descreva-se a instalação correspondente ...
- 20—Iluminação ...
- 21—Ventilação ...
- 22—Observações ...

§ 2.º No caso de uma caldeira nova, a vistoria e prova hidráulica devem ser feitas antes da aplicação de qualquer isolamento. Se o armador julgar mais conveniente para os seus interesses que essa vistoria seja feita na oficina, o perito irá à oficina e procederá à vistoria preliminar do mesmo modo como se a caldeira já estivesse a bordo.

§ 3.º No caso de provas hidráulicas de caldeiras já usadas, pode o perito dispensar ou não que o armador mande desforrar a caldeira, atendendo, por exemplo, ao estado de conservação mencionado no autó da vistoria anterior.

§ 4.º O perito pode negar-se a vistoriar uma caldeira que esteja ainda quente e suja, correndo então por conta do armador todas as despesas como se a vistoria tivesse sido realizada.

Art. 3.º Se o exame interno não é possível por causa do pequeno diâmetro das portas de visita, ou da sua má colocação, deve tal facto constar do autó; se são esteios que impedem a entrada para o interior da caldeira, podem esses ser removidos para a vistoria se poder fazer, mas só será permitido o serviço da caldeira depois de ulterior verificação de que esses estaços foram novamente colocados no seu lugar.

Art. 4.º No caso de uma caldeira nova, a capitania mandará fazer um exame interno e externo, suficientemente detalhado, para ter a confirmação da pressão regimada determinada por cálculo directo feito pelo perito requisitado à Direcção da Marinha Mercante, ou pelo pe-

rito que faça parte da lotação da capitania. Ainda que o armador apresente os desenhos da caldeira e uma exposição das fórmulas usadas, convirá sempre fazer-se um cálculo de verificação.

§ 1.º Se o armador não apresentar os cálculos que serviram de base à determinação da pressão regime, então a Capitania por si, ou pela Direcção da Marinha Mercante, procurará ter confirmação do valor da pressão regime, por meio de cálculo feito segundo as normas e fórmulas constantes destas instruções.

§ 2.º O perito pode, no seu relatório, seguir as indicações que constam do mapa modelo K.

Art. 5.º Tratando-se de caldeiras usadas, o martelo será empregado para se poderem encontrar os esteios partidos, porcas leves e rebites corroídos, não sendo recomendável o seu uso para se descobrirem as zonas corroídas das chapas. Para esta última verificação convirá então fazerem-se furos, de diâmetro não superior a 12,5 milímetros, com o fim de se determinarem as espessuras nos pontos que se apresentem corroídos, espessuras que, em geral, só devem ser medidas depois de tiradas as rebarbas e limpas convenientemente as chapas.

§ 1.º Em regra, os furos serão abertos nos seguintes pontos:

#### Involucro:

- Acima do nível da água: tópo, aos lados, frente e posterior;
- Ao nível da água: aos lados, frente e posterior da caldeira;
- Abaixo do nível da água: aos lados, frente, posterior e fundo.

Superfícies aquecidas pela chama ou pelos produtos da combustão:

- Fornalhas: teto, fundo, lados (linha das grelhas);
- Câmaras de fogo: teto, fundo, posterior e lados;
- Câmaras de fumo e calotas: um furo na parte inferior e outro na parte superior.

§ 2.º Nas caldeiras verticais há conveniência em se verificarem as espessuras nos seguintes pontos:

- Teto da câmara de combustão: dois ou mais furos acima das grelhas;
- Involucro: tópo, lados;
- Caixa de fumo.

#### MODÉLO K

#### Relatório de vistoria a uma caldeira durante a sua construção

- Construtor da caldeira ...
- Número que o construtor atribui à caldeira ...
- Firma para quem a caldeira é construída ...
- Nome e número oficial do navio para o qual está sendo construída a caldeira ...
- Partes da caldeira feitas de aço ...
- Partes da caldeira feitas de ferro ...
- Indicar se foram feitas provas de materiais, de acordo com as instruções do regulamento sobre caldeiras marítimas ...
- Pressão regime para que é construída a caldeira ...
- Pressão hidráulica da prova ...
- Foram feitas provas dos rebites do involucro, à tracção, tendo-se designado o alongamento e área da secção contraída? ...
- Foram feitas provas com os restantes rebites? ...
- Foi feito algum exame interno à caldeira depois da prova hidráulica? ...
- Indique que defeitos foram encontrados por ocasião da prova hidráulica ou depois desta ...
- Quais as indicações que foram marcadas na caldeira? ...
- Onde ficou colocada a marca? ...

§ 3.º As figuras 1, 2 e 3 dão ideia da forma como podem ser marcados os furos para a constatação das espessuras.

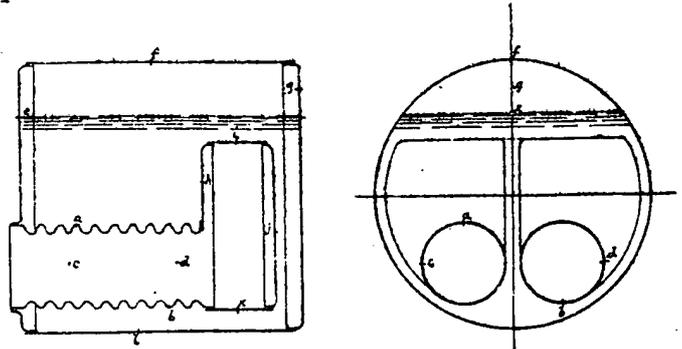


Fig. 1

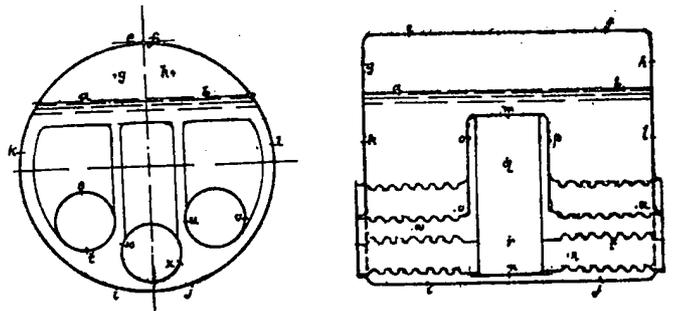


Fig. 2

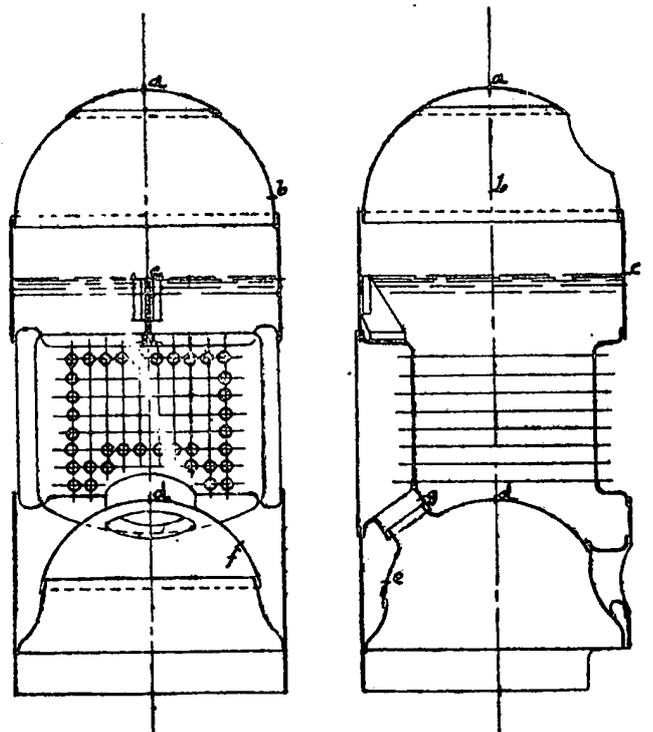


Fig. 3

§ 4.º Encontrando-se corrosões inesperadas e importantes nalgum sitio onde foi feito um furo, deve-se fazer um exame cuidadoso aos dois lados da chapa, podendo-se fazer outros furos para se verificar qual a extensão da zona corroída.

§ 5.º Todos os furos devem ser tapados com pernos roscados e cravados.

§ 6.º O perito elaborará o relatório da vistoria, podendo na sua redacção seguir as normas indicadas no modelo I, anexo a estas instruções.

Art. 6.º O perito pode mandar tirar alguns tubos para poder verificar convenientemente o seu estado de conservação.

Art. 7.º Nas caldeiras de tubos de água serão exami-

nadas as espessuras de alguns tubos tirados fora para esse fim.

§ 1.º Num desenho, ou num *croquis* mostrando as diversas fiadas de tubos, poderão ser marcados os tubos que devem ser tirados, os quais incluirão sempre alguns dos que ficam do lado da câmara de combustão.

§ 2.º As espessuras dos tubos, em cada fiada, devem ser mencionadas com o seu péso por metro, actual e quando a caldeira era nova. Com este fim, deve ser serrada uma fiada transversal de tubos, os quais, por sua vez, serão serrados no sentido do comprimento e no sen-

tido transversal para um exame completo e para a pesagem.

Art. 8.º Nas caldeiras de tubos de água serão também feitos furos nos colectores de vapor e de água e bem assim nos tubos de circulação da água, quando existam, devendo-se tomar nota das espessuras iniciais e actuais.

§ único. Nas caldeiras do tipo Yarrow, com colectores de água em forma de *D*, deverão os técnicos inspecionar com cuidado as costuras longitudinais desses colectores, procurando verificar se existem corrosões, ou fendas, e, em caso afirmativo, qual a sua extensão.

MODELO I.

**Relatório da vistoria às caldeiras do vapor ...**

Número de caldeiras ...  
 Data da construção das caldeiras ...  
 Data da última reparação ...  
 Data da vistoria anterior ...

Superfície de grelha ...  
 Superfície de aquecimento

Data ...

**Relatório da vistoria à caldeira n.º ...**

Partes da caldeira onde foram feitos os furos		Espessura original — Data ...	Espessuras mínimas encontradas na vistoria anterior	Vistoria actual Diferença de espessuras entre as primitivas e as actuais	Espessuras encontradas	
					Data ...	
Invólucros { Câmara de vapor { Têpo. . . . . Lados . . . . . Posterior. . . . . Frente. . . . . Ao nível da água { Lados . . . . . Posterior. . . . . Frente. . . . . Abaixo do nível da água { Lados . . . . . Fundo . . . . . Posterior. . . . . Frente. . . . . Chapas tubulares { Câmara de fogo. . . . . Caixa de fumo . . . . .					(Conhecidas as espessuras máximas e mínimas, preencham-se estas colunas com essas espessuras e as espessuras intermédias postas sucessivamente.	
					Quantos furos foram feitos nas espessuras acima mencionadas	
Fornalhas { Têto. . . . . Lados . . . . . Fundo . . . . . Câmara de fogo { Têto. . . . . Posterior. . . . . Lados . . . . . Fundo . . . . .					Espessuras encontradas (continuação)	
					Quantos furos foram feitos nas espessuras acima mencionadas	

**Estado actual das caixas de fumo, calotas e chaminés**

.....

Observações quanto ao estado das chapas furadas, corrosões, etc.	Posição dos estoios	Dimensões dos estoios			Observações Estado dos zincos, quantos devem ser substituídos, etc.
		Originals	Actuals	Diferenças	
	Câmara de vapor { Diagonais . . . . . { Verticais . . . . . { Entre as duas frentes. . . . . { Dum lado para o outro da caldeira. . . . . Abaixo do nível da água { Verticais . . . . . { Entre as duas frentes. . . . . { Dum lado para o outro . . . . . { Teto . . . . . Câmara de combustão { Posterior . . . . . { Frente . . . . . { Lados . . . . . { Fundo . . . . . Entre as duas frentes, acima das fornalhas Idem, idem, abaixo das fornalhas . . . . . Esquadros. . . . .				

Foram tirados ..., tubos para verificação do seu estado ...

.....

*Nota.*—O presente relatório deve, em geral, ser acompanhado dum *croquis* indicando a posição dos furos feitos.—Relatórios subsequentes terão uma cópia do mesmo *croquis*, distinguindo-se os novos furos por sinais feitos com tinta de outra cor.

Observações gerais

O estado das outras caldeiras não sujeitas à determinação de espessuras das suas diversas partes é como segue ...

.....

Técnico que procedeu à vistoria ...

O capitão do pôrto de ...

Data ...

Art. 9.º Se o exame de uma caldeira tiver indicado a necessidade da determinação das suas actuais expessuras por meio de furos marcados conforme o critério mencionado nos artigos anteriores, será então feito o cálculo da nova pressão regime, usando-se de preferência as fórmulas que serviram ao projecto da caldeira ou, no caso de essas não serem conhecidas, ou de não inspirarem confiança, das que constam destas instruções.

Art. 10.º Só depois do exame prévio de uma caldeira já usada, pelo qual se tenha fixado a nova pressão regime, que será igual à anterior se a caldeira não apresentar corrosões ou deformações sensíveis, ou inferior a essa conforme o resultado dos cálculos, se fará então a prova hidráulica, caso seja julgada indispensável, nas condições descritas nos artigos seguintes.

Art. 11.º A prova hidráulica é obrigatória nas caldeiras novas, nas que tenham sofrido grandes reparações e nas caldeiras cujo exame interno se não tenha podido fazer com o necessário detalhe por causa das suas pequenas dimensões, ou por outra qualquer circunstância, e ainda naquelas em que o exame interno e externo tenha deixado dúvidas quanto à actual resistência de algumas partes. (Ver nota).

Art. 12.º A prova hidráulica será sempre feita em base à pressão regime fixada depois do exame interno e externo que primeiramente tenha sido feito à caldeira.

Art. 13.º Em todas as caldeiras cilíndricas destinadas a trabalhar a uma pressão até 7 kgs./cmq. (100 lbs./pol. quadr.) a prova hidráulica deve ser feita com duas vezes a pressão regime.

Nas restantes caldeiras destinadas a trabalhar a uma pressão maior do que 7 kgs./cmq. (100 lbs./pol. quadr.) a prova hidráulica deverá ser feita com uma pressão igual a 1,5 vezes a pressão regime mais 3,5 kgs./cmq. (50 lbs./pol. quadr.).

Art. 14.º Nas caldeiras de tubos de água e nos sobreaquecedores deverá a pressão de prova ser igual a duas vezes a pressão regime.

Art. 15.º As caldeiras já usadas só poderão ser provadas a uma pressão igual a 1,5 vezes a pressão regime, a não ser que as reparações nelas feitas indiquem a necessidade ou conveniência de se levar mais longe a pressão de prova a qual, em todos os casos, nunca deverá ir além de 1,75 vezes a pressão regime.

Art. 16.º A prova hidráulica pode ser feita com uma bomba manual, ou até com uma bomba a vapor de bordo. A bomba manual será, em geral, ligada a uma manilha do tubo de alimentação.

§ 1.º Havendo mais de uma caldeira devem isolar-se todas as ligações entre a caldeira a provar e quaisquer tubos contendo vapor.

*Nota.*— A prova hidráulica é assim considerada como último recurso, no caso das caldeiras em serviço. Efectivamente essa prova tem os seus defeitos:

Em primeiro lugar, as provas hidráulicas, quer sejam feitas com água fria, quer sejam feitas com água quente, são sempre realizadas a uma temperatura uniforme por toda a caldeira e colocam, por consequência, as suas diversas partes em condições muito diferentes das que se encontram em serviço. Não se pode portanto atribuir a estas provas um valor absoluto para apreciação da sua resistência sob vapor, mas devemos-las apenas considerar como um meio, certamente muito precioso, de denunciar de um modo bem visível certos defeitos e certas corrosões.

Em segundo lugar, a prova hidráulica e em especial a prova feita com grandes sobrecargas produz necessariamente uma deslocação do centro dos esforços alternados admissíveis, sendo até de presumir que, em certos casos, quando a pressão se reduza a zero, fique excedido o limite inferior desses esforços, com manifesto prejuízo para o material. É assim que alguns querem explicar as explosões de caldeiras, ocorridas pouco tempo depois das respectivas provas hidráulicas.

§ 2.º Serão apertadas as válvulas de passagem e se estas não suportarem a pressão deve então interpor-se, entre a sede e a válvula, um disco de borracha de espessura igual a 6<sup>mm</sup>, pelo menos, apertando-se a válvula com cuidado para se não esmagar ou cortar a borracha.

§ 3.º Se se usar manómetro-padrão deverá este ser colocado na caldeira e não na bomba.

§ 4.º Para a prova hidráulica tiram-se as molas das válvulas de segurança e podem-se colocar, por exemplo, calços de tubo que não permitam às válvulas sair fora das suas sedes.

Fecha-se a válvula de alimentação que não seja usada durante a prova; fecham-se as torneiras dos manómetros que não tenham de indicar a pressão de prova e as dos vidros de nível.

§ 5.º Faz-se trabalhar a bomba e quando a água sair pela torneira do ar fecha-se esta.

Art. 17.º Podem ser colocadas bitolas (*deflection gauges*) nas fornalhas e na câmara de combustão para se registarem e apreciarem as deformações provocadas pela pressão. Em geral, em cada fornalha e câmara de combustão colocam-se duas bitolas, uma horizontal e outra vertical. Outras bitolas podem ser colocadas com o fim de se determinarem as deformações.

§ 1.º Havendo esteios no teto da câmara de combustão, ligados ao involucro, ou quando se julguem prováveis deformações do involucro por outra qualquer razão convém a colocação de bitolas entre o pavimento e a chapa do involucro.

§ 2.º Também se podem colocar bitolas entre o involucro e o costado, ou entre os involucros de duas caldeiras sucessivas para se apreciarem as deformações laterais do involucro da caldeira a provar.

§ 3.º Os ponteiros das bitolas devem ser levados a zero no início da prova.

Art. 18.º A prova de uma caldeira feita de modo a se medirem as deformações, comporta em geral três séries de medidas essenciais:

Medidas tomadas antes de se fazer a compressão;  
Medidas a tomar quando a pressão estiver em cima;  
Medidas depois de se aliviar a pressão.

§ único. O relatório da prova hidráulica, no caso de uma caldeira cilíndrica, pode ser elaborado segundo as normas constantes do modelo 2, anexo a estas instruções.

Art. 19.º Ao centro da caldeira e num plano transversal, pode-se também controlar a modificação do involucro sob pressão, usando-se um fio metálico, ou mesmo uma fita de aço não assentando sobre quaisquer rebites. A circunferência da caldeira é então medida três vezes: antes, durante e depois da prova.

Art. 20.º Quando se queiram medir as deformações das chapas testas, convém a colocação de fios metálicos, um passando transversalmente às fornalhas, outro passando acima das fornalhas, mas ainda na câmara da água, e outro passando em correspondência da câmara de vapor. Estes fios são mantidos distantes das chapas cerca de 2<sup>cm</sup>,5 a 3 centímetros, por meio de calços assentando, sendo possível, nas bainhas das chapas. Medem-se os intervalos entre os fios e as chapas nos lugares dos esteios e entre dois esteios sucessivos. Fazem-se tais medições antes, durante e depois da prova. As diferenças entre as duas primeiras leituras dão as deformações da chapa sob pressão; as diferenças entre as primeiras e terceiras leituras dão as deformações permanentes.

MODELO N.º 2

**Prova hidráulica das caldeiras do vapor**

Superfície de aquecimento: por caldeira ... Total ...  
 Superfície da grelha: por caldeira ... Total ...

Data: ...

Capitania do pórto de ...

**Prova hidráulica das caldeiras (a)**

Pórto em que foi feita a prova hidráulica . . . . .  
 Data da prova . . . . .  
 Número de caldeiras sujeitas à prova . . . . .  
 Pressão da prova hidráulica . . . . .  
 Tipo das caldeiras . . . . .  
 Construtor das caldeiras . . . . .  
 Data da construção . . . . .  
 Se a pressão já tinha sido reduzida  
 Nesse caso, data em que foi feita a redução . . . . .  
 Data da última prova hidráulica  
 Data e natureza da última reparação . . . . .  
 Quando foi retubada . . . . .  
 Efeitos da prova . . . . .  
 Valor das deformações permanentes, porventura reveladas . . . . .  
 Designação das partes da caldeira afectadas por essas deformações . . . . .  
 Data da última vistoria em que tenham sido determinadas as espessuras das diferentes partes das caldeiras, por meio de furos *ad hoc* . . . . .

(a) Indicar se as caldeiras são: as principais, as auxiliares ou as do escalor.

**Prova hidráulica dos encanamentos**

**Observações**

Técnico que dirigiu a prova hidráulica: ...

O capitão do pórto: ...

Art. 21.º Só se considera satisfatória a prova em que a pressão se manteve, pelo menos, durante dez minutos consecutivos.

Art. 22.º Se durante a prova se verificarem grandes e rápidas deformações, dever-se há parar com a bomba e aliviar a pressão para se verificar do valor de quaisquer deformações permanentes. Se, quando se comprime a água, a pressão não sobe é porque há fugas, ou na caldeira ou nas válvulas; neste último caso devem-se purgar os encanamentos.

Art. 23.º Na prova hidráulica de caldeiras de tubos de água, com tubos curvos, deve-se estar atento a qualquer mudança de curvatura dos tubos e, se qualquer deformação permanente fôr observada durante a prova, deverá esta ser suspensa.

Não sendo possível reforçarem-se as partes que acnsam menor resistência, dever-se há repetir a prova com uma pressão inferior à que primeiramente foi tentada, em ge-

ral 1,4 kgs. (20 lbs/pol. quadr.) abaixo da pressão a que começou a deformação.

A pressão regime será metade da pressão com que tenha sido executada uma prova hidráulica dando resultados satisfatórios.

Art. 24.º As caldeiras devem ser bem examinadas durante a prova hidráulica e depois dessa prova, sobretudo nas chapas de maior espessura, cujos defeitos, por vezes, só se revelam depois da pressão hidráulica.

§ 1.º Devem então ser examinados atentamente os esteios. Tratando-se de esteios articulados convém uma verificação das folgas das cavilhas.

§ 2.º Os peritos devem sempre examinar todos os esteios, sobretudo os que atarracham directamente na chapa da frente da cadeia (na câmara de água), visto ter-se reconhecido a frequência com que esses se partem junto dessa chapa. A prova hidráulica é um meio excelente de localizar estes defeitos que, por vezes, não são reveláveis no decurso de um exame interno. Deve-se então estar atento à curvatura dessa chapa, antes e depois da prova hidráulica, por que esta necessariamente fará reflectir mais as zonas correspondentes a esteios partidos.

Art. 25.º Se o perito possui todos os elementos para considerar satisfatório o estado de uma caldeira, de modo a poder trabalhar com segurança, a uma certa pressão, mandará então marcar a panção, numa placa colocada em sítio visível, a pressão máxima admissível.

§ 1.º No caso de caldeiras de uma só frente, esta marca deverá ser fixada do lado direito; no caso de caldeiras de dupla frente, dever-se há fazer idêntica aposição de marcas em ambas as frentes. Nas caldeiras cilíndricas podem estas marcas ficar do lado direito, próximo de uma porta da caixa de fumo.

§ 2.º Nas caldeiras verticais a marca será fixada no involucro, acima da porta da fornalha, de um modo bem visível.

§ 3.º Se, porém, as condutas de ar da tiragem forçada impedem a colocação das marcas, como foi dito no § 1.º, poderão então as marcas ser fixadas no próprio involucro, mas de modo a não ficarem encobertas pelo isolamento.

Art. 26.º As provas hidráulicas dos encanamentos de água de alimentação serão feitas nas seguintes condições:

Tubos de cobre — três vezes a pressão regime.

Tubos de ferro ou aço — quatro vezes a pressão regime.

Art. 27.º As provas hidráulicas dos encanamentos de vapor serão feitas nas seguintes condições:

Tubos de cobre — duas vezes a pressão regime.

Tubos de ferro ou aço — duas e meia vezes a pressão regime.

Art. 28.º A respeito de encanamentos em uso, pode o perito, em qualquer altura que julgue indispensável, exigir que seja feita a prova hidráulica até, pelo menos, duas vezes a pressão regime.

Art. 29.º Além do prescrito no artigo anterior, julga-se de boa norma que os encanamentos sejam provados periodicamente nos seguintes casos, desde que daí não resultem dificuldades à exploração comercial do navio:

A) Encanamentos principais de vapor. — Incluem-se, nesta designação, o colector principal de vapor e suas ramificações das várias caldeiras, o colector de vapor para a máquina principal e os colectores que ligam entre si duas ou mais caldeiras:

a) Encanamentos constituídos por tubos de cobre, soldados, com excepção dos que tenham 76 milímetros (3") de diâmetro, ou menos ainda: uma vez cada quatro anos, tira se-lhes fora o isolamento, fazendo-se depois a prova hidráulica.

b) Encanamentos constituídos por tubos de cobre sem costura, ou tubos de ferro ou aço, de diâmetro superior a 76 milímetros (3"). Serão destorrados uma vez cada seis anos e em seguida submetidos à prova hidráulica.

c) Os encanamentos de diâmetro igual ou menor do que 76 milímetros (3") podem ser parcialmente desforrados, apenas junto das manilhas, ficando ao arbitrio do perito o mandar desforrar mais ou menos.

B) Encanamentos de vapor para os auxiliares, com tubo de diâmetro superior a 15 centímetros (6"):

a) Tubos de cobre, com costuras longitudinais soldadas, devem ser desforrados e provados hidráulicamente uma vez cada quatro anos.

b) Os encanamentos de cobre, feitos de tubo sem costura, e encanamentos de ferro ou aço, devem, nas condições gerais mencionadas neste artigo, ser desforrados e provados hidráulicamente uma vez cada seis anos.

C) Encanamentos de vapor tendo um diâmetro interno igual ou maior do que 76 milímetros (3") e não excedendo 150 milímetros (6"):

a) Os tubos de cobre, com costuras longitudinais soldadas, devem ser desforrados numa extensão não inferior a 5 centímetros (2") junto de cada manilha e provados hidráulicamente, uma vez cada quatro anos.

b) Encanamentos de cobre, feitos de tubo sem costura, e encanamentos de ferro ou aço, devem ser desforrados numa extensão não inferior a 5 centímetros (2") e sujeitos à prova hidráulica, uma vez cada seis anos.

Art. 30.º Sempre que os tubos não sejam completamente desforrados, deve a pressão hidráulica ser mantida durante, pelo menos, vinte minutos consecutivos.

§ único. Se em qualquer zona de uma quartelada, fora das manilhas, fôr observada uma rotura, deve-se tirar o fôrro dessa zona, fazer-se a reparação e submeter-se novamente o tubo à prova hidráulica.

Art. 31.º As instruções anteriores devem apenas ser aplicadas a todos os encanamentos cuja rotura possa ocasionar desastres pessoais, não tendo portanto os peritos que se preocupar com encanamentos de vapor de pequeno diâmetro cuja rotura não possa produzir desastres, em qualquer circunstância.

Art. 32.º Sempre que um navio de passageiros é nacionalizado, devem todos os encanamentos de vapor ser provados e examinados, nas condições destas instruções.

Art. 33.º A verificação do funcionamento das válvulas de segurança deve ser feita nos seguintes casos:

- Quando o perito a julgue indispensável;
- Quando a caldeira seja nova;
- Depois de grandes reparações;
- Quando haja modificação da pressão regime;
- Por ocasião das vistorias anuais.

§ 1.º Esta prova de acumulação de pressão deve ser feita de acôrdo com as indicações do artigo 241.º no caso das caldeiras cilíndricas, e do artigo 299.º no caso de caldeiras de tubos de água.

§ 2.º As válvulas de segurança dos vaporizadores devem também ser provadas sob o ponto de vista da acumulação de pressão, do mesmo modo que as das caldeiras cilíndricas (leia-se *nota*).

*Nota.*— Os vaporizadores são considerados nas mesmas condições das caldeiras, quer nas provas dos respectivos materiais, quer nas provas depois da construção feita. São em geral providos de duas válvulas de segurança, fechadas a cadeado, com manobra exterior para podem ser aliviadas.

As provas que os armadores exigem dos construtores e que os peritos procurarão verificar, compreendem, em geral, o seguinte:

(*Veja-se capítulo XVI*).

Provas dos materiais.

Prova hidráulica.

Prova a bordo, feita com vapor à pressão da caldeira entrando nas serpentinas, devendo à prova das válvulas de segurança ser feita nessas condições.

## Relatório do funcionamento das válvulas de segurança

Nome do navio e número oficial ...  
 Construtores das caldeiras ou dos vaporizadores ...  
 Número proveniente da fábrica e correspondente às caldeiras ou aos vaporizadores ...  
 Nome do construtor das válvulas de segurança ...  
 Quantas caldeiras ou vaporizadores são considerados nesta prova? ...  
 Dimensões das caldeiras ou dos vaporizadores: Comprimento ...  
 Diâmetro ...  
 Tratando-se de caldeiras, indicar se são as caldeiras principais ou as auxiliares:  
 Diâmetro das válvulas ...  
 Número de válvulas em cada caldeira, ou vaporizador ...  
 Área total de todas as válvulas em cada caldeira, ou vaporizador ...  
 Área das aberturas da caldeira ou do vaporizador para as válvulas ...  
 Área do tubo de descarga correspondente a cada caixa de válvulas ...  
 Área do tubo principal de descarga para a atmosfera ...  
 Superfície de aquecimento em cada caldeira ...  
 Pressão ...  
 Carga em cada válvula ...  
 Carga em cada mola ...  
 Diâmetro médio das molas ...  
 Diâmetro médio ou lado da secção da mola ...  
 Distinguir se a secção da mola é circular ou quadrada ...  
 Número de espiras por cada mola (extremidades exceptuadas) ...  
 Passo das espiras (não carregadas) ...  
 Compressão devida à carga ...  
 Mínimo intervalo entre duas espiras sucessivas quando a mola está carregada ...  
 Quando a mola está carregada, são interpostas anilhas que evitem uma ulterior compressão? ...  
 Espessuras dessas anilhas ...  
 Dispositivo para se abrirem as válvulas a distância ...  
 Sistema de tiragem ...  
 Combustível usado ...  
 Pêso de vapor evaporado por hora ...  
 Pressão do ar na ventoinha ...  
 Pressão do ar nos cinzeiros ...  
 Número do manómetro padrão usado ...  
 Estado das caldeiras ou dos vaporizadores ...  
 Posição das caldeiras ...  
 Hora a que se fecharam as válvulas de passagem e de alimentação ...  
 Estado dos fogos nas fornalhas quando se fecharam essas válvulas ...  
 Pressão quando se fecharam essas válvulas ...

Datado aos ... 192... Capitania do pôrto de ...

Altura da água, em milímetros, no vidro de nível, no início da prova ...

Hora a que as válvulas começaram a disparar ...

Quando as válvulas começaram a disparar ...  
 Três minutos depois do início da prova ...  
 Seis minutos depois do início da prova ...  
 Nove minutos depois do início da prova ...  
 Doze minutos depois do início da prova ...  
 Quinze minutos depois do início da prova ...

Relação da diferença de pressão, a final e a inicial, e a pressão inicial ...

Hora a que terminou a prova ...

Estado dos fogos durante a prova ...

Quando se levantou cada válvula, da sua sede (valor máximo) ... (só se anotará este valor quando se julgue conveniente).

Pressão quando as válvulas de segurança se fecharam ...

Altura da água no vidro de nível quando terminou a prova ...

### Observação

Se os sobreaquecedores de vapor tiverem válvulas de segurança, devem estas satisfazer às mesmas condições das válvulas das caldeiras.

Assinatura do técnico ...

§ 3.º O mapa modelo 3 poderá ser usado pelo perito que relatar a prova das válvulas de segurança.

## CAPÍTULO II

## Instruções gerais relativas às instalações de caldeiras a combustível líquido

Art. 34.º O ponto de inflamação do óleo para caldeiras não deve ser inferior a 66° C (150° F) e será sempre determinado por um aparelho merecendo confiança.

Art. 35.º No Diário da máquina deve ser transcrita a cópia de um documento, passado pela firma que forneceu o óleo, indicando o ponto de inflamação e o tipo do aparelho em que foi feita essa determinação.

Art. 36.º Existirá a bordo um aparelho, de modelo conhecido, para o primeiro maquinista poder fazer experiências com amostras do óleo, embarcado como combustível para as caldeiras, acerca do seu ponto de inflamação e poder assim reconhecer se efectivamente esse é ou não menor do que 66° C (150° F).

§ único. O primeiro maquinista deve guardar e selar um frasco contendo três decilitros do óleo, embarcado como combustível, até que possa ser arredado, por completo, o perigo de incêndio com esse óleo.

Art. 37.º O óleo para caldeiras pode ser estivado nos duplos fundos do tipo celular, correspondentes à casa da máquina e das caldeiras e aos porões; pode também ser embarcado nos piques, nos *deep tanks* e em bancas de construção apropriada.

§ 1.º Devem evitar-se, tanto quanto possível, as bancas de óleo entre dois pavimentos, por cima das caldeiras, e as bancas aos lados das caldeiras. Se, porém, por falta de espaço, forem construídas bancas para óleo, nessas condições, essas não deverão ter um comprimento superior a 6,40 m. (21').

§ 2.º Os duplos fundos para óleo combustível devem ter a sobrequilha central estanque à água, excepto os de vante e de ré por então serem já muito estreitos.

§ 3.º Nos outros tanques de grande capacidade devem ser colocadas divisórias de acôrdo com os peritos da Capitania.

§ 4.º Sempre que se julgue indispensável devem os tanques para óleo ser construídos de modo a ser possível o aumento de volume de óleo.

Art. 38.º Cada tanque de combustível deve ser provido dum respirador, abrindo ao ar livre, em sitio aonde os vapores do óleo não ofereçam perigo ao serem expelidos quando se proceda ao enchimento do tanque.

§ único. Cada respirador deve ser provido de rede metálica que possa ser rapidamente tirada fora para limpeza ou para ser substituída.

Art. 39.º Devem existir meios convenientes para a constatação do nível do óleo dentro dos tanques; esses meios podem ser constituídos por tubos-sondas ou por uma disposição conhecida e segura quanto à sua eficiência, por exemplo, o *pneumercator Gauge*.

§ 1.º Os tubos-sondas nunca devem terminar em locais de passageiros ou da tripulação.

§ 2.º Quando os respiradores, tubos de sonda ou os tubos de ligação aos indicadores de nível atravessem porões devem então ser convenientemente protegidos.

§ 3.º Devem existir disposições com o fim de se evitar o perigo de extravasamento do óleo dos tanques.

Art. 40.º Se, próximo dum tanque com óleo, houver água doce para beber ou para as caldeiras deve então existir um espaço intermédio (*cofferdam*), vazio, para se evitar a contaminação da água pelo óleo.

Art. 41.º Sempre que os porões da carga fiquem adjacentes a tanques com óleo devem tomar-se as necessárias disposições para se evitar que esse óleo possa, por falta de estanqueidade dos tanques, vir ao contacto com a carga.

Art. 42.º Quando haja a possibilidade de o óleo verter dos tanques, bombas, aquecedores de óleo, etc., devem

então ser colocados tabuleiros, telhas de chapa, ou canais semelhantes aos dos trincaus, que encaminhem o óleo para *cofferdams*, ou poços (entre dois duplos fundos sucessivos), ou para os lados dos duplos fundos, ou porões propriamente ditos.

§ 1.º Sob as bombas, aquecedores de óleo e filtros é sempre necessário dispor-se tabuleiros destinados a receber o óleo que inevitavelmente cai quando se desmonta uma tampa.

§ 2.º Igual cautela deve haver por debaixo dos pulverizadores onde também se devem colocar tabuleiros para receber as gotas de óleo que porventura caíam.

Art. 43.º Nos navios que façam viagens em zonas de temperatura muito baixa convém que os tanques de óleo tenham serpentinas percorridas pelo vapor cuja temperatura torne o óleo menos viscoso, permitindo assim a sua passagem fácil nos encanamentos.

Art. 44.º As torneiras da descarga da água dos tanques do óleo devem-se fechar automaticamente pelo próprio peso nelas colocado; e sendo empregadas válvulas para esse serviço devem essas ser de retenção.

Art. 45.º Recomenda-se a construção dos tanques de decantação do óleo (*settling tanks*) separados do casco.

§ 1.º Os *Settling tanks* devem ser provados a uma pressão de 1 kg./cmq. (15 lbs./1 pol. quad.) incluindo a coluna de água correspondente à sua altura. Durante a prova o manómetro deve portanto ser colocado próximo do fundo. Se porém nas condições normais de serviço, a pressão exceder 1 kg./cmq. (15 lbs./1 pol. quad.) então far-se há a prova nas condições do artigo seguinte.

§ 2.º Os *Settling tanks* devem ser providos de termómetro.

§ 3.º A temperatura do óleo nos *settling tanks* providos de torneira para a descarga da água, não deve ir além de 52° centígrados (125 F.).

Art. 46.º De um modo geral, qualquer tanque de óleo deve ser provado a uma pressão igual à maior coluna de água que nele possa actuar, nos casos normais de carregamento do navio, mais 0<sup>m</sup>,30.

§ único. Nos navios novos, destinados a transporte de passageiros, devem os duplos fundos poder suportar uma coluna de água até o pavimento das anteparas (*bulkhead deck*) definido conforme a Convenção de 1914.

Art. 47.º As caldeiras devem ser convenientemente forradas; entre as caldeiras e os tetos dos duplos fundos contendo óleo, ou entre as caldeiras e as paredes laterais, deve haver o espaço suficiente para se evitar o aquecimento do óleo até o ponto de inflamação.

§ único. Devem ser colocadas umas chapas, por fora das que fiquem acima das caldeiras, destinadas a encaminhar as gotas de óleo que saíam pelas costuras, evitando que essas gotas caiam sobre as caldeiras.

Art. 48.º As caldeiras de tubos de água devem ser instaladas de modo que fique um espaço de 0<sup>m</sup>,60 entre o teto do duplo fundo e a parte inferior da câmara de combustão.

Art. 49.º Não devem em regra ser colocados registos nas chaminés; se, porém, esses já existirem, deve então haver uma disposição que garanta mantê-los completamente abertos.

§ único. Nas caldeiras que só queimem óleos são proibidos os registos.

Art. 50.º As bombas para o óleo devem ser completamente independentes dos encanamentos e bombas de alimentação das caldeiras, do porão e da água para lastro dos duplos fundos.

Art. 51.º Cada navio terá dois grupos, pelo menos, garantindo a instalação a óleo, sendo cada grupo composto de uma bomba, filtros e aquecedor de óleo.

§ único. Todas as bombas de óleo devem ter válvulas de escape, em curto circuito, com os respectivos tubos de aspiração.

Art. 52.º Os tubos de óleo sob pressão devem ser de aço sem costura e aqueles que conduzem o óleo devem passar em posições facilmente visíveis e bem iluminadas.

§ 1.º As manilhas desses tubos devem ser torneadas de modo a ficarem praticamente metal com metal.

§ 2.º Qualquer material usado para juntas das manilhas deve ser o mais fino possível e impermeável ao óleo aquecido a 121º C. (250º F).

§ 3.º Os escantilhões das manilhas devem satisfazer à condição de resistirem, pelo menos, a 14 kgs/cm<sup>2</sup>. (200 libras por polegada quadrada), ou à pressão a que funcionam as válvulas de escape, se esta for maior.

§ 4.º Os encanamentos, aquecedores e respectivos acessórios devem ser provados hidráulicamente a 28 kgs/cm<sup>2</sup>. (400 lbs/pol. quadr.), ou ao dobro da pressão efectiva do óleo, se esta for superior.

Art. 53.º Os outros encanamentos do óleo podem ser de ferro ou de aço; as manilhas serão torneadas e qualquer material para as respectivas juntas deve ser o mais fino possível e impermeável ao óleo.

§ 1.º Os escantilhões das manilhas devem ser tais que resistam à pressão de 7 kgs/cm<sup>2</sup> (100-lbs/ 1 pol. quadr.) e depois das juntas feitas devem os encanamentos situados na casa das máquinas e caldeiras ser provados à pressão de 2 kgs/cm<sup>2</sup> (30 lbs/ 1 pol. quadr.).

§ 2.º Todos os encanamentos devem estar colocados a uma altura suficiente do duplo fundo para assim tornarem fácil a sua inspecção e reparação.

Art. 54.º Os encanamentos de vapor das serpentinas devem ser de aço sem costura e provados a 17,6 kgs/cm<sup>2</sup> (250 lbs/ 1 pol. quadr.) antes da sua montagem e ao dobro da pressão do óleo depois de montados no seu lugar e das juntas feitas.

Art. 55.º Todos os tubos de aspiração do óleo, colocados acima dos duplos fundos, devem ser providos de válvulas ou torneiras ligadas aos tanques a que dizem respeito, susceptíveis de serem fechadas junto desses tanques e também do pavimento superior, ou de um compartimento diverso daquele onde estejam situados esses tanques.

§ 1.º Do mesmo modo os tubos de alimentação do óleo dos tanques, quando dispostos abaixo do tecto desses tanques, devem ser providos de válvulas ou torneiras susceptíveis da dupla manobra, mencionada neste artigo para as válvulas ou torneiras dos tubos de aspiração.

§ 2.º Todas as válvulas de uma instalação a óleo combustível devem ser tais que as tampas das respectivas caixas não possam ser aliviadas ou soltas quando se proceda à manobra dessas válvulas.

§ 3.º Em cada compartimento de bombas do óleo para os pulverizadores devem as respectivas válvulas do vapor poder ser fechadas de um local exterior a esse compartimento.

Art. 56.º Não são permitidos vidros de nível redondos para indicarem o nível do óleo nos tanques.

§ único. Nos *settling tanks* podem ser instalados indicadores de nível com vidro plano e espesso, provido de torneiras susceptíveis de se fecharem automaticamente.

Art. 57.º O vapor das serpentinas de aquecimento do óleo deve descarregar num tanque de observação, onde seja possível verificar-se se o vapor condensado tem ou não óleo, antes de ser mandado para a cisterna.

§ único. O tanque deve ter comunicação para a cisterna e para o porão, utilizando-se esta última no caso de se verificar a existência de óleo no vapor condensado.

Art. 58.º A iluminação de espaços susceptíveis de terem vapores de óleo combustível deve ser exclusivamente feita com lâmpadas eléctricas de globo duplo, não se devendo colocar fusíveis, nem tomadas de corrente ou interruptores, nesses locais.

§ 1.º Não são também admissíveis lâmpadas eléctricas portáteis com cordão flexível.

§ 2.º São recomendáveis as lâmpadas recebendo energia de um acumulador, semelhantes às que são usadas pelos mineiros.

Art. 59.º É recomendável a disposição que consiste num colector de vapor, com ramificações, de bombordo a estibordo, de tubo perfurado para emissão de vapor por debaixo das caldeiras, fazendo-se o controlo do vapor, num compartimento exterior à casa das caldeiras. A eficiência deste sistema depende principalmente de se evitarem as entradas de ar, devendo-se, com esse fim, fechar os ventiladores e outras aberturas que a possam favorecer.

§ 1.º O vapor deve provir directamente das caldeiras, sem sofrer qualquer redução de pressão.

§ 2.º Em cada casa de caldeiras deve haver uma caixa com 0,280 m. c. de areia ou de serradura, impregnada de bicarbonato de sódio ou de outra substância julgada conveniente para extinguir o fogo. Ao lado destas caixas devem existir pás próprias para a rápida distribuição da areia.

§ 3.º Devem também existir um ou mais extintores de incêndio, portáteis, para o ataque de qualquer ponto julgado perigoso, ou afastado.

§ 4.º É também recomendável uma instalação capaz de descarregar, em cada casa de caldeiras, substâncias químicas que, pela sua combinação, produzam gases combustíveis.

Art. 60.º Nem os passageiros nem os tripulantes devem ser alojados em locais adjacentes a tanques de óleo, salvo se se interpretar uma anteparada de aço, estante aos vapores de óleo, ficando assim um espaço intermédio que deve ser bem ventilado e acessível.

§ único. Podem, porém, os passageiros, ou os tripulantes, ser alojados num pavimento que constitua teto de tanques de óleo, desde que sejam satisfeitas as seguintes condições:

Pavimento estanque ao óleo;

Pavimento sem portas de visita, ou outras aberturas de comunicação para os tanques de óleo;

Pavimento coberto com uma composição não inflamável, de espessura não inferior a 0,038 (1 1/2");

Os alojamentos bem ventilados.

Art. 61.º Deve existir a bordo um plano dos encanamentos do óleo; devem ser afixadas instruções relativas ao sistema da instalação, nas quais seja chamada a atenção para o seguinte:

1.— As fugas de óleo aquecido a uma temperatura igual ou superior ao ponto de inflamação são muito perigosas porque podem determinar uma explosão ou incêndio, se uma chama vem ao contacto dos gases que então se desenvolvem no óleo.

2.— Deve haver todo o cuidado em se evitar a acumulação de óleo nos porões, nos canais ou telhas de chapa e no teto dos duplos fundos; nos compartimentos das caldeiras e das bombas devem esses locais ser lavados duas vezes por dia, pelo menos, com uma mangueira. Os porões devem ser esgotados depois dessas lavagens;

3.— Antes de um tanque ou banca de óleo ser empregado com outro fim deve ser tirado todo o óleo que lá exista, havendo também todo o cuidado em se expelirem os gases por meio de uma lavagem com vapor e por meio de uma boa ventilação.

Art. 62.º Deve existir uma boa ventilação na casa das máquinas e das caldeiras, nos compartimentos das bombas e em todos os compartimentos contíguos aos tanques do óleo.

Art. 63.º Não deve haver madeira na casa das caldeiras nem mesmo para se assentarem os estrados; também se não deve ter madeira ou outra qualquer substân-

cia combustível próximo dos *settling tanks* ou dos outros tanques de óleo.

Art. 64.º A fim de se poderem examinar os trincanis junto das anteparas que canalizam o óleo vindo das anteparas circunvizinhas é conveniente que os estrados fiquem suficientemente afastados das anteparas.

Art. 65.º São proibidos encanamentos de chumbo na casa das máquinas e das caldeiras onde existam *settling tanks* ou bombas de óleo.

Art. 66.º A disposição dos encanamentos deve ser tal que o serviço da água salgada para os duplos fundos seja completamente independente do do óleo para os mesmos duplos fundos. Também esses encanamentos devem ter ligação com as bombas de modo que seja possível transferir-se o óleo de um dado tanque ou *settling tank* para outro qualquer ou para fora do navio.

Art. 67.º Para se evitar a descarga de óleo para fora do navio, nos portos ou em águas em que essa descarga é proibida pelas leis locais, é conveniente que exista a bordo um tanque de capacidade suficiente, provido de sistema de alarme, susceptível de receber o óleo que tenha sido mandado a mais para um tanque qualquer ou para um *settling tank* ou o óleo descarregado através das válvulas de escape dos colectores principais de embarque de óleo.

§ único. Quando, porém, os respiradores é que servem para a descarga accidental, devem então as cousas estar dispostas de modo que o óleo não caia na casa das caldeiras, na cozinha ou em qualquer outro local onde se possa inflamar.

Art. 68.º É aconselhável proverem-se os colectores de embarque de óleo de meios adequados para a descarga accidental, que evitem sujeitarem-se os encanamentos a uma pressão excessiva ocasionada pelo descuido de se fechar a válvula de um tanque antes de se abrir a de outro qualquer, facto esse que, em certos casos, tem produzido grandes extravasamentos de óleo pelas juntas dos encanamentos, com a consequência de fogos a bordo.

§ único. A válvula de escape para a descarga accidental deve descarregar no tanque referido no artigo anterior.

Art. 69.º A montagem dos encanamentos do óleo deve ser muito cuidada para que as manilhas não sejam sujeitas a grandes esforços em consequência dos movimentos próprios do navio.

Art. 70.º Devem ser evitados os tubos de sonda curtos na casa das máquinas e na casa das caldeiras, sobretudo nosta última.

§ único. Se, porém, não é possível evitarem-se, na casa das caldeiras, esses tubos de sonda curtos, devem estes ser providos de meios que obstem, em todos os casos, à saída do óleo para o espaço das caldeiras.

Art. 71.º As bombas, aquecedores de óleo, filtros, etc., não devem ser montados junto do paiol da máquina onde efectivamente podem estar guardadas substâncias inflamáveis.

Art. 72.º As válvulas principais do óleo, colocadas na frente das caldeiras que regulam a passagem do óleo para os pulverizadores das fornalhas, devem ser de fácil acesso, em ocasiões de perigo, e susceptíveis de se poderem fechar rapidamente.

§ 1.º Sempre que seja necessário, convém a instalação de válvulas que isolem os reservatórios de ar das bombas do óleo, no caso de qualquer avaria nas frentes das caldeiras.

§ 2.º As válvulas que regulam a passagem do óleo, já quente, para a instalação ou secções da instalação, devem ser pintadas de vermelho claro.

Art. 73.º Os fundos dos involucros das caldeiras cilíndricas devem ser isolados de modo a evitar-se que o óleo depositado no teto dos tanques seja aquecido a uma temperatura elevada.

Art. 74.º A instalação dos pulverizadores deve ser tal que se não possa fazer passar o óleo através deles antes da sua exacta colocação.

Art. 75.º É para desejar que as bombas destinadas ao serviço de incêndios não sejam todas colocadas num mesmo local.

Art. 76.º Deve haver muito cuidado nas instalações mixtas a carvão e óleo, sendo muito pouco aconselhável o uso indiscriminado desses dois combustíveis.

§ 1.º Antes de se mudar do carvão para o óleo, devem ser tirados os resíduos de carvão, lavando-se e limpando-se completamente a casa das caldeiras.

§ 2.º No caso da mudança do óleo para o carvão, deve se proceder a uma lavagem completa da casa das caldeiras.

Art. 77.º Deve haver o máximo cuidado na verificação da secção das válvulas de segurança das caldeiras que queimem óleos.

### CAPÍTULO III

As regras modernas sobre a construção de caldeiras.— Critérios gerais na determinação da pressão regime das caldeiras

O conceito fundamental, que deve presidir à inspecção das caldeiras construídas de novo ou das que já estão em serviço a bordo, deve consistir na fixação da pressão regime por meio de cálculo feito sobre fórmulas que tenham a sanção das principais sociedades de classificação e das administrações marítimas dos diversos países.

Em 1918, uma comissão designada por British Marine Engineering Design and Construction Committee, composta de representantes da Institution of Naval Architects, Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland, North-East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders, Institute of Marine Engineers, Liverpool Engineering Society, Lloyd's Register of Shipping, British Corporation for the Survey and registry of Shipping, Bureau Veritas, discutiu largamente todas as regras então em vigor a respeito do desenho e construção das caldeiras marítimas, tendo chegado a determinadas conclusões e a novas regras susceptíveis de obter o consenso do Board of Trade e das principais sociedades de classificação.

Com este fim, o Board of Trade promoveu a chamada Conference on the unification of rules for the construction of marine boilers and steam pipes, com representantes do Board of Trade, Lloyd's Register of Shipping, British Corporation for the Survey and registry of Shipping e do Bureau Veritas.

Os trabalhos foram dados por findos em 1920, reconhecendo-se, do relatório apresentado, que as modificações introduzidas nas regras propostas pela British Marine Engineering design and Construction Committee as não alteram de modo sensível.

O que se passou com as caldeiras cilíndricas repetiu-se depois a propósito das caldeiras de tubos de água, tendo também a British Marine Engineering Design and Construction Committee proposto determinadas regras de construção que, mais tarde, foram submetidas à apreciação de uma conferência promovida pelo Board of Trade e conhecida pela Conference on the unification of rules for the construction of water-tube boilers, aonde estiveram representantes de Board of Trade, Lloyd's Register of Shipping, British Corporation for the Survey and registry of shipping, Bureau Veritas.

Desde então o Lloyd's, Bureau Veritas e a British Corporation modificaram as suas regras de acôrdo, quasi rigoroso, com as conclusões daquelas conferências, cujos resultados foram também sancionados pelo Board of Trade; as restantes sociedades de classificação não têm regras tam uniformes com as das citadas conferências.

Posta a questão nestes termos o Ministério da Marinha resolveu estabelecer as seguintes normas:

Caldeiras a construir, posteriormente à data da vigência do decreto que aprova o regulamento das caldeiras, devem satisfazer, no mínimo, às regras modernas expostas nas presentes instruções e que correspondem às regras estabelecidas pela Conference on the unification of rules for the construction of marine boilers and steam pipes e às que também foram aprovadas pela Conference on the unification of rules for the construction of water-tube boilers;

Caldeiras em serviço, construídas segundo determinadas regras, merecendo confiança e que venham expostas nos respectivos desenhos, ou em memória anexa, terão a pressão regime calculada e regulada por essas fórmulas e pelas actuais espessuras e dimensões;

Caldeiras em serviço, construídas anteriormente a 1921, de que se não conhecem as fórmulas que serviram para o respectivo projecto, ou que tenham sido calculadas por meio de fórmulas não merecendo confiança, terão a sua pressão regime calculada e regulada pelas fórmulas que nestas instruções são designadas por fórmulas ou regras antigas e pelas actuais espessuras e dimensões;

Caldeiras em serviço, construídas posteriormente a 1921, cujas fórmulas que serviram para o respectivo projecto não sejam conhecidas, ou não inspirem confiança, terão a sua pressão regime calculada e regulada pelas fórmulas que nestas instruções são designadas por fórmulas ou regras modernas ou da conferência de 1920.

#### CAPÍTULO IV

Regras da conferência de 1920 sobre as condições a que devem satisfazer os materiais de construção das caldeiras ellipticas de chama vertical e das caldeiras verticais cujos tubos sejam atravessados pelos produtos da combustão.

Art. 78.º Estas condições, quando digam respeito a prescrições técnicas, devem ser impostas pelos armadores que adquiriram caldeiras novas no País, ou no estrangeiro.

#### PARTE I

##### Chapas, rebites e perfis de aço

Art. 79.º O aço para caldeiras deve ser fabricado pelo processo Martin-Siemens (ácido ou básico).

Art. 80.º O material para caldeiras não deve ter fendas, chochos superficiais, nem estratificações; deve porém apresentar um bom acabamento, sem ter sido retocado a martelo.

Art. 81.º Em artigos subsequentes estão indicadas as provas e inspecções a que deve ser submetido todo o material para caldeiras, antes de sair das fábricas de aços; todavia, se durante a construção das caldeiras se provar que um determinado material não satisfaz, dever-se há então rejeitar esse material que se revelou insufficiente, ainda que faça parte duma remessa, ou lote, correspondente a um certificado afirmando bons resultados das provas regulamentares.

§ único. Ulteriores provas do mesmo lote podem ser exigidas pelos delegados técnicos da Direcção da Marinha Mercante.

Art. 82.º As provas de tracção e de dobramento devem ser feitas sobre barretas tipos, cortadas no sentido de comprimento ou no sentido transversal do material laminado.

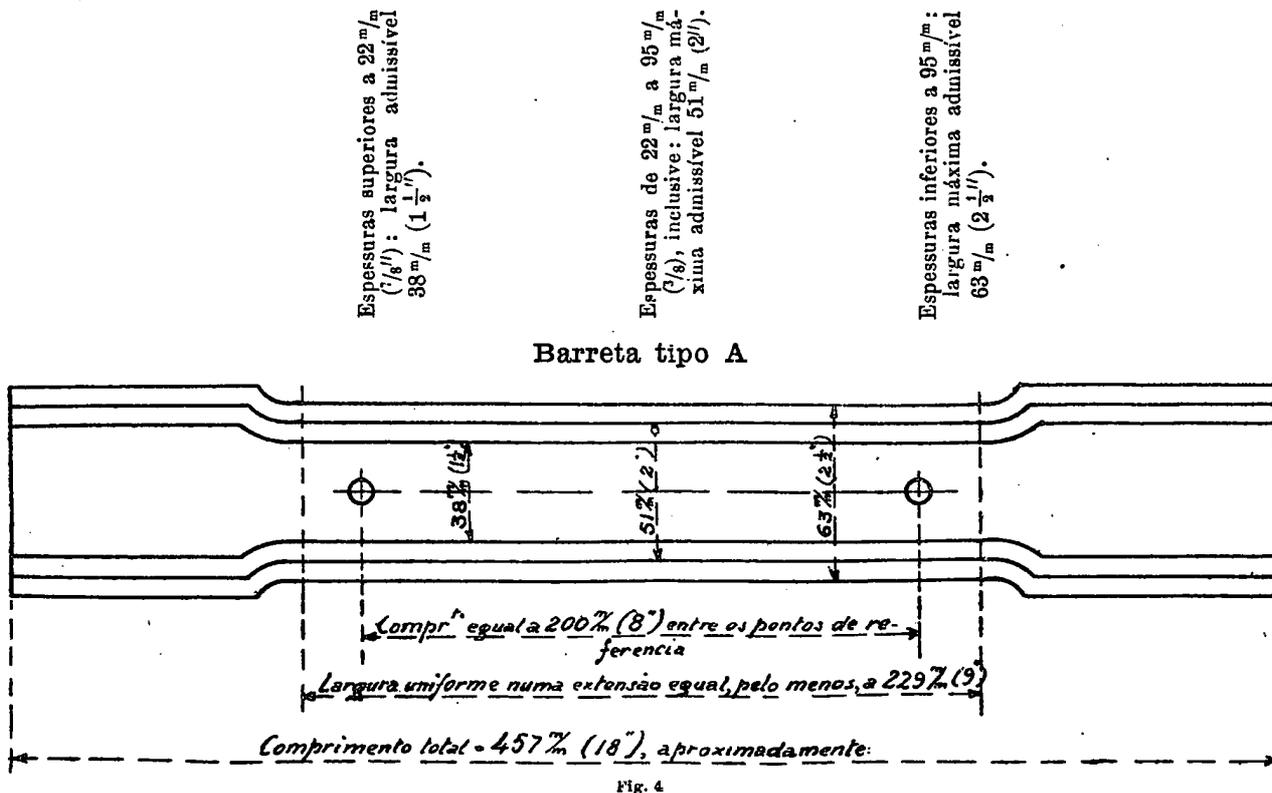
§ 1.º Sempre que o material tenha sido recozido, ou sujeito a outro qualquer tratamento, antes de ser expedido, deverão semelhantemente e simultaneamente ser tratadas as respectivas barretas de ensaio.

§ 2.º O desmpeno das barretas, quando necessário, deve ser feito a frio.

Art. 83.º As barretas das chapas devem abranger as duas superficies laminadas, tal como vêm do laminador.

O alongamento deve ser medido numa barreta de 200 milímetros (8") entre os pontos de referência.

Art. 84.º Dum modo geral, as barretas das chapas devem ser confeccionadas conforme a barreta do tipo A, representada na figura n.º 4.



Nota. — As larguras, acima mencionadas, são máximas e, por isso mesmo, não excluem o uso de barretas com as dimensões usuais de 200<sup>m</sup>/<sub>m</sub> × 38<sup>m</sup>/<sub>m</sub> (8" × 1 1/2").

Art. 85.º As barretas de varões podem ser experimentadas com a secção tal como veio dos laminadores, ou podem ser primeiramente torneadas e reduzidas a um diâmetro conveniente.

Se o diâmetro das barretas é igual ou menor do que 25 milímetros deve o seu comprimento entre os pontos de referência ser igual a oito vezes o diâmetro. Se, po-

rém, as barretas são confeccionadas de modo a ficarem com maior diâmetro nas extremidades, então a parte cilíndrica central deve ter um comprimento igual, pelo menos, a nove vezes o diâmetro reduzido.

São estas as condições indicadas na figura n.º 5 e que representa o modelo da barreta tipo B.

### Barreta tipo B

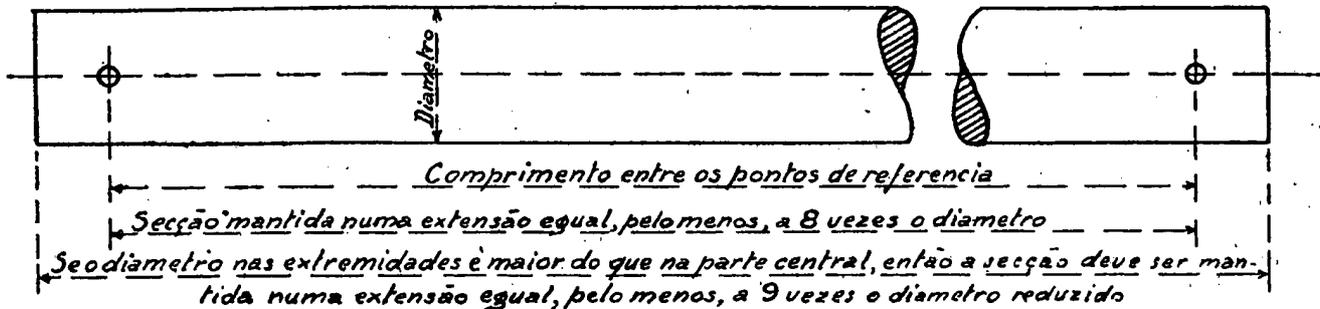


Fig. 5

Art. 86.º A secção das barretas redondas não deve ser inferior a 160 milímetros quadrados ( $\frac{1}{4}$  duma polegada quadrada).

Art. 87.º Se as barretas redondas têm um diâmetro superior a 25 milímetros e são experimentadas com a secção tal como vem dos laminadores, ou se o diâmetro reduzido na parte central é ainda superior a 25 milímetros, podem então ser feitas as provas sobre barretas de comprimento igual a quatro vezes o diâmetro, se o fa-

bricante assim o desejar. Neste caso, porém, será exigido um alongamento maior e precisamente como vem mencionado nos artigos 95.º e 96.º

E então se as barretas são confeccionadas com maior diâmetro nas extremidades do que na zona central devem as barretas ficar com um comprimento tal que o diâmetro reduzido se mantenha numa extensão não inferior a 4,5 vezes esse mesmo diâmetro.

São estas as condições da barreta tipo C (vide fig. 6).

### Barreta tipo C

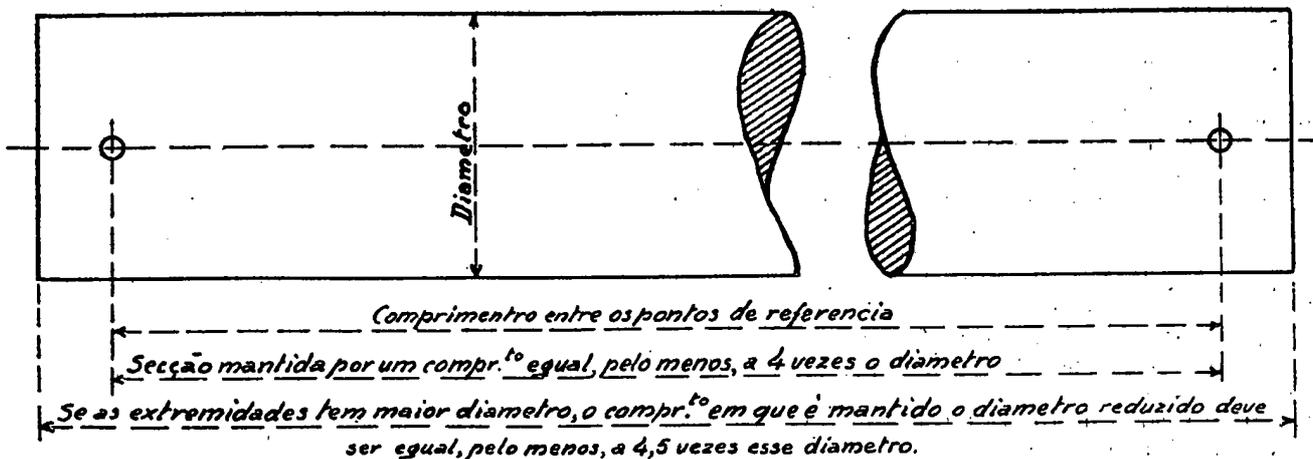


Fig. 6

Art. 88.º Deve ser tirada uma barreta de cada chapa, tal como vem da laminagem. Se, porém, o peso da chapa excede 2:500 quilogramas, devem ser tiradas duas barretas, uma de cada extremidade da chapa.

Art. 89.º Devem, em geral, ser experimentadas duas barretas, pelo menos, do material proveniente de uma sangria ou descarga do forno; só se provará uma barreta quando o material duma sangria (ou descarga) tenha dado um número de cantoneiras, ou de varões, igual ou menor do que oito.

Em geral, o material duma sangria ou descarga dará lotes de cantoneiras ou de varões que poderemos considerar separados conforme as secções das cantoneiras ou varões de que são constituídos. Depois cada lote de can-

toneiras ou de varões, é dividido em grupos de quinze peças.

Tirar-se há então uma barreta por cada grupo de quinze (ou fracção) de cantoneiras ou de varões.

§ 1.º No caso de varões de diâmetro igual ou menor do que 0<sup>m</sup>,045, devem-se substituir os números 15 e 8, referidos neste artigo, por 50 e 20, respectivamente.

Art. 90.º Se uma barreta se rompe fora do meio do comprimento, considerado entre os pontos de referência, a prova pode, a pedido do fabricante, ser repetida com outra barreta da mesma chapa, cantoneira ou varão, conforme a proveniência da primeira barreta experimentada.

Art. 91.º A carga de rotura à tracção da chapa dos

involucros e dos grampos das caldeiras deve ser determinada por meio de barretas-tipos; ela pode variar de 44 a 55 kgs./mmq (28 a 35 tons./1 pol. quadr.) mas, em cada caldeira, os valores que lhe correspondem não devem diferir entre si de mais de 6,30 kg./mmq (4 tons./1 pol. quadr.).

A carga de rotura à tracção das chapas que devem ter aba revirada, ou das chapas que devem ser caldeadas, e tenham a carga de rotura à tracção das chapas destinadas a câmaras de fogo e a fornalhas, deve ficar entre os limites 41 a 47 kgs./mmq (20 a 30 tons./1 pol. quadr.).

O alongamento, medido em barretas-tipos, tendo um comprimento igual a 200 milímetros (8") entre os pontos de referência, deve ser de 20 por cento, pelo menos, no caso de materiais de espessura igual ou maior do que 9,5 milímetros (3/8") e para os quais os regulamentos exigem uma carga de rotura à tracção compreendida entre os limites 44 a 55 kgs./mmq. 28 a 35 tons./1 pol. quadr.).

O alongamento deve ser de 23 por cento, pelo menos, nos materiais cuja espessura é igual ou maior do que 9,5 milímetros (3/8") e para os quais os regulamentos exigem uma carga de rotura à tracção entre 41 e 47 kgs./mmq. (26 a 30 tons./1 pol. quadr.).

Art. 92.º A carga de rotura à tracção das cantoneiras e ferros T deve ser de 44 a 50 kgs./mmq (28 a 32 tons./1 pol. quadr.), com um alongamento igual, pelo menos, a 20 por cento, medido em barretas do tipo A.

Art. 93.º O alongamento mínimo, no caso de chapas, cantoneiras e ferros T, de espessura menor do que 9,5 milímetros, pode ser inferior de 3 por cento aos alongamentos citados nos artigos anteriores para os casos gerais.

Art. 94.º Sempre que seja possível, devem as superfícies de laminagem ser conservadas nas duas faces opostas das barretas de prova.

Art. 95.º A carga de rotura à tracção dos varões, destinados a esteios longitudinais, deve ficar compreendida entre os limites 44 a 55 kgs./mmq (28 a 35 tons./1 pol. quadr.), com um alongamento mínimo de 20 por cento medido em barretas do tipo B, ou de 24 por cento medido em barretas do tipo C.

§ único. Em qualquer caso, os algarismos encontrados nas provas de materiais, destinados a uma mesma caldeira, não devem diferir entre si de mais de 6,30 kgs./mmq (4 tons./1 pol. quadr.).

Art. 96.º A carga de rotura à tracção dos esteios de aço da câmara de fogo deve ficar compreendida entre os limites 41 a 47 kgs./mmq (26 a 30 tons./1 pol. quadr.), com um alongamento de 23 por cento, pelo menos, medido em barretas do tipo B, ou de 28 por cento medido em barretas do tipo C.

Art. 97.º A carga de rotura à tracção dos varões para rebites deve ficar entre os limites 41 a 47 kgs./mmq. (26 a 30 tons./1 pol. quadr.) com um alongamento mínimo de 25 por cento em barretas do tipo B e de 30 por cento em barretas do tipo C.

§ único. Os varões podem ser provados com o diâmetro inicial, isto é, tal como vêm da laminagem.

Art. 98.º Por cada chapa, tal como vem dos laminadores, será feita uma prova de dobramento a frio, ou uma prova de dobramento sobre uma barreta que tenha sido temperada.

Serve o seguinte critério para a escolha de uma das duas barretas acima referidas:

As provas de dobramento serão feitas sobre barretas a frio, no caso das chapas do involucro, contrafortes e de outras que não venham a ter as abas reviradas ou que não venham a ser trabalhadas a quente, ou que, quando em uso nas cal-

deiras, não sejam destinadas a estar expostas ao fogo.

As provas de dobramento serão feitas sobre barretas temperadas, no caso de chapas que venham a ter abas reviradas, ou que devam ser trabalhadas a quente, ou que, quando em uso na caldeira, fiquem submetidas à acção do fogo.

§ único. Se o peso da chapa exceder 2:500 quilogramas serão tomadas duas barretas, pelo menos, uma de cada extremidade.

Art. 99.º No caso das chapas do involucro, para as quais tenha sido aceite uma carga de rotura à tracção superior a 53,5 quilogramas/mmq (34 tons./1 pol. quadr.), além das provas de dobramento a frio exigidas no artigo anterior para as chapas do involucro, será ainda feita por cada chapa, uma prova de dobramento sobre uma barreta temperada.

Art. 100.º Deve ser feita uma prova de dobramento a frio ou depois da barreta temperada, conforme se quiser, sobre cada cantoneira tal como vem da laminagem.

Art. 101.º O número de provas de dobramento sobre os perfis destinados a esteios é determinado da seguinte maneira:

Considera-se uma determinada sangria (ou descarga) do forno; formam-se os respectivos lotes de 15 peças tal como vêm dos laminadores. Por cada lote tira-se uma peça de que se tomam duas barretas, uma para a prova de dobramento a frio e outra para a prova de dobramento depois da tempera.

Art. 102.º As barretas, com uma largura mínima de 38 milímetros, devem ser cortadas das chapas, das cantoneiras, barras e varões destinados a uma dada caldeira.

§ 1.º No caso de ferros de pequeno perfil, podem as barretas abraçar toda a secção.

§ 2.º Não são exigidas provas de dobramento nos varões destinados a rebites.

Art. 103.º No caso de se terem barretas, de espessura igual ou superior a 13 milímetros, destinadas às provas de dobramento depois da tempera, podem-se tirar as rebarbas, provenientes do corte, por meio da lima ou da pedra de esmeril; se as barretas têm espessura igual ou superior a 25 milímetros (1 polegada) podem-se então tirar à plaina as arestas vivas, mas não se lhes pode fazer outro qualquer tratamento.

§ único. Só serão recozidas as barretas que provinhem de um lote de material que tenha sido recozido; nesse caso, antes de serem experimentadas, deverão as barretas ser recozidas ao mesmo tempo e da mesma forma que o material de onde provêm.

Art. 104.º As provas de dobramento de cantoneiras, de pequena secção, podem ser feitas sobre essas cantoneiras, depois de abatidas as duas abas.

Art. 105.º As barretas para as provas de dobramento, que tenham de ser temperadas, serão aquecidas até uma temperatura correspondente ao rubro sombrio e depois mergulhadas em água, cuja temperatura não seja superior a 27 graus centígrados (80 graus Fahr). A cor deve ser constatada à sombra e em local abrigado.

Art. 106.º As barretas para as provas de dobramento, a frio, ou depois de temperadas, devem ser dobradas, sem se fracturarem, até que os dois ramos, assim formados se tornem paralelos, com um raio de curvatura interior igual a 1,5 vezes a espessura da barreta.

Art. 107.º As provas de dobramento podem ser feitas por meio de pressão contínua (prensa), ou intermitente (martelo).

Art. 108.º Os rebites tirados dos lotes devem satisfazer as seguintes provas:

a) A espiga do rebite deve ser completamente do-

brada e martelada a frio (ver fig. n.º 7), sem apresentar fractura na curva exterior.

b) A cabeça do rebite deve ser achatada a quente, sem apresentar fendas em todo o seu contórno, até que o seu diâmetro se torne igual a 2,5 vezes o diâmetro do rebite (fig. n.º 8).

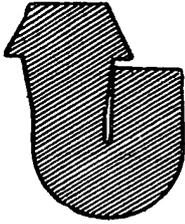


Fig. 7

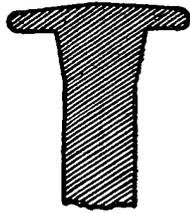


Fig. 8

PARTE II

Ferro especial para os esteios roscados na câmara de combustão

Art. 109.º Para que possam ser aceites esteios de ferro (roscados), com as mesmas dimensões dos esteios de aço, deve o ferro de que são feitos satisfazer às provas indicadas nos artigos seguintes.

Art. 110.º A medida que vão sendo laminados os varões (ou outros perfis), destinados a esteios, deverão ser separados em lotes de vinte peças cada um, fazendo-se uma prova de tracção por cada lote. Se esta prova não satisfizer, escolher-se hão mais dois ferros para novas provas e, se então um qualquer dêles der resultados insufficientes, rejeitar-se há o lote.

Art. 111.º A carga de rotura à tracção deve ser igual ou maior do que 34 quil./mmq (21 1/2 tons/1 pol.), com um alongamento mínimo de 25 por cento medido em barretas do tipo B, ou de 30 por cento medido em barretas do tipo C.

Art. 112.º As barretas tiradas de varões, tal como vêm da laminagem, ou já depois de torneadas até 25 milímetros de diâmetro, deverão sofrer uma prova de dobramento a frio até que os dois ramos sejam paralelos, com um intervalo igual ou menor do que o diâmetro da barreta.

Art. 113.º Por cada lote será feita uma prova de dobramento ordinária; uma segunda barreta será ligeiramente (mas uniformemente) sangrada a escopro num dos lados, para depois ser dobrada até 180 graus por meio de pressão contínua, ou mesmo intermitente (martelo).

A fractura deve então ser limpa, fibrosa, sem escória, sem impurezas do fundo e sem cristais muito exagerados.

Se uma qualquer destas provas não satisfaz, dever-se hão então tomar dois outros varões para novas provas, mas se um qualquer destes não satisfizer, rejeitar-se há o lote.

Art. 114.º Se as primeiras barretas provadas pelo inspector não satisfazem às prescrições acima estabelecidas, duas outras provas do mesmo género podem ser feitas; mas se uma qualquer destas não satisfizer, serão então rejeitadas as chapas, cantoneiras ou varões donde provieram as barretas.

Nestes casos, ultteriores provas devem ser feitas, antes de qualquer material, proveniente da mesma descarga (ou sangria) do forno, poder ser aceite.

Art. 115.º O fabricante fará duas marcas em todas as chapas, cantoneiras e varões.

O sinal usado será indicativo de que o material satisfaz às provas exigidas. Além disso, um número ou uma marca será feita sobre cada chapa, cantoneira ou varão, para indicar a sangria ou descarga do forno que produziu a chapa cantoneira ou varão considerado.

Art. 116.º Se o material não satisfizer às provas, o inspector deverá inutilizar as marcas provenientes do fabricante, por meio de uma ulterior marca em cruz, indicativa de que esse material lhe não satisfaz e que portanto não deve ser aplicado.

Art. 117.º O fabricante deve adoptar um sistema de marcas de *lingots, billets, slabs*, chapas, cantoneiras, varões, etc., que permitam ao inspector identificar e relacionar todo o material trabalhado, com a sangria (ou descarga) do forno, de onde efectivamente proveio.

Art. 118.º O mapa modêlo n.º 4 servirá de indicação dos elementos que devem ser obtidos nas provas dos materiais.

MODÊLO N.º 4

Caldeira n.º ...

Fábrica dos ferros ou dos aços ...  
Local dessa fábrica ...

Fábrica onde vai ser feita a caldeira ...  
Local dessa fábrica ...

Número da descarga do forno ou da sangria	Número da chapa, barra, cantoneira, etc.	Dimensões da barreta			Carga de rotura à tracção		Alongamento em milímetros		Valores médios marcados pelo fabricante		Secção de rotura		Dobramentos		Aceite ou não	Parte da caldeira a que se destina o material sujeito às provas	Observações
		Espessura ou diâmetro em milímetros	Largura em milímetros	Área em milímetros quadrados	Dada pela máquina	Por milímetro quadrado	Encontrado na barreta	Porcentagem	Carga de rotura à tracção	Alongamento	Dimensões	Porcentagem de contracção	A frio	Barreta temperada			

CAPITULO V

PARTE I

Regras gerais relativas à construção das caldeiras

Art. 119.º As costuras das chapas das caldeiras podem ser cravadas, caldeadas, ou soldadas, nas condições mencionadas nos artigos que seguem.

Art. 120.º Chama-se coeficiente de resistência duma costura o menor dos valores da relação entre a resistência efectiva dessa costura e a resistência da chapa na parte situada logo a seguir a essa costura e fora dela, considerando-se todos os casos prováveis de rotura.

Art. 121.º As costuras podem ser feitas por sobreposição das chapas, ou a tópo tendo então um ou dois contrafortes; podem ter uma ou mais filas de rebites, dispostos em cadeia ou em zigue-zague.

Art. 122.º Para o cálculo da resistência duma costura cravada, poderá ser considerado o comprimento de cada uma das partes idênticas nas quais se pode sempre subdividir o comprimento total da costura, o qual, em geral, coincidirá com o maior passo ou seja com a distância de centro a centro dos rebites existentes numa das filas.

Art. 123.º Supor-se há que o diâmetro dum rebite é o diâmetro do respectivo furo. Em caso algum, será o diâmetro do rebite inferior à espessura da chapa, ou do contraforte, nem também será maior que duas vezes essa espessura. Designando-se por «d» esse diâmetro, chama-se área da secção transversal do rebite o valor  $0,7854 d^2$ ; se porém, o rebite trabalhar com dupla secção de corte, considerar-se há área de secção eficaz o valor 1,875 vezes a área da secção transversal do rebite.

Art. 124.º A distância dos rebites às bainhas das chapas, ou dos contrafortes, não poderá ser menor do que um diâmetro de rebite, isto é, a distância do centro do furo à bainha não poderá ser menor do que  $1,5 d$ ; e se as bainhas tiverem de ser encaixadas, essa distância não poderá ser maior do que  $1,75 d$ . (Fig. 9 e 10).

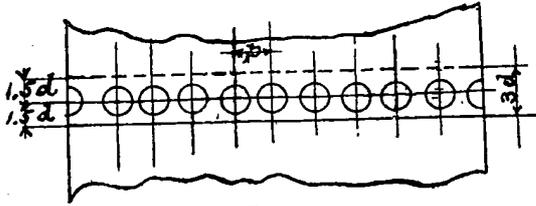


Fig. 9

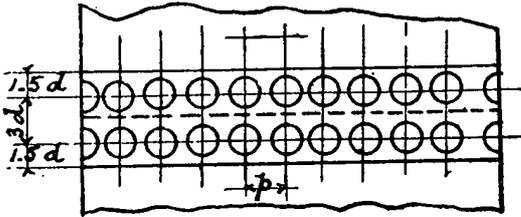


Fig. 10

Art. 125.º Não são só considerações de resistência que devem determinar o passo, o diâmetro dos rebites e a distância entre as diversas fiadas; há também considerações de estanqueidade e das costuras terem de ser bem encaixadas, as quais, devendo ser rigorosamente observadas, determinam as seguintes regras:

a) A distância  $C$  entre duas fiadas de rebites em costuras sobrepostas, ou de contrafortes, em que o passo dos rebites (em todas as fiadas) é constante e igual a  $p$  não poderá ser menor do que:

- $0,33p + 0,67d$  no caso da cravação em ziguezague
- $2d$  no caso de a cravação ser feita em cadeia.

(Figs. 11 a 20).

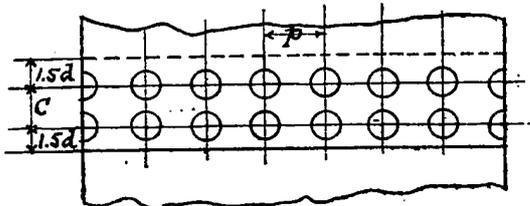


Fig. 11

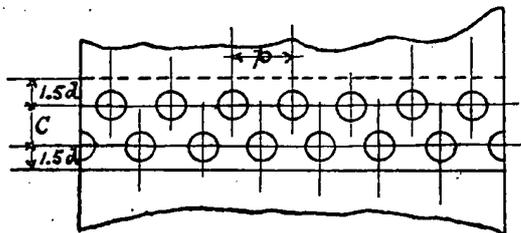


Fig. 12

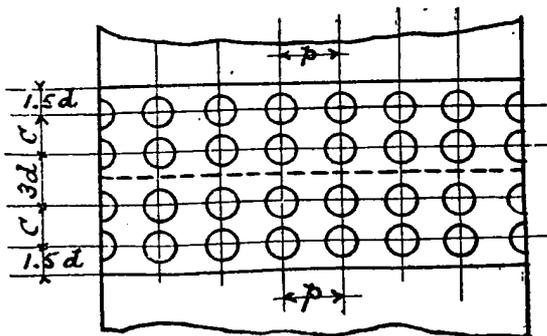


Fig. 13

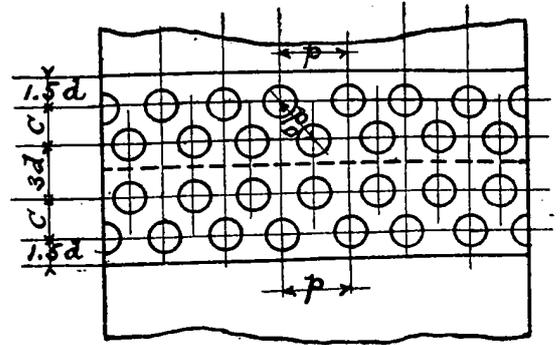


Fig. 14

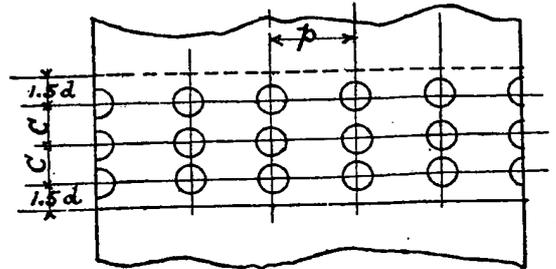


Fig. 15

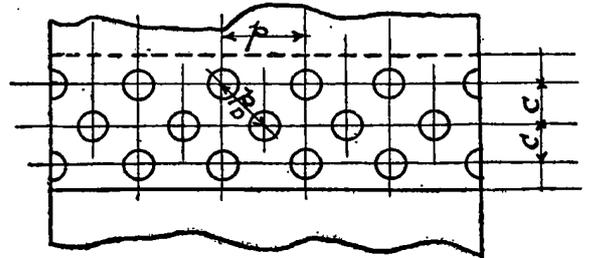


Fig. 16

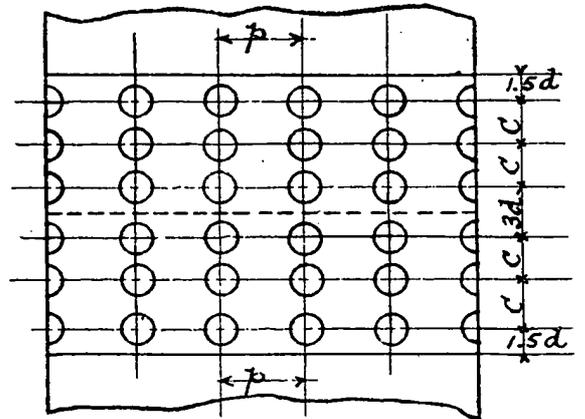


Fig. 17

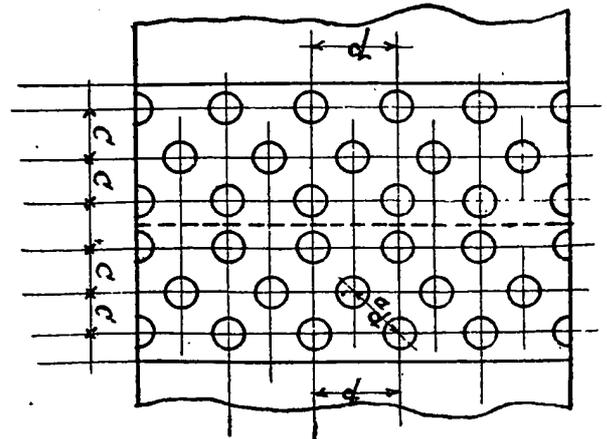


Fig. 18

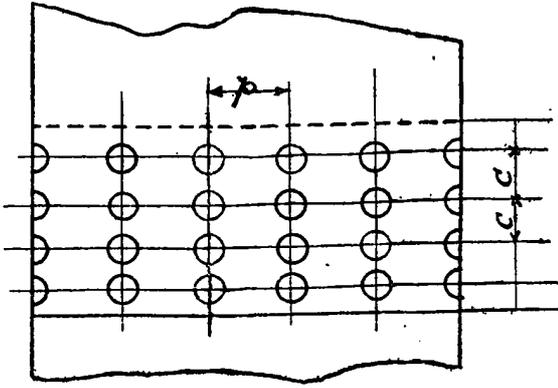


Fig. 19

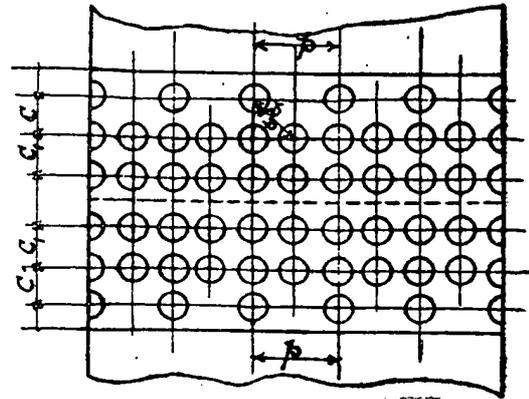


Fig. 23

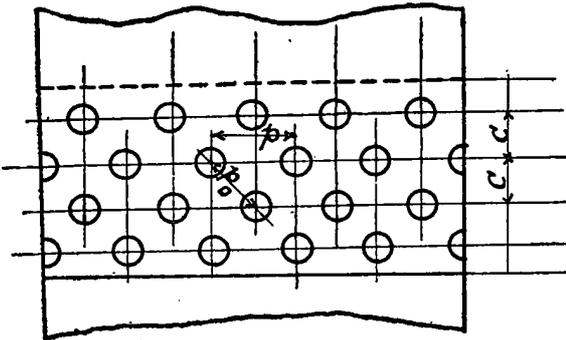


Fig. 20

b) Costura em que a cravação é feita em cadeia; passo na fiada exterior igual a  $p$ ; passo nas fiadas internas igual a um meio de  $p$ . Neste caso, a distância  $C$  entre a fiada exterior e a interna mais próxima não poderá ser menor do que o menor dos dois valores:

$$0,33p + 0,67d$$

$$2d$$

ao passo que a distância  $C_1$  entre duas fiadas internas, com um número completo de rebites, não poderá ser menor do que  $2d$ . (Figs. 21 a 23).

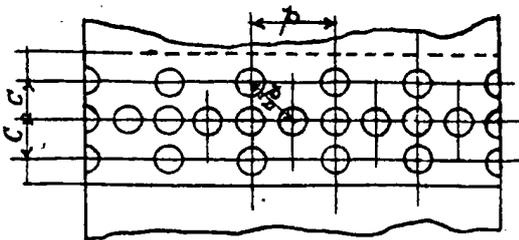


Fig. 21

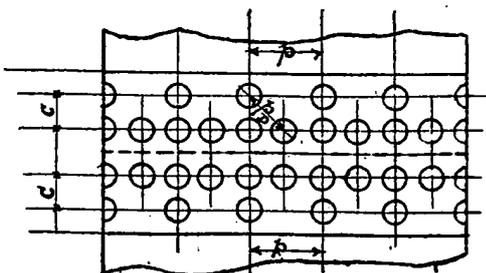


Fig. 22

c) Costura em que a cravação é feita em ziguezague; passo na fiada exterior igual a  $p$ ; passo nas fiadas internas igual a um meio de  $p$ . Neste caso, a distância  $C$  entre a fiada exterior e a interna mais próxima não poderá ser menor do que:

$$0,2p + 1,15d \quad (\text{figs. 24 e 25})$$

e a distância  $C_1$  entre duas fiadas internas, com um número completo de rebites, não deverá ser menor do que:

$$0,165p + 0,67d \quad (\text{fig. 26})$$

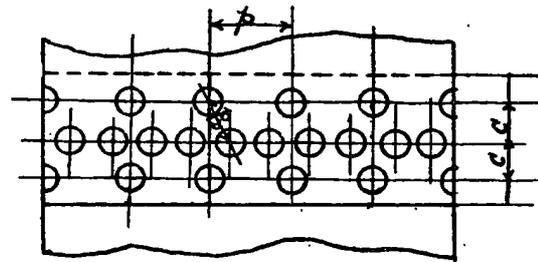


Fig. 24

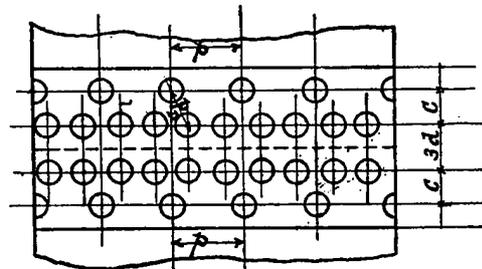


Fig. 25

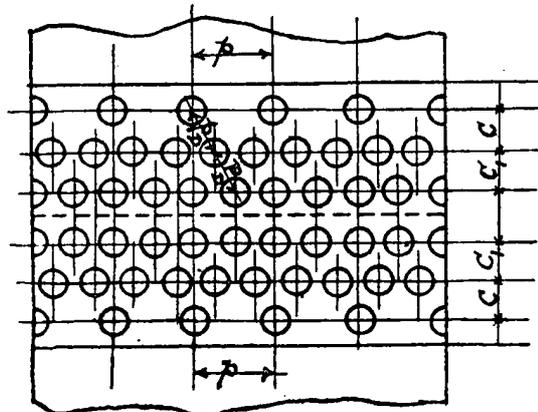


Fig. 26

Art. 126.º Quando o passo dos rebites, nas fiadas próximas das bainhas dos contrafortes que devem ser encaçadas, exceder 8 vezes a espessura das chapas, ou dos contrafortes, deverão ser recortadas em ziguezague as bainhas desses contrafortes. (Figs. 27 a 31).

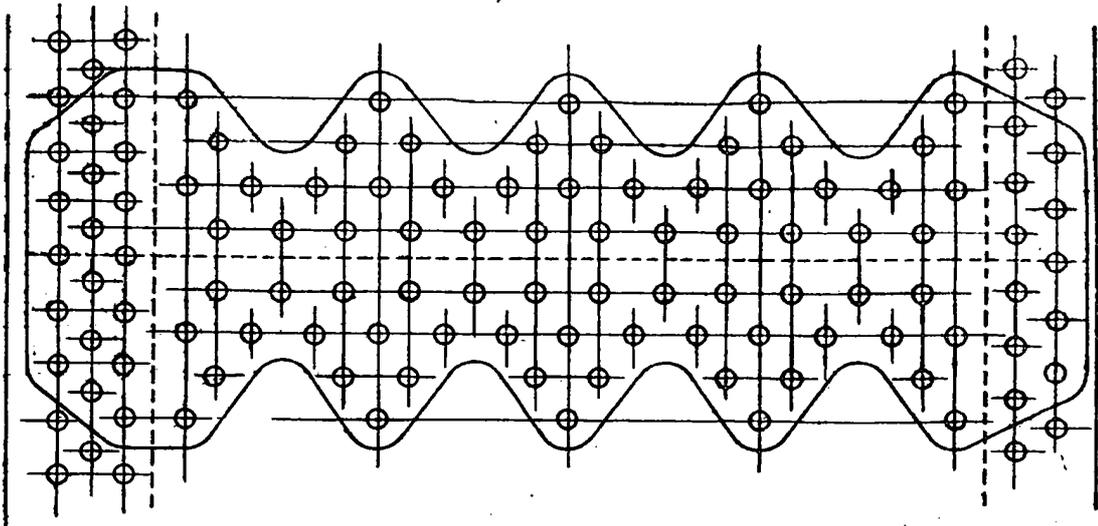


Fig. 27

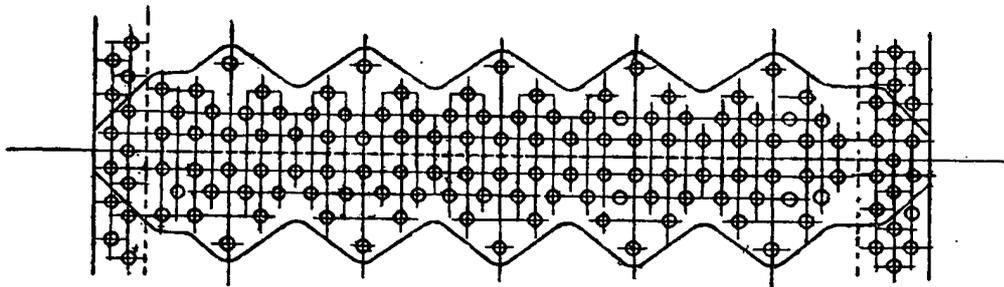


Fig. 28

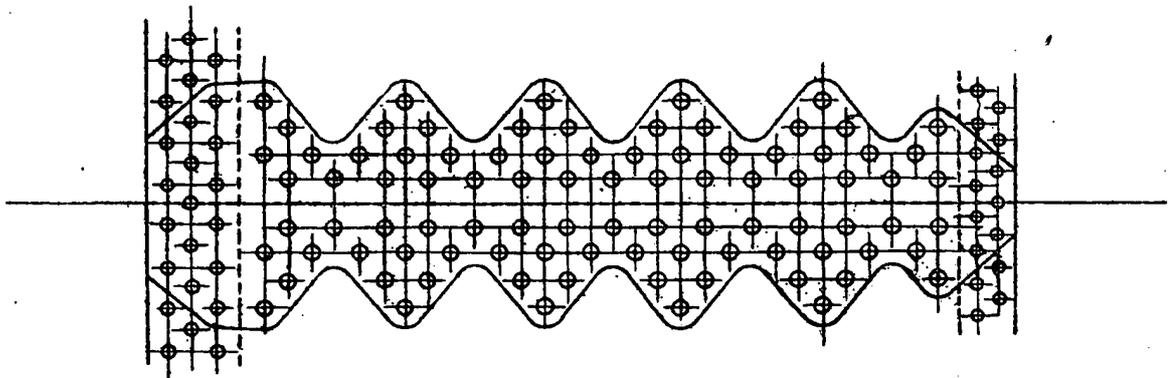


Fig. 29

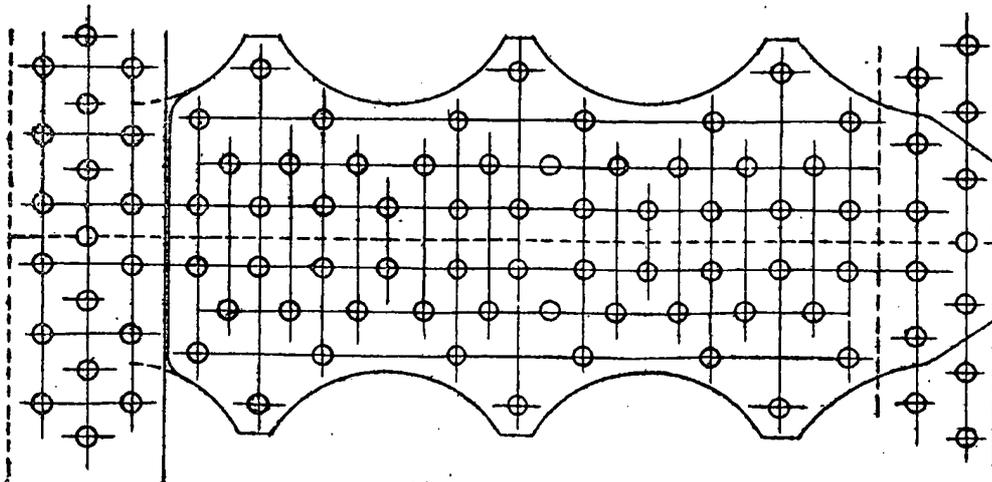


Fig. 30

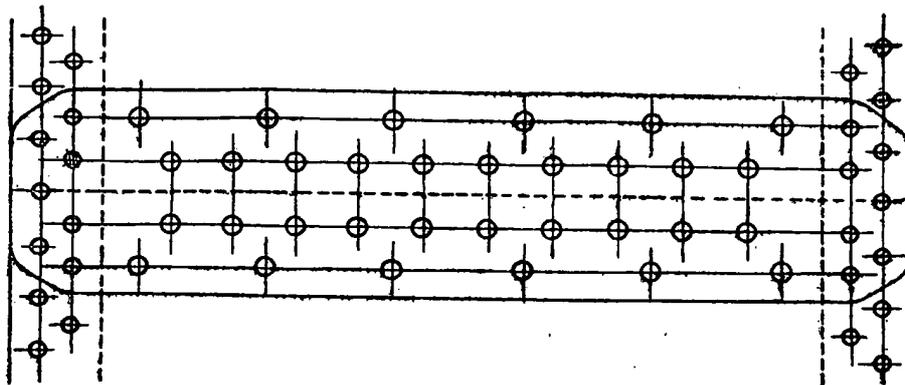


Fig. 81

Art. 127.º As costuras circulares, entre o involucro e as chapas testas de uma dada caldeira, devem ter uma resistência igual ou maior do que 0,42 da resistência da chapa do involucro considerada intacta.

§ único. Se a espessura das chapas do involucro é maior do que 16 milímetros ( $\frac{5}{8}$  pol.), devem as costuras, referidas neste artigo, ser feitas com cravação dupla, pelo menos.

Art. 128.º As costuras circulares, situadas a cerca de meio comprimento da caldeira de uma só frente, devem ter uma resistência igual ou superior a 0,60 da resistência da chapa intacta.

§ único. Essas costuras devem ser feitas (no mínimo):

- a) com cravação dupla se a espessura das chapas do involucro é maior do que 12,mm5 ( $\frac{1}{2}$  pol.);
- b) com cravação triplíce se essa espessura é maior do que 35 milímetros ( $1 \frac{3}{16}$  pol.).

Art. 129.º As costuras circulares intermédias, nas caldeiras de dupla frente, devem ter uma resistência igual ou maior do que 0,62 da resistência da chapa intacta.

§ único. Tais costuras serão feitas com cravação dupla se a espessura das chapas do involucro é maior do que 12,mm5 ( $\frac{1}{2}$  pol.) e com cravação triplíce se essa espessura é maior do que 30 milímetros ( $1 \frac{3}{16}$  pol.).

Art. 130.º As costuras circulares das caldeiras verticais devem ter uma resistência igual ou maior do que 42 por cento da chapa intacta.

§ único. Quando as costuras circulares não abrangem a circunferência completa e as chapas do involucro têm mais de  $\frac{5}{8}$  pol. de espessura, deve-se fazer uso da cravação dupla.

Art. 131.º Em regra as costuras soldadas ou caldeadas só poderão ser usadas nas partes da caldeira não sujeitas a esforços directos de tracção. Nestas condições, o valor do coeficiente de resistência considera-se igual a 0,70.

Art. 132.º Podem, porém, ser usadas costuras soldadas ou caldeadas, em chapas sujeitas a esforços directos de tracção, nos seguintes casos:

Quando as costuras sejam também cravadas com sobreposição das chapas, ou a tópo com um ou dois contrafortes;

Quando as costuras sejam feitas a martelo, em pequenos capacetes, ou depósitos de vapor, e a espessura da respectiva chapa não exceda 12,mm5.

Nestes casos, atribuir-se há à soldadura, ou calda, um coeficiente de resistência não superior a 0,50.

Art. 133.º Todas as chapas soldadas, ou caldeadas, ou em que as respectivas abas sejam reviradas, e as

chapas aquecidas localmente devem, depois, ser recozidas de modo eficiente.

Art. 134.º Nas costuras longitudinais o passo não deve exceder o valor calculado pela seguinte fórmula:

Em medidas inglesas:

Em medidas métricas:

$$p = C \times T + 1 \frac{5}{8} \text{ polegadas}$$

$$p = C \times e + 41 \text{ mm}, 3$$

em que

em que

$p$ ... passo máximo dos rebites em polegadas.

$p$ ... passo máximo dos rebites expresso em milímetros.

$T$ ... espessura da chapa do involucro em polegadas.

$e$ ... espessura da chapa do involucro em milímetros.

$C$ ... é um coeficiente dado pela seguinte tabela:

Número de rebites dentro do passo $p$	Valor de $C$ nas costuras sobrepostas	Valor de $C$ nas costuras a tópo com dois contrafortes
1	1,31	1,75
2	2,62	3,50
3	3,47	4,63
4	4,14	5,52
5	-	6,00

Art. 135.º As aberturas feitas no involucro duma caldeira, para a visita interna, deverão apresentar a sua menor dimensão no sentido longitudinal. E como a essas aberturas corresponde um enfraquecimento da chapa, torna-se, portanto, necessária uma compensação que deve ser feita mediante a aplicação dum aro de reforço de chapa ou de um perfil conveniente.

Art. 136.º Deve também ser obtida compensação de todos os furos feitos nas chapas do involucro para a aplicação dos acessórios da caldeira, desde que o seu diâmetro seja superior a:

Em medidas inglesas:

Em medidas métricas:

$$\left(2,5 \times e + 2 \frac{3}{4}\right) \text{ polegadas}$$

$$(2,5 \times e + 70) \text{ milímetros.}$$

em que  $e$  designa a espessura da chapa em polegadas.

em que  $e$  designa a espessura da chapa em milímetros.

PARTE II

Coefficiente de resistência duma costura longitudinal

Art. 137.º O coeficiente de resistência de uma costura longitudinal é o minimo dos valores obtidos por meio da fórmula que segue, se todos os rebites tiverem igual secção *a*:

$$Q = \frac{p - nd}{p} + \frac{C \times a (N_1 + N_2 \times 1,875)}{R_1 \times p \times e}$$

a qual deve ser aplicada às diversas linhas prováveis de rotura.

Nesta fórmula:

*p* é o passo dos rebites nas fiadas exteriores, expresso em milímetros;

*d* é o diâmetro dos furos dos rebites, expresso em milímetros;

*a* é a secção recta do furo dum rebite, em milímetros quadrados;

*n* é o número de rebites, não cortados na fiada considerada, dentro de um comprimento igual a *p*;

*N*<sub>1</sub> é o número de rebites exteriores à fiada considerada, dentro de um comprimento igual a *p*, e sujeitos ao corte simples;

*N*<sub>2</sub> é o número de rebites exteriores à fiada considerada, dentro de um comprimento igual a *p*, mas sujeitos ao corte duplo;

*e* é a espessura da chapa em milímetros;

*R*<sub>1</sub> é a carga de rotura à tracção das chapas, expressa em Kgs/mmq;

*C* é a resistência ao corte transverso dos rebites e que, em geral, se considera igual a 0,85 da carga de rotura *R*<sub>2</sub> à tracção dos varões dos rebites.

§ único. No caso de medidas inglesas: *p*, *d*, *e* são expressas em polegadas e *a* em polegadas quadradas.

Art. 138.º A fórmula do artigo anterior aplicada à fig. 32 dá os seguintes coeficientes de resistência:

Rotura de chapa, em correspondência da primeira fila de rebites:

$$Q_1 = \frac{p - d}{p} \text{ por ser } n = 1$$

*N*<sub>1</sub> = 0  
*N*<sub>2</sub> = 0

Rotura da chapa, na segunda fila de rebites, e dos rebites da primeira fila:

$$Q_2 = \frac{p - d}{p} + \frac{C \times a}{R_1 \times p \times e} \text{ por ser } n = 1$$

*N*<sub>1</sub> = 1  
*N*<sub>2</sub> = 0

Rotura da chapa, na terceira fila de rebites, e dos rebites da primeira e segunda filas:

$$Q_3 = \frac{p - 2d}{p} + \frac{C \times a \times 2}{R_1 \times p \times e} \text{ por ser } n = 2$$

*N*<sub>1</sub> = 2  
*N*<sub>2</sub> = 0

Rotura da chapa, na quarta fila de rebites, e dos rebites das três fiadas anteriores:

$$Q_4 = \frac{p - 4d}{p} + \frac{C \times a (2 + 2 \times 1,875)}{R_1 \times p \times e} \text{ por ser } n = 4$$

*N*<sub>1</sub> = 2  
*N*<sub>2</sub> = 2

Rotura da chapa, na quinta fila de rebites, e dos rebites das quatro fiadas anteriores:

$$Q_5 = \frac{p - 4d}{p} + \frac{C \times a (2 + 6 \times 1,875)}{R_1 \times p \times e} \text{ por ser } n = 4$$

*N*<sub>1</sub> = 2  
*N*<sub>2</sub> = 6

Rotura de todos os rebites das cinco fiadas:

$$Q_6 = \frac{C \times a (2 + 10 \times 1,875)}{R_1 \times p \times e} \text{ por ser } n = 0$$

*N*<sub>1</sub> = 2  
*N*<sub>2</sub> = 10

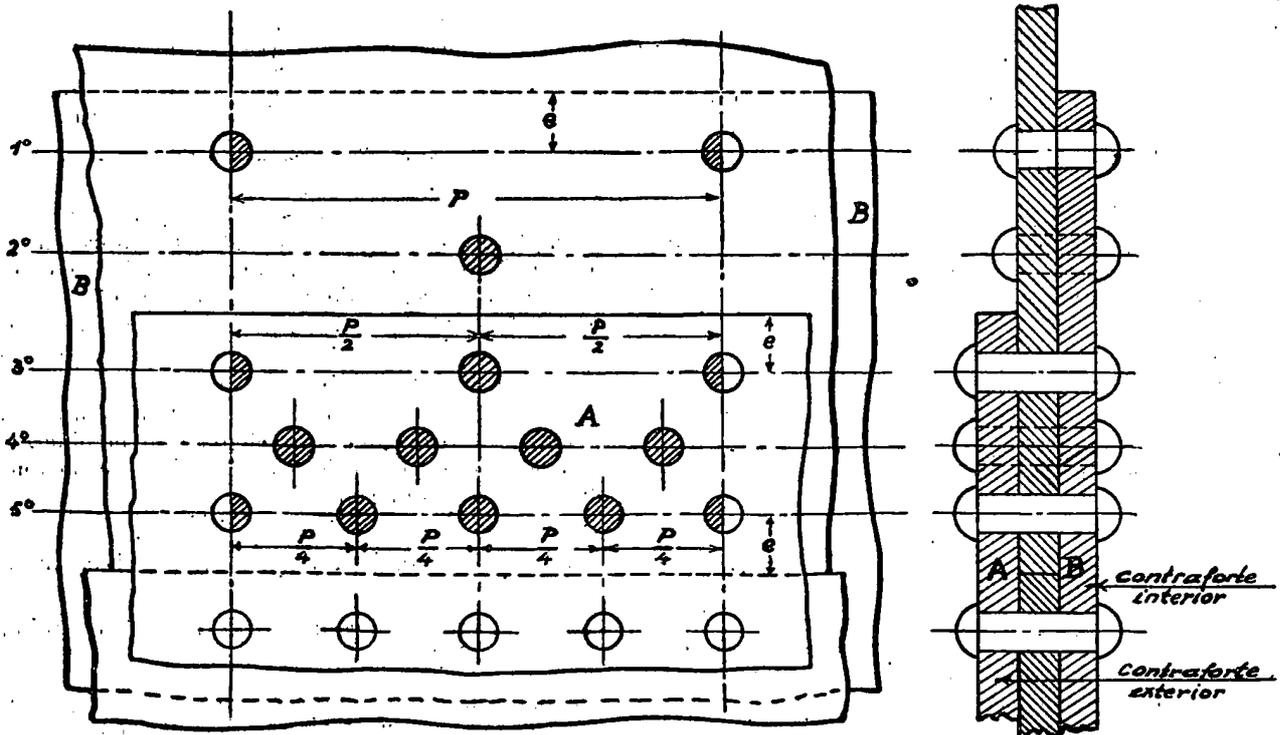


Fig 32

Art. 139.º Sempre que o involucro seja provido de esteios, calcular-se há o coeficiente de resistência, dado pela relação :

$$\frac{\text{Resistência da chapa furada}}{\text{Resistência da chapa intacta}}$$

para se comparar com o coeficiente de resistência das costuras longitudinais. Se esta relação for inferior ao menor dos valores de Q dessas costuras, tomar-se há então essa relação, em vez de Q, na fórmula do artigo 142.º que dá a pressão regime compatível com a espessura das chapas do involucro.

PARTE III

Verificação dos involucros das caldeiras construídas segundo regras anteriores às da conferência de 1920

Art. 140.º Quando os involucros das caldeiras sejam de ferro, a pressão regime não deve ser superior ao valor dado pela fórmula que segue.

Em medidas inglesas :

$$P = \frac{12030 \times T \times Q}{D}$$

(Veja-se nota)

em que

P = pressão regime lbs/1 pol. quadr.

T = espessura em polegadas.

Q = mínimo coeficiente de resistência da costura longitudinal.

D = diâmetro interno em polegadas.

Em medidas métricas :

$$P = \frac{e \times Q}{0,0011875 \times d}$$

(Veja-se nota)

em que

P = pressão regime em kgs/cm. quadr.

e = espessura em milímetros.

Q = mínimo coeficiente de resistência da costura longitudinal.

d = diâmetro interno em milímetros.

Nota. — Seja L o comprimento da caldeira e D o seu diâmetro. Seja P a pressão regime por unidade de superfície. Teremos, pois, a seguinte força devida à pressão do vapor:  $P \times L \times D$ . Por outro lado, chamando T a espessura das chapas do involucro, S a carga de rotura à tracção, por unidade de superfície, e F um coeficiente de segurança, deverá ser :

$$P \times L \times D = 2 \times T \times L \times \frac{S}{F}$$

sendo L, D, T, expressas nas mesmas unidades. P, S, são também expressas nas mesmas unidades. Como, porém, as chapas são ligadas por uma ou mais costuras, a sua resistência resulta menor. Designando-se por Q o valor mínimo das relações da resistência da chapa furada para a chapa intacta, temos :

$$P \times L \times D = 2 \times T \times L \times \frac{S}{F} \times Q$$

e portanto

$$P = \frac{2 \times T \times S \times Q}{F \times D} \dots \dots \dots (1)$$

No caso de se usarem medidas inglesas, faz-se S = 40.000 lbs/1 pol. quadr. se o material é de ferro, e F = 6,65 como coeficiente de segurança no caso de o ferro e de a caldeira não terem tido fiscalização durante a construção. Nestas condições, a fórmula (1) dá :

$$P = \frac{12030 \times T \times Q}{D}$$

Em medidas métricas, a fórmula (1) costuma tomar um outro aspecto derivado do facto de então se usar P expresso em Kgs./cm. quadr.

$$100 \times P = \frac{S \times 100 \times Q \times 2 \times T}{D \times F}$$

$$\text{ou: } \frac{S \times Q \times T}{D \times F \times 0,005}$$

No caso do ferro :

$$S = 28 \text{ kgs./mm. quadr. } F = 6,65 \text{ vindo então } P = \frac{Q \times T}{0,0011875 \times D}$$

Art. 141.º Quando o involucro da caldeira seja substituído por chapas de aço, a pressão regime não deve ir além do valor dado pela fórmula que segue.

Em medidas inglesas :

$$P = \frac{t \times R \times Q}{F \times D \times 0,00714}$$

(Ver nota)

em que

P = pressão em lbs/1 pol. quadr.

t = espessura da chapa, expressa em 32 avos de polegada.

F = um coeficiente de segurança que se faz igual a 5,65 no caso duma caldeira que tenha sido construída sem fiscalização.

R = carga de rotura à tracção em tons/1 pol. quadr.

D = diâmetro interno em polegadas.

Em medidas métricas :

$$P = \frac{T \times R \times Q}{d \times F \times 0,005}$$

(Ver nota)

em que

P = pressão em kgs/cm quadr.

T = espessura da chapa em milímetros.

F = um coeficiente de segurança que se faz igual a 5,65 no caso duma caldeira que tenha sido construída sem fiscalização.

R = carga de rotura à tracção em kgs/mm quadr.

d = diâmetro interno em milímetros.

§ 1.º O valor de R vem, em geral, nos desenhos da caldeira. ou até nas próprias chapas da caldeira.

§ 2.º Quando se não tenham indicações acerca do valor de R, mas haja a certeza de que as chapas são de aço, usar-se há então R = 26 tons/1 pol. quadr., no caso da forma inglesa, ou R = 40 kgs/mm quadr. no caso da fórmula em medidas métricas.

§ 3.º Não havendo a certeza sobre a qualidade do material, usar-se há então a fórmula que consta do artigo anterior para o caso do ferro.

§ 4.º Se o perito tiver motivos especiais para usar um coeficiente de segurança mais baixo do que

6,65 para o ferro

5,65 para o aço

deverá então expor a questão à Direcção da Marinha Mercante, antes de tomar uma decisão definitiva, acerca da pressão regime.

Nota ao artigo 141.º :

A fórmula (1), escrita anteriormente, pode-se também escrever do seguinte modo :

$$P = \frac{2(T \times 32) \frac{S}{2240} \times \frac{1}{F} \times Q}{D \times \frac{32}{2240}} = \frac{(T \times 32) \frac{S}{2240} \times \frac{1}{F} \times Q}{D \times \frac{32}{2240 \times 2}}$$

Designando-se por  $R = \frac{S}{2240}$  = carga de rotura à tracção em tons/1 pol. quadr.

e por  $t = T \times 32$  = espessura em 32 avos de polegada.

Vem :

$$P = \frac{t \times R \times Q}{F \times D \times 0,00714}$$

Vejamos a dedução da fórmula em medidas métricas.

A fórmula (1) pode-se escrever :

$$P = \frac{T \times \frac{S}{100} \times 100 \times Q}{D \times F \times 0,5} = \frac{T \times \frac{S}{100} \times Q}{D \times F \times 0,005}$$

e chamando  $R = \frac{S}{100}$  = carga de rotura à tracção por milímetro quadrado, vem

$$P = \frac{T \times R \times Q}{D \times F \times 0,005}$$

PARTE IV

Verificação dos involucros das caldeiras construídas segundo os preceitos contidos nas resoluções da Conference on the Unification of rules for the construction of Marine Boilers and steam pipes (1920)

Art. 142.º A fórmula que dá a pressão regime, correspondente aos involucros cilíndricos das caldeiras, é a seguinte.

Em medidas inglesas:

(a) A espessura da chapa não excede 1 polegada e  $\frac{3}{4}$ .

$$P = \frac{(t-2) \times R \times Q}{C \times D}$$

(Leia-se nota n.º 2)

(b) A espessura da chapa excede 1 polegada e  $\frac{3}{4}$ ; a costura é feita com duplo contraforte.

$$P = \frac{t \times R \times Q}{0,0285 \times D}$$

(Veja-se nota n.º 1)

em que  
P = pressão regime, em lbs/pol.

t = espessura expressa em 32 avos de polegada.

R = carga de rotura à tracção do aço em tons/pol.

Q = valor mínimo das diversas relações entre as resistências a considerar nas costuras longitudinais e a resistência da chapa intacta.

C é um coeficiente que se faz igual a:

0,0275 quando as costuras longitudinais são feitas com contrafortes duplos.

Em medidas métricas:

(a) A espessura da chapa não excede 45 milímetros.

$$P = \frac{(T-1,6) \times S \times Q}{C \times D}$$

(b) A espessura da chapa excede 45 milímetros e a costura é feita com contraforte duplo.

$$P = \frac{T \times S \times Q}{0,02 \times D}$$

(Veja-se nota n.º 3)

em que

P = pressão regime em kgs/cm quadr.

T = espessura em milímetros.

R = carga de rotura em kgs/mm quadr.

Q = mínimo valor das diversas relações entre as resistências, a considerar nas linhas prováveis de rotura, e a resistência da chapa intacta.

C é um coeficiente que se faz igual a:

0,0192 quando as costuras longitudinais sejam feitas com contrafortes duplos.

Nota n.º 1 — Em nota anterior, já se obteve a fórmula:

$$P = \frac{t \times R \times Q}{D \times F \times 0,00714} \dots \dots \dots (\Delta)$$

Supondo-se agora que o coeficiente de segurança é igual a quatro, tem-se:

$$P = \frac{t \times R \times Q}{0,0285 \times D}$$

Nota n.º 2. — Na fórmula ( $\Delta$ ), no caso de chapas de espessura menor do que 45 milímetros, faz-se entrar o conceito de que as fibras contidas na espessura  $\frac{1}{16}$  pol. não contribuem (sobretudo passado algum tempo de serviço) para a resistência da chapa. Por isso se considera  $T^{-1/16}$  em vez de T. E como  $T^{-1/16}$  é igual a  $T^{-2/32}$  e  $32 T^{-2}$  é igual a t-2, resulta que a fórmula ( $\Delta$ ) se torna:

$$P = \frac{(t-2) \times R \times Q}{C \times D}$$

designando-se por C o valor  $F \times 0,00714$ .

Nota n.º 3. — A fórmula  $P = \frac{T \times R \times Q}{D \times F \times 0,005}$  dá, para F igual a 4,  $P = \frac{T \times R \times Q}{0,02 \times D}$

0,0283 quando as costuras longitudinais são sobrepostas e feitas com cravação triplíce.

0,0290 quando as costuras longitudinais são sobrepostas e feitas com cravação dupla.

0,0330 quando as costuras longitudinais são sobrepostas e feitas com cravação simples.

D = diâmetro interno da virola exterior da caldeira, medido em polegadas.

0,0198 quando as costuras longitudinais sejam sobrepostas e feitas com cravação triplíce.

0,0203 quando as costuras longitudinais sejam sobrepostas e feitas com cravação dupla.

0,0231 quando as costuras longitudinais sejam sobrepostas e feitas com cravação simples.

D = diâmetro interno da virola exterior da caldeira, medido em milímetros.

§ único. O factor de segurança não deve ser, em qualquer caso, inferior a 4.

Exemplo. — Numa caldeira construída modernamente: Diâmetro: 16'.

Espessura do involucro: 1 polegada e meia.

Carga de rotura à tracção das chapas do involucro: 28 tons/pol. quadr.

Carga correspondente ao corte transversal dos rebites: 23 tons/pol. quadr.

Costura longitudinal feita com contraforte duplo e cravação triplíce.

Rebites: 1 polegada e meia.

Passo exterior: 10 polegadas e meia.

Passo na segunda e terceira filas de rebites: metade do anterior.

Achar a pressão regime.

(A) Cálculo de Q:

1. Rotura da chapa na primeira fiada de rebites:

$$Q_1 = \frac{p-d}{p} = \frac{10,5-1,5}{10,5} = 0,8571$$

2. Rotura da chapa na segunda fiada e corte dos rebites da primeira fiada:

$$Q_2 = \frac{p-2d}{p} + \frac{C \times a \times N_2 \times 1,875}{R_1 \times p \times e}$$

em que  $N_2 = 1$   $a = (\pi/4) 1,5^2$   $C = 23$   $R = 28$   $e = 1,5$

Portanto  $Q_2 = 0,8872$

3. Rotura da chapa da terceira fiada e corte dos rebites das duas primeiras fiadas.

$$Q_3 = \frac{p-2d}{p} + \frac{C \times a \times 3 \times 1,875}{R_1 \times p \times e}$$

Como  $N_2 = 3$  resulta  $Q_3 > Q_2$

4. Rotura de todos os rebites:

$$Q_4 = \frac{C \times a \times 5 \times 1,875}{R_1 \times p \times e} = 0,8644$$

Conclui-se, portanto, que  $Q = 0,8571$  por ser o menor dos valores  $Q_1$   $Q_2$   $Q_3$   $Q_4$ .

(B) Cálculo da pressão regime:

A fórmula a usar é:  $P = \frac{(t-2) R \times Q}{C \times D}$

em que  $Q = 0,8571$   $t = 48$   $R = 28$   $C = 0,0275$   $D = 192$  polegadas.

vindo portanto :

$$P = 209 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

Art. 143.º A espessura dos contrafortes é determinada por considerações de resistência, feitas do seguinte modo:

A rotura só da chapa dar-se há segundo a fiada de rebites mais distante da bainha (a que efectivamente corresponde à zona mais enfraquecida por já terem passado todas as fiadas de rebites); a ela corresponde o valor  $Q_1$  referido no artigo 138.º

$$Q_1 = \frac{p-d}{p}$$

A rotura de um contraforte, ou seja apenas a rotura da chapa de que esse é constituído, dar-se há, conforme aquele mesmo critério, segundo a fila de rebites mais distante da respectiva bainha e onde o passo é já  $p_1$  diferente de  $p$  e, em geral, menor. Então o valor do coeficiente de resistência da chapa do contraforte, relativamente à resistência das chapas (ligadas a tópo) é dado por

$$Q_1' = \frac{(p_1 - d) e' \times R'}{p_1 \times e \times R_1}$$

Pósto isto dever-se há considerar, como mínimo, o valor

$$Q' = 5/8 Q_1$$

E se se designar  $\frac{p}{p_1}$  por  $K$  e se se supõe que a carga de rotura à tracção ( $R'$ ) do contraforte é igual à carga ( $R_1$ ) de rotura à tracção das chapas a ligar, vem:

$$e' = \frac{5 \times (p - d)}{8 \times (p - kd)}$$

É esta a espessura que se deve tomar para o contraforte exterior. Para o contraforte interior deve-se tomar:

Em medidas inglesas:  $e'' = e' + 1/8$   
Em medidas métricas:  $e'' = e' + 3$  milímetros

## CAPÍTULO VI

### Fornalhas (veja-se nota)

#### PARTE I

##### Fórmulas antigas

Art. 144.º A pressão regime nas fornalhas lisas com costuras longitudinais caldeadas, ou feitas por meio de contraforte simples e dupla cravação, ou ainda por meio

*Nota.* — Nas fornalhas lisas e, em geral, nos corpos cilíndricos, comprimidos exteriormente, há a considerar a possibilidade de produção do seu abatimento antes que seja atingido o limite de elasticidade da compressão própria dita. Considerações de ordem teórica levaram o Prof. Unwin (*Elements of machine design*) a assimilar a zona abatida, entre os pontos de inflexão  $i, i$  (Figs. 33, 34 e 35), a uma viga carregada de tópo; com esta imagem, pode-se chegar a estabelecer a condição de um tubo, comprimido exteriormente, resistir ao mesmo tempo ao abatimento e à compressão, condição essa que aparece dependente da relação entre a espessura do tubo e o seu diâmetro. Veja-se: *Calcul des Organes des Machines* (Boulvin) e *Marine Boiler Management and Construction* (Stromeyer).

Prosseguindo-se na análise teórica e, mais propriamente, na discussão dessa condição da resistência simultânea do tubo à compressão e ao abatimento, constata-se que, para valores relativamente grandes da relação entre a espessura e o diâmetro, como são os que se encontram nos tubos das caldeiras cilíndricas, feitos com grandes espessuras, se não tem tanto a recear o abatimento, pre-

de contraforte duplo e simples cravação, é dada pelas fórmulas que seguem:

Fórmulas em medidas inglesas:

A pressão regime é dada pelo menor dos valores obtidos com as seguintes fórmulas.

$$P = \frac{K \times t^2}{(L + 1) \times D} \dots (1)$$

$$(*) P = \frac{9900 \times t}{D} \dots (2)$$

em que

$P$  = pressão regime em lbs/1 pol. quadr.

$t$  = espessura em polegadas.

$L$  = comprimento, em polegadas, correspondente a uma quarte-lada, ou ao intervalo

Fórmulas em medidas métricas:

A pressão regime é dada pelo menor dos valores obtidos com as seguintes fórmulas:

$$P = \frac{K t^2}{(L + 304,8) \times D} \dots (1')$$

$$P = \frac{t}{D} \times 696 \dots (2')$$

em que

$P$  = pressão regime em kgs/cm quadr.

$t$  = espessura em milímetros.

$L$  = comprimento, em milímetros, correspondente a uma quarte-lada se a fornalha é

valecendo portando a compressão, ao passo que nas fornalhas lisas, entre duas secções forçadamente circulares (extremos das fornalhas, ou aros intermédios de reforço), em que a relação da espessura ao diâmetro é de deminuto valor, prevalece a possibilidade de abatimento.

Nas fornalhas onduladas obtém-se, por meio de nervuras, um aumento considerável do momento de inércia e daí uma resistência grande ao abatimento.

Apesar dos processos de construção e das espessuras usadas nas fornalhas, só se pode ter uma garantia de não abatimento quando o trabalho da caldeira tenha lugar em condições normais; desde que falte o contacto directo da água com a chapa da fornalha, cessam essas condições normais, e não há fornalha que possa resistir ao abatimento. É costume, a este respeito, indicarem-se as seguintes causas, mais vulgares, para a explicação do abatimento das fornalhas:

óleo depositado na chapa da fornalha;  
cascão formado na chapa da fornalha;  
saís depositados sobre a fornalha;  
excesso de pressão na tiragem forçada;

além, é claro, do caso limite da falta de água sobre a fornalha, caso de resto muito raro.

Se a chapa está corroída e deminuída na sua espessura não é de estranhar a sua deformação.

As fórmulas obtidas por deducções de ordem teórica não são applicadas na prática corrente; todavia, as considerações anteriores devem facilitar um pouco a compreensão da técnica geral das fórmulas empíricas cujos coeficientes resultam de experiências feitas, repetidas vezes, acerca desta interessante questão.

Assim, as fórmulas para fornalhas lisas são duas, uma que atende ao abatimento, outra que atende, por assim dizer, à compressão propriamente dita; para as fornalhas onduladas tem-se apenas uma fórmula para atender à compressão e que, à parte os valores de um coeficiente, só difere da que lhe corresponde nas fornalhas lisas, pela consideração, aliás aceitável, de que, no caso das nervuras sucessivas, o comprimento entre dois pontos de apoio eficazes é nulo.

Também se compreende, pelo que atrás ficou dito, porque nas fórmulas para o cálculo dos tubos das caldeiras (em que os tubos têm a pressão exterior) aparece apenas a defesa contra a compressão, não se notando qualquer elemento que indique preocupação com o abatimento.

Estão as simexpostos os motivos por que as fórmulas das fornalhas onduladas e as dos tubos das caldeiras (percorridos pelos produtos da combustão) aparecem com o aspecto das fórmulas dos tubos cilíndricos comprimidos internamente.

(\*) Esta fórmula limita o esforço de compressão do material a 4950 lbs/1 pol. quadr. O coeficiente 9900 deve ser substituído por 9000 no caso do ferro: então a fórmula exprime que a compressão não deve ir além de 4500 lbs/1 pol. quadr.

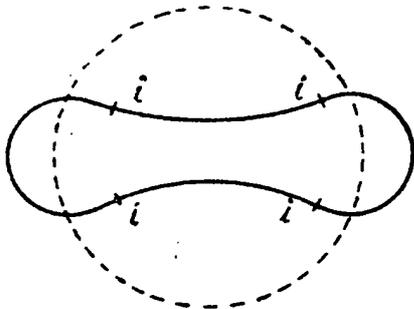


Fig. 3

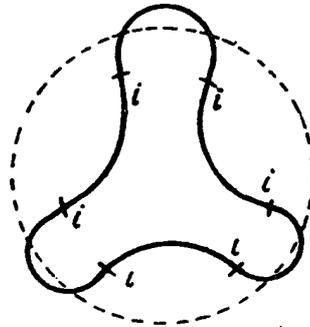


Fig. 4

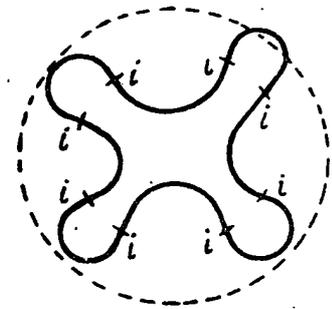


Fig. 5

entre dois aros de reforço sucessivos se a fornalha é assim reforçada.

feita por partes, ou correspondente ao intervalo entre dois aros sucessivos se a fornalha é assim reforçada.

§ 1.º As constantes, nas fórmulas relativas à compressão simples, fórmulas (2) e (2'), serão 1/10 das que se tenham somado nas fórmulas correspondentes ao abatimento (compressão com flexão), fórmulas (1) e (1').

§ 2.º As constantes, acima mencionadas, serão diminuídas de 10 por cento no caso das câmaras de fogo verticais em caldeirinhas auxiliares ou em caldeiras análogas.

§ 3.º Os valores das constantes, acima indicados, presuppõem uma mão de obra satisfatória; se, porém, os peritos constatarem que o trabalho não foi bem executado deverão então entrar nas fórmulas com valores menores. Como exemplos de boa mão-de obra, julgada indispensável na manufactura das fornalhas, citam-se os seguintes: furos bem mandrilados, sem rebarbas, feitos depois das chapas terem a curva definitiva e ligeiramente contraponçados pelo lado de fora da fornalha.

E claro que estas considerações se aplicam sobretudo à reparação de fornalhas antigas.

*Exemplo 1.*—O comprimento duma fornalha lisa é igual a 1574 milímetros, as suas chapas têm 11 milímetros de espessura, o seu diâmetro é igual 1016 milímetros, as costuras longitudinais têm um contraforte simples e dupla cravação.

Pergunta-se: ¿ qual é a pressão regime admissível?

As fórmulas a empregar são (1') e (2'). Substituindo valores, têm-se os seguintes resultados:

$$P = \frac{83528 \times 11^2}{(1574 + 305) \cdot 1016} = 5,3 \text{ kgs/cm quadr.}$$

$$P = \frac{696 \times 11}{1016} = 7,5 \text{ kgs/cm. quadr.}$$

A pressão a considerar deve pois ser de 5 kgs/cm q.

*Exemplo 2.*—O comprimento duma fornalha lisa é igual a 5' 2 pol., as chapas têm  $\frac{7}{16}$  de espessura, o diâmetro é igual a 40 pol., as costuras longitudinais têm um contraforte simples e dupla cravação.

Pergunta-se: ¿ qual a pressão regime admissível?

$$\frac{99000 \times (7/16)^2}{(5,16 + 1) \times 40} = 76,8 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

$$\frac{9900 \times 7/16}{40} = 108 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

A pressão a considerar deve, pois, ser de 76,8 lbs/1 pol. quadr.

*Exemplo 3.*—A primeira das fórmulas [(1) ou (1')] mostra que, onde sejam encontradas corrosões, deve a pressão ser reduzida na proporção do quadrado das espessuras. Assim, suponhamos que uma fornalha lisa de

D=diâmetro em polegadas.

D=diâmetro em milímetros.

K tem os seguintes valores:

K tem os seguintes valores:

K=99000 (90000 no caso do ferro) quando as costuras são caldeadas.

K=83528 (75934 no caso do ferro) quando as costuras são caldeadas.

K=99000 (90000 no caso do ferro) quando as costuras têm cravação dupla e um só contraforte.

K=83528 (75934 no caso do ferro) quando as costuras têm cravação dupla e um só contraforte.

K=88000 (80000 no caso do ferro) quando as costuras têm cravação simples e um só contraforte.

K=74247 (67497 no caso do ferro) quando as costuras têm cravação simples e um só contraforte.

K=99000 (90000 no caso do ferro) quando as costuras são feitas com cravação simples e contraforte duplo.

K=83528 (75934 no caso do ferro) quando as costuras são feitas com cravação simples e contraforte duplo.

K=88000 (80000 no caso do ferro) quando as chapas são chanfradas e as costuras feitas com cravação dupla.

K=74247 (67497 no caso do ferro) quando as chapas são chanfradas e as costuras feitas com cravação dupla.

K=82500 (75000 no caso do ferro) quando as costuras são feitas com dupla cravação e as chapas não chanfradas.

K=64606 (63279 no caso do ferro) quando as costuras são feitas com cravação dupla e as chapas não chanfradas.

K=77000 (70000 no caso do ferro) quando as chapas são chanfradas e as costuras feitas com cravação dupla.

K=64966 (59060 no caso do ferro) quando as chapas são chanfradas e as costuras feitas com cravação dupla.

K=71500 (65000 no caso do ferro) quando as chapas não são chanfradas e as costuras feitas com cravação simples.

K=60326 (54841 no caso do ferro) quando as chapas não são chanfradas e as costuras feitas com cravação simples.

Fornalhas com costuras longitudinais feitas a tópo

Fornalhas com costuras longitudinais feitas a tópo

Fornalhas com costuras longitudinais sobrepostas

Fornalhas com costuras longitudinais sobrepostas

40 pol. de diâmetro está corroída de  $\frac{3}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  pol. e vejamos para quanto devemos reduzir a pressão inicial de 150 lbs.

$$\frac{150}{[\frac{3}{4}]^2} = \frac{x}{[\frac{1}{2}]^2}$$

$$x = 66,6 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

Para se evitar uma tam grande redução de pressão, podem-se mandar colocar aros de reforço constituídos, por exemplo, por meio de um ferro T, ou por meio de duas cantoneiras. (Vejam-se fig. 36 e 38).

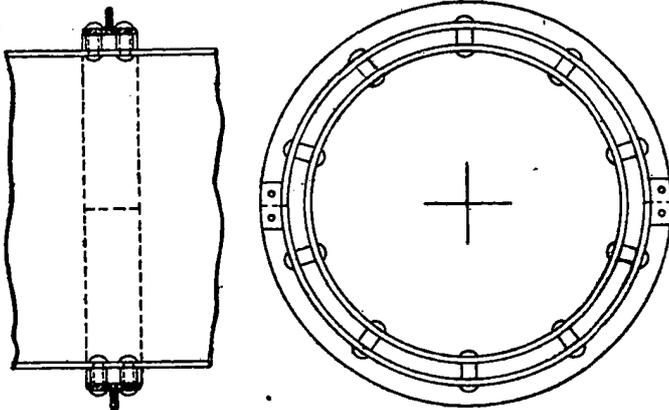


Fig. 36

O intervalo entre dois áros de reforço sucessivos é dado pela fórmula:

$$\frac{99000 \times t^2}{[L' \times 1] \times 40} = 150$$

que para  $t = \frac{1}{2}$  dá

$$L' = 3,38 \text{ pés}$$

para intervalo entre os aros de reforço.

No entanto, para se poder usar a pressão de 150 lbs, é indispensável fazer-se a verificação por meio da fórmula (2):

$$\frac{9900 \times [1/2]}{40}$$

que é igual a 124 lbs.

Portanto, os anéis de reforço, espaçados de 3,38 pés, permitem o trabalho da caldeira a 124 lbs.

Art. 145.º As fornalhas do tipo *Adamson* são formadas por quarteladas, cada uma constituída por uma chapa com costura longitudinal caldeada e com as abas reviradas à máquina; as quarteladas sucessivas devem ser ligadas entre si com a interposição de aros de chapa para ser possível o encaixe em boas condições. Quando se tenham fornalhas nestas condições deve-se fazer a verificação da pressão regime por meio da fórmula que segue:

Em medidas inglesas:

$$\frac{9900 \times T}{3 \times D} \left( 5 - \frac{l + 12}{60 \times T} \right) =$$

$$= \text{lbs/1 pol. quadr.}$$

em que

$T$  = espessura em polegadas.

$l$  = comprimento de cada quartelada, em pole-

Em medidas métricas:

$$232 \times \frac{T}{D} \left( 5 - \frac{l + 304,8}{60 \times T} \right) =$$

$$= \text{kgs/cm quadr.}$$

em que

$T$  = espessura em milímetros

$l$  = comprimento de cada quartelada, em milí-

metros, medido por fora das abas de cada chapa.

$D$  = diâmetro exterior da fornalha, expresso em polegadas.

metros, medido por fora das abas de cada chapa.

$D$  = diâmetro exterior da fornalha, expresso em milímetros.

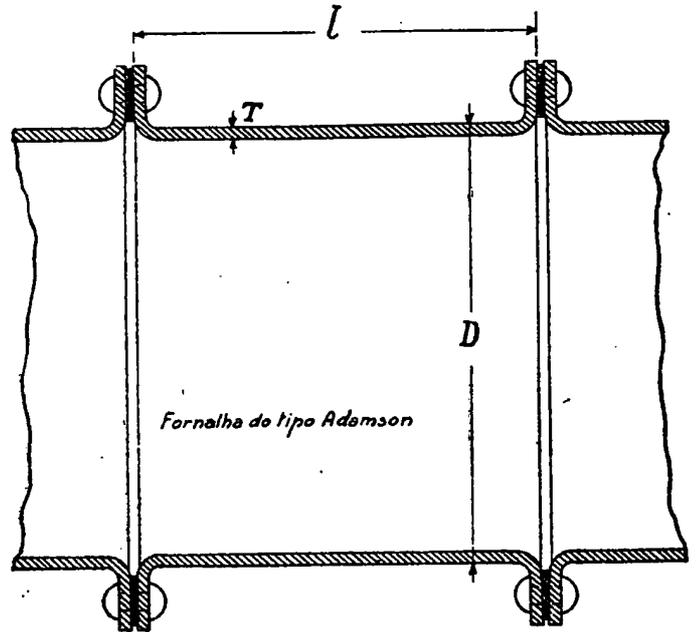


Fig. 37

*Fornalhas do tipo Adamson.* — O raio do círculo, nas concordâncias das abas para as chapas, deve ser igual a cerca de (1  $\frac{1}{2}$  pol.) [38 milímetros]; a altura das abas a três vezes o diâmetro dos rebites mais (1  $\frac{1}{2}$  pol.) [38 milímetros]; a espessura das abas deve-se aproximar o mais possível da espessura das chapas. A distância da aresta exterior dos furos dos rebites á extremidade da aba não deve ser menor do que o diâmetro dos rebites; e o diâmetro dos rebites deve ser ( $\frac{3}{8}$  pol.) [9,mm5] maior do que a espessura da chapa.

A altura, ou diferença dos raios, do aro, que é colocado entre duas quarteladas sucessivas, não deve ser inferior a três vezes o diâmetro dos rebites; a aresta do aro, do lado do fogo, deve ficar á altura do *terminus* da curvatura das abas e a sua espessura não deve ser menor do que metade da espessura da chapa. É recomendável que estes aros sejam torneados.

Os furos nas abas e nos aros serão abertos no seu lugar, sempre que isso seja possível; mas se tal trabalho se não puder realizar, dever-se hão abrir os furos na oficina com um diâmetro menor, mandrilá-los depois, no seu lugar, até ao diâmetro definitivo. Os furos serão ligeiramente contraponçados e as cabeças dos rebites de dimensões moderadas. Depois de caldeadas as chapas e depois das terem sido reviradas, devem essas chapas ser convenientemente recozidas num só calor.

Quando as abas das chapas, da parte posterior das fornalhas, não sejam contínuas e a sua parte inferior seja então suportada por cantoneiras T cravadas para essas chapas, deve-se substituir a constante 9900, na fórmula em medidas inglesas, por 8910, e a constante 262, na fórmula em medidas métricas, por 209.

Essa mesma fórmula pode também ser usada para a determinação da pressão admissível no fundo das câmaras de fogo às quais estejam ligadas fornalhas com aba contínua; neste caso,  $b$  pode ser considerado igual á distância entre a chapa tubular e a chapa posterior da câmara de fogo, e não são necessárias alterações às constantes, salvo se a espessura não é mantida nas fiadas

de esteios mais baixos, porque então bastará substituir-se nas duas fórmulas, em medidas inglesas e em medidas métricas, 60 por 40.

*Exemplo 1.* — Seja uma fornalha do tipo *Adamson*: Espessura, 13 milímetros; comprimento de cada quartelada, 0<sup>m</sup>,66; diâmetro exterior da fornalha, 0<sup>m</sup>,89. Temos:

$$232 \times \frac{13}{890} \left[ 5 - \frac{660 + 305}{60 \times 13} \right] = 12,75 \text{ kgs/cm quadr.}$$

*Exemplo 2.* — Qual a pressão regime a que deve trabalhar uma caldeira cuja fornalha, do tipo *Adamson*, tem a espessura reduzida a 1/2 pol.?

O comprimento de cada quartelada, medido por fora das abas, é de 2' 2 pol.; o diâmetro exterior da fornalha é de 2' 11 pol.

Temos:

$$\frac{9900 \times 0,5}{3 \times 35} \left[ 5 - \frac{26 + 12}{60 \times 0,5} \right] = P$$

e portanto:

$$P = 176 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

Art. 146.º A fórmula que dá a pressão regime, no caso das fornalhas onduladas, é a seguinte.

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{C \times T}{D}$$

em que

*T* = espessura em polegadas.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{C \times T}{D}$$

em que

*T* = espessura em milímetros.

*D* = diâmetro exterior, em polegadas, medido na base da ondulação.

*C* = 14000, salvo se a fornalha é do tipo *Suspension bulb furnace*, fabricado pela firma *The Leeds Forge Company* (fig. 46), em que então se pode atribuir a *C* o valor 15000.

*D* = diâmetro exterior, em milímetros, medido na base da ondulação.

*C* = 984, salvo se a fornalha é do tipo *Suspension bulb furnace*, fabricado pela firma *The Leeds Forge Company*, em que então o valor de *C* pode ser elevado a 1055.

*Exemplo 1.* Qual a pressão regime admissível no caso de uma fornalha do tipo *Deighton* ter a sua espessura reduzida a 5/8?

O diâmetro exterior, na base de uma nervura, é de 4 pés.

$$P = \frac{14000 \times 5}{48 \times 8} = 180 \text{ lbs/1 pol. quadr. (aproximadamente)}$$

*Exemplo 2.* Qual a pressão regime admissível, no caso de uma fornalha *Fox* ter a sua espessura reduzida a 10 centímetros, sendo o seu diâmetro 1<sup>m</sup>,219?

$$P = \frac{984 \times 10}{1219} = 8 \text{ kgs/cm quadr.}$$

*Observação.* — O abaixamento de pressão, nas fornalhas onduladas corroídas localmente, pode ser evitado pela aplicação de reforços constituídos por aros feitos de cantoneiras *L* (fig. 38), ou mesmo por um ferro de meia cana, de igual momento de inércia, mantido à distância de 76 milímetros da fornalha (em geral, 5 a 8 centímetros), por meio de mangas metidas nos pernos que, nesse caso, podem com vantagem ser cravados dos dois lados (fig. 39).

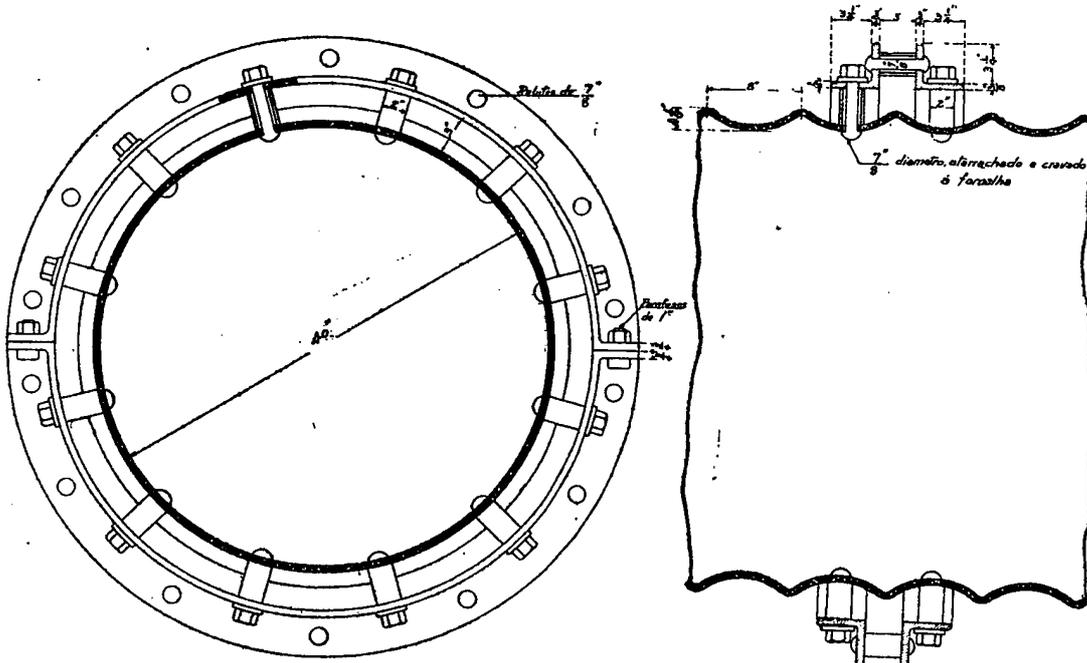


Fig. 38

No caso da fig. 38, relativa a uma fornalha de 40 polegadas de diâmetro, vê-se que o aro de cantoneiras poderia ser assim construído e ligado:

Fazerem-se primeiramente quatro meios aros de cantoneira de 4 x 3 5/8 x 3/4. Ligarem-se, dois a dois, de modo a se obterem dois aros parciais de forma circular; na ligação de dois meios aros, poder-se-iam empregar pernos de 1 polegada.

Ligarem-se os dois aros parciais por meio de rebites de 7/8 providos de mangas, formadas de bocados de tubo do comprimento de 3 polegadas, para assim ficar asse-

gurado o intervalo de 3 polegadas entre os 2 aros parciais.

O aro completo, assim construído, deve depois ser ligado para a fornalha por meio de pernos de 7/8, atarrachados à fornalha, providos de mangas formadas de bocados de tubo, para se obter um intervalo de 3 polegadas entre o aro e a fornalha. Os pernos atravessam cada um dos aros parciais, devem depois ser cravados pelo lado de dentro da fornalha, ser providos de anilhas e porcas pelo lado de fora e espaçados cerca de 12 polegadas (em geral 10 a 13 polegadas).

Os intervalos de 3 polegadas entre as 2 cantoneiras e entre estas e a fornalha servem para se ter a garantia duma livre circulação da água dentro da caldeira.

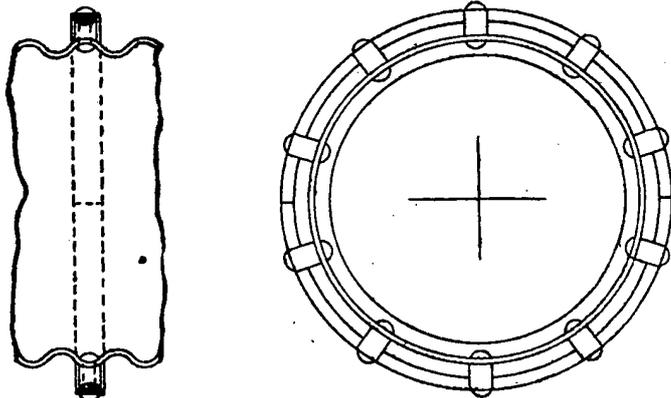


Fig. 39

PARTE II

Fórmulas modernas para a construção das fornhalhas e para a verificação da respectiva pressão regime

Art. 147.º A pressão regime admissível em fornhalhas lisas ou em fornhalhas reforçadas por juntas Adamson, ou de outros tipos equivalentes (fig. 37 e 40), e a pressão regime admissível em fundos cilíndricos das câmaras de fogo, deve corresponder ao mínimo dos dois valores dados pelas seguintes fórmulas:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{C \times (t - 1)^2}{(L + 24) \times D} \dots (1)$$

$$P = \frac{C_1}{D} [10(t - 1) - L] (2)$$

em que

$D$  = diâmetro exterior da fornalha ou do fundo da câmara de combustão, expresso em polegadas.

$t$  = é a espessura da chapa da fornalha expressa em 32 avos de polegada.

$L$  = é o comprimento da fornalha ou da câmara de combustão, ou o comprimento entre dois pontos de apoio ou de reforço suficiente, expresso em polegadas e medido desde os centros de fiadas de rebites ou do começo da curvatura da aba, conforme o que for aplicável.

$C$  = 1450 no caso de costuras longitudinais caldeadas e a 1300 quando essas costuras sejam cravadas.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{K (e - 0,8)^2}{(C + 610) D} \dots (1')$$

$$P = \frac{K^1}{D} [320 (e - 0,8) - C] \dots (2')$$

em que

$D$  = diâmetro exterior da fornalha ou do fundo da câmara de combustão, expresso em milímetros.

$e$  = é a espessura da chapa da fornalha, expressa em milímetros.

$C$  = é o comprimento da fornalha expresso em milímetros, ou o comprimento da câmara de combustão (fundo), ou melhor o comprimento entre dois pontos de apoio ou de reforço suficiente (aros de reforço, por exemplo), medido desde o centro das fiadas de rebites transversais, ou do começo da curvatura da aba, conforme os casos.

$K$  = é um coeficiente igual a 10440, no caso de costuras longitudinais caldeadas e a 93600 quando essas costuras sejam cravadas.

$C_1$  = 50 no caso de costuras longitudinais caldeadas e a 45 quando essas costuras sejam cravadas.

$P$  = é a pressão regime expressa em lbs/1 pol. quadr.

$H'$  = é igual a 3,5 no caso de costuras longitudinais caldeadas e igual a 3,16 no caso de costuras cravadas.

$P$  = é a pressão regime expressa em kgs/cm quadr.

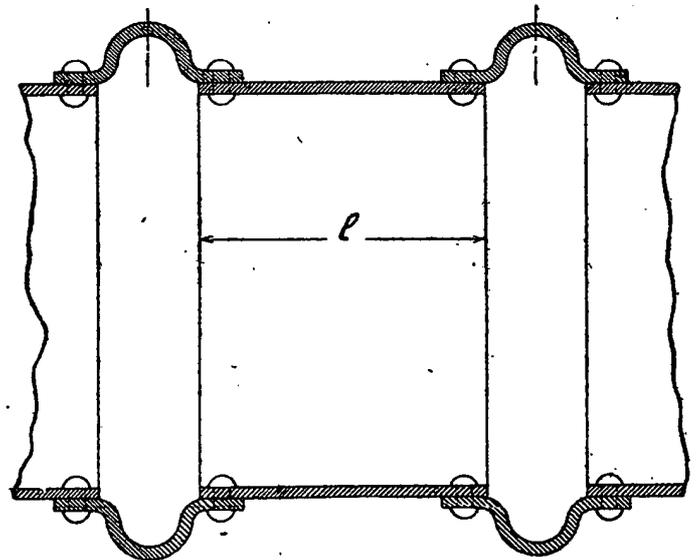


Fig. 40

Nota. — Os anéis (Bowling hoops) servem para reforçar a fornalha e permitem, ao mesmo tempo, a sua dilatação: são chamados aros compensadores.

Exemplo 1. — Qual é a pressão regime admissível numa fornalha lisa de costura longitudinal caldeada, tendo um comprimento de 6 pés e meio, um diâmetro igual a 3' 3 pol. e uma espessura de 5/8?

A fórmula (1) dá:

$$P = \frac{1450 (20 - 1)^2}{(78 + 24) 39} = 131,58 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

A fórmula (2) dá:

$$P = \frac{50}{39} [10 (20 - 1) - 78] = 143,5 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

A pressão regime deve pois ser a menor e portanto igual a 131,58 lbs/1 pol. quadr.

Exemplo 2. — Qual é a pressão regime admissível numa fornalha lisa de costura longitudinal caldeada, tendo um comprimento de 1,981, em diâmetro exterior igual a 990 milímetros e uma espessura de 16 milímetros?

A fórmula (1') dá:

$$P = \frac{104400 \times (16 - 0,8)^2}{(1981 + 610) \times 990} = 9,4 \text{ kgs/cm quadr.}$$

A fórmula (2') dá:

$$P = \frac{3,5}{990} [320 (16 - 0,8) - 1:981] = 10,2 \text{ kgs/cm. quadr.}$$

Art. 148.º Nenhuma fornalha, lisa ou ondulada, deverá ser feita com chapa de espessura superior a 21 milímetros <sup>13</sup>/<sub>16</sub>.

Art. 149.º As fornhalhas onduladas, a encomendar do estrangeiro, podem obedecer às normas gerais prescritas na *British Standard Specification For Corrugated Furnaces* n.º 3:023-1926, ou noutras julgadas equivalentes pela Direcção da Marinha Mercante.

Art. 150.º O aço para as fornhalhas onduladas deve ser Martin-Siemens (ácido ou básico). A sua carga de rotura

à tracção não deve ser menor do que 41 kgs/mm quadr. (26 tons/1 pol.), nem superior a 47 kgs/mm quadr. (30 tons/1 pol.) com um alongamento mínimo de 23 por cento medido numa barreta do tipo A (fig. 4, artigo 84.º) (comprimento 200 milímetros ou 8 pol.).

As restantes condições para estes aços estão incluídas nas condições gerais mencionadas na parte I do capítulo iv.

Art. 151.º A pressão regime admissível em fornalhas onduladas deve ser determinada pela seguinte fórmula:

Em medidas inglesas :

$$P = \frac{C(t-1)}{D} \dots (1)$$

em que

D=ao diâmetro exterior, expresso em polegadas, medido na base da ondulação, ou na parte cilíndrica (recta) entre duas nervuras sucessivas.

Em medidas métricas :

$$P = \frac{K(e-0,8)}{D}$$

em que

D=ao diâmetro exterior, expresso em milímetros, medido na base da ondulação, ou na parte cilíndrica (recta) entre duas nervuras sucessivas.

t = a espessura da chapa da fornalha, expressa em 32 avos de polegada, medida na base da parte ondulada, ou cilíndrica (recta) [caso da fornalha *Purves*, por exemplo], entre duas nervuras sucessivas.

C=a 480 no caso das fornalhas *Fox*, *Morison*, *Deighton*, *Purves* e outras análogas; e igual a 510 no caso das fornalhas do tipo *Leeds forge bulb suspension*.

P=pressão regime em lbs/1 pol. quadr.

e = a espessura da chapa da fornalha, expressa em milímetros, medida na base da ondulação, ou da parte cilíndrica (recta) [no caso da fornalha *Purves*, por exemplo], entre duas nervuras sucessivas.

K=a 1080 nas fornalhas do tipo *Fox*, *Morison*, *Deighton*, *Purves* e outras análogas; e igual a 1150 nas fornalhas do tipo *Leeds forge bulb suspension*.

P=pressão regime em kgs/cm quadr.

§. 1.º As figuras n.ºs 41 a 46 dão idea das características de algumas fornalhas onduladas mais em uso corrente.

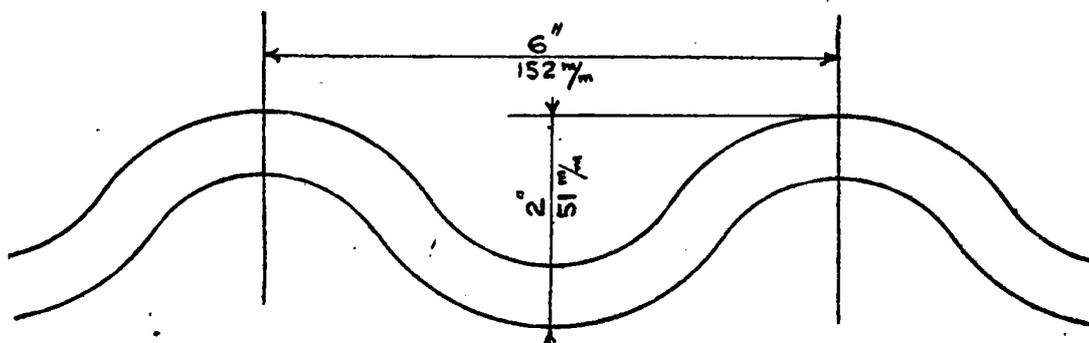


Fig. 41 — Fox

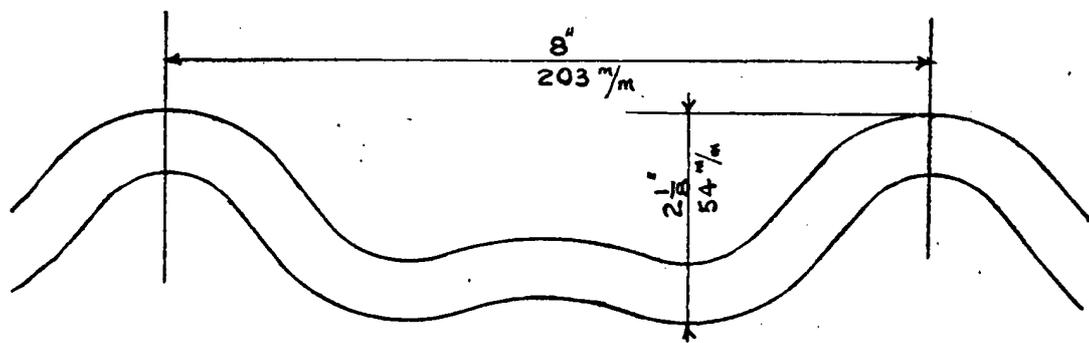


Fig. 42 — Morison

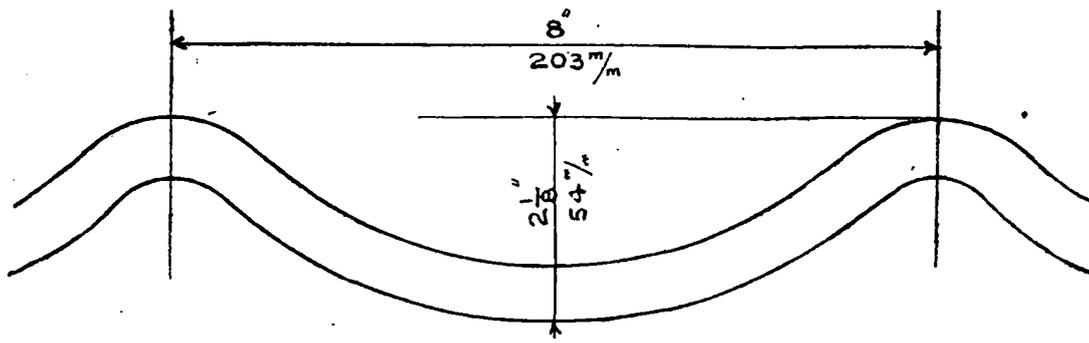


Fig. 43 — Deighton

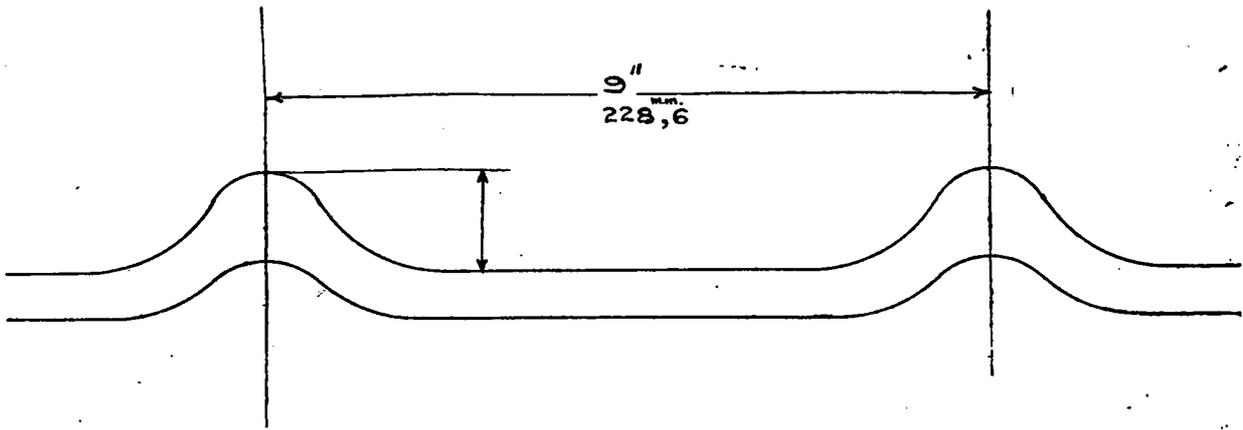


Fig. 44 — Purves

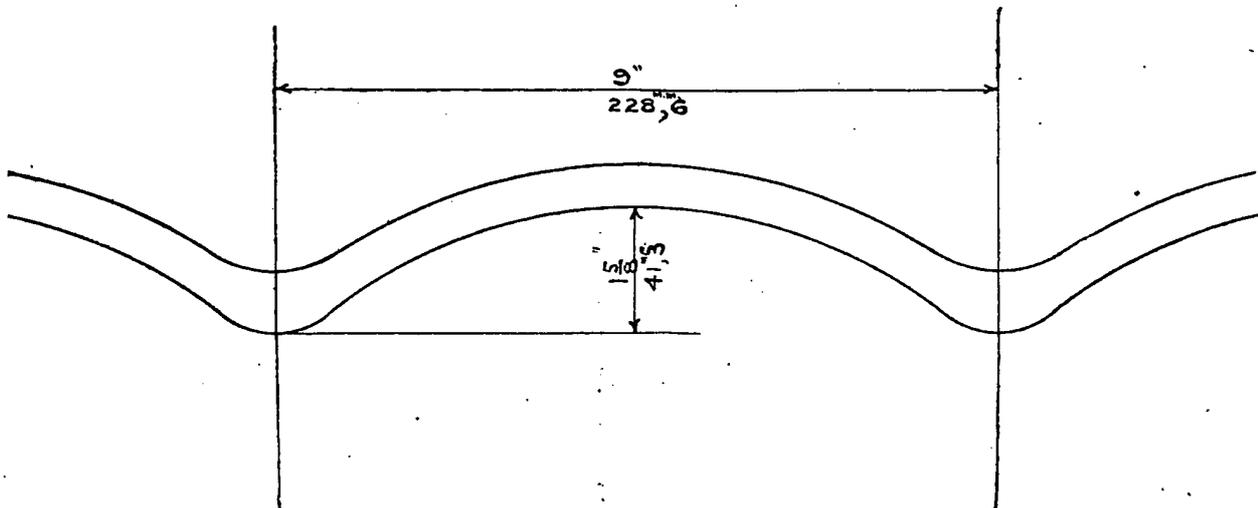


Fig. 45 — Brown's

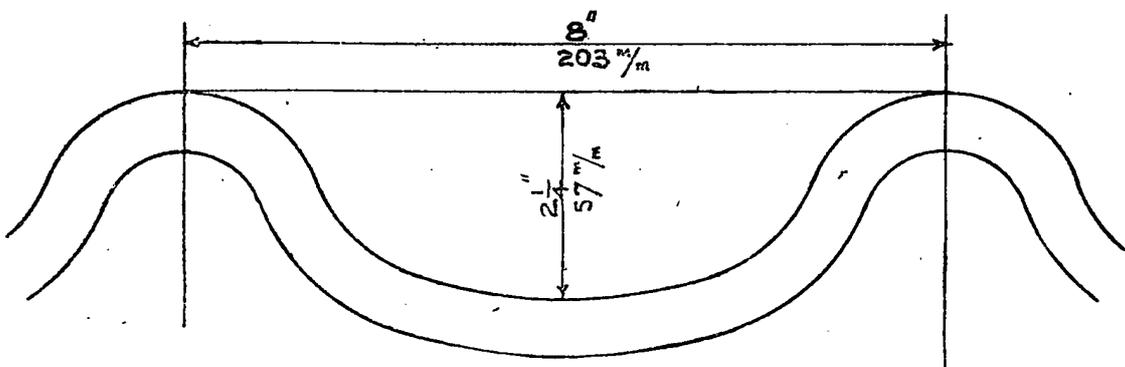


Fig. 46 — Leeds forge bulb suspension

§ 2.º As tabelas I e II permitem uma determinação rápida da pressão regime em função do *diâmetro interno* e da espessura mínima encontrada.

TABELA I

Fornalhas onduladas dos tipos Fox, Morison, Deighton e outras

Pressão regime em lbs./1 pol. quad. =  $\frac{480(T-1)}{D}$

Pressão regime em kg./cm. quad. =  $\frac{1079,9(T-0,7937)}{D}$

Pressão regime em lbs. 1 pol. quad. e em kgs. cm. quad.

Diâmetro mínimo interno da fornalha (D - 2T)	Espessura (T)																			
	7/16"	15/16"	1 1/16"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 3/4"	1 7/8"	2"									
2" 6"	202	14,203	217	15,257	232	16,312	247	17,366	262	18,421	292	20,530	307	21,585	321	22,563	336	23,624	350	24,608
2" 7"	196	13,781	210	14,765	225	15,820	240	16,874	254	17,859	283	19,898	297	20,882	311	21,866	326	22,921	340	23,905
2" 8"	190	13,359	204	14,343	218	15,327	232	16,312	246	17,296	274	19,265	288	20,249	302	21,233	316	22,218	330	23,202
2" 9"	184	12,937	198	13,921	212	14,906	225	15,890	239	16,804	266	18,702	280	19,687	293	20,601	307	21,585	320	22,499
2" 10"	179	12,585	192	13,499	206	14,484	219	15,398	232	16,312	259	18,210	272	19,124	285	20,038	298	20,952	311	21,866
3" 0"	174	12,234	187	13,148	200	14,062	213	14,776	226	15,890	252	17,718	264	18,562	277	19,476	290	20,390	302	21,333
3" 1"	169	11,882	182	12,796	195	13,710	207	14,551	220	15,468	245	17,326	257	18,070	270	18,984	283	19,898	294	20,671
3" 2"	165	11,601	177	12,445	189	13,289	202	14,203	214	15,046	238	16,734	251	17,648	263	18,491	275	19,335	287	20,179
3" 3"	161	11,320	173	12,161	185	13,007	197	13,851	209	14,695	232	16,312	244	17,156	256	17,999	268	18,843	279	19,616
3" 4"	156	10,968	168	11,812	180	12,656	192	13,449	203	14,273	227	15,960	238	16,734	250	17,577	261	18,351	273	19,195
3" 5"	153	10,757	164	11,551	176	12,374	187	13,148	198	13,921	210	14,765	221	15,538	234	17,156	244	17,929	255	18,702
3" 6"	149	10,476	160	11,250	171	12,023	183	12,867	194	13,640	216	15,187	227	15,960	238	16,734	249	17,507	260	18,280
3" 7"	146	10,265	157	11,039	167	11,742	178	12,515	189	13,289	211	14,835	222	15,609	232	16,312	243	17,085	254	17,859
3" 8"	142	9,984	153	10,757	164	11,531	174	12,334	185	13,007	206	14,434	217	15,257	227	15,960	238	16,734	248	17,487
3" 9"	139	9,773	150	10,546	160	11,250	170	12,083	181	13,429	202	14,203	212	14,906	222	15,609	232	16,312	243	17,085
3" 10"	136	9,562	146	10,265	157	11,039	167	11,742	177	12,445	197	13,851	207	14,551	217	15,257	228	16,031	237	16,663
3" 11"	133	9,351	143	10,054	153	10,757	163	11,460	173	12,164	188	12,867	199	13,570	213	14,976	223	15,679	232	16,312
4" 0"	130	9,140	140	9,843	150	10,546	160	11,250	170	11,953	189	12,585	199	13,239	208	14,324	218	15,327	228	16,031
4" 1"	128	8,900	137	9,632	147	10,336	157	11,039	166	11,671	185	12,374	185	13,007	204	14,343	214	15,046	223	15,679
4" 2"	125	8,789	135	9,492	144	10,125	155	10,757	163	11,460	181	12,083	181	12,726	200	14,062	209	14,695	219	15,398
4" 3"	123	8,648	132	9,281	141	9,914	150	10,546	160	11,250	178	12,515	178	13,429	196	13,710	205	14,413	214	15,046
4" 4"	120	8,437	129	9,070	138	9,703	143	10,406	157	11,039	175	12,304	175	12,937	192	13,499	201	14,132	210	14,765
4" 5"	118	8,297	127	8,929	136	9,562	143	10,195	154	10,823	171	12,023	180	12,656	189	13,239	198	13,921	206	14,484
4" 6"	116	8,156	125	8,789	133	9,351	142	9,984	151	10,617	168	11,812	177	12,445	185	13,007	194	13,640	203	14,273
4" 7"	114	8,015	122	8,678	131	9,211	139	9,773	148	10,406	165	11,601	174	12,234	182	12,796	190	13,359	199	13,992

N. B. Vez-se primeiramente a determinação da pressão em libras e passou-se desta para a pressão em kilogramas pela aplicação da seguinte equivalência: 1 lb./1 pol. quad.  $\diamond$  0,070309582 kg cm. quad.  
Esta tabela só é aplicável a fornalhas feitas de aço cuja carga de rotura à tracção não seja inferior a 26 + 30 tons./1 pol. quad. ou a 41 + 47 kgs./mm. quad.

Fornathas onduladas do tipo Leeds Forge Bulb Suspension

$$\text{Pressão regime em lbs./1 pol. quad.} = \frac{510 (T - 1)}{D}$$

$$\text{Pressão regime em kg./cm. quad.} = \frac{1147,452 (T - 0,7937)}{D}$$

Pressão regime em lbs. 1 pol. quad. e em kgs. cm. quad.

Diâmetro mínimo interno da fornatha (D - 2T)	Pressão regime em lbs. 1 pol. quad. e em kgs. cm. quad.																							
	1/16"	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"	3/4"														
2" 9"	196	13,781	210	14,765	225	15,820	240	16,874	254	17,859	269	18,913	283	19,988	297	20,882	312	21,987	326	22,921	340	23,905		
2" 10"	190	13,359	204	14,343	219	15,393	233	16,382	247	17,366	261	18,351	275	19,335	289	20,319	303	21,304	317	22,288	331	23,272	345	24,256
2" 11"	185	13,007	199	13,992	212	24,906	226	15,890	240	16,874	254	17,859	268	18,773	281	19,757	294	20,671	308	21,655	321	22,639	335	23,623
3" 0"	180	12,656	193	13,570	207	14,554	220	15,468	234	16,452	247	17,366	260	18,280	273	19,195	287	20,179	300	21,093	313	22,007	326	22,921
3" 1"	175	12,304	188	13,218	201	14,192	214	15,046	227	15,960	240	16,874	253	17,788	266	18,702	279	19,616	290	20,530	305	21,444	319	22,358
3" 2"	171	12,023	183	12,867	196	13,781	209	14,695	222	15,609	234	16,452	247	17,366	259	18,210	272	19,124	285	20,038	297	20,882	311	21,796
3" 3"	163	11,671	179	12,585	191	13,429	204	14,343	216	15,187	228	16,031	241	16,945	253	17,788	265	18,632	277	19,476	290	20,390	303	21,244
3" 4"	158	11,390	174	12,334	187	13,148	199	13,992	211	14,885	223	15,679	235	16,523	247	17,366	259	18,210	271	19,054	283	19,898	296	20,742
3" 5"	152	11,109	170	11,953	182	12,796	194	13,640	206	14,484	218	15,327	229	16,101	241	16,945	253	17,788	264	18,632	276	19,405	289	20,290
3" 6"	155	10,898	166	11,671	178	12,515	189	13,407	201	14,132	213	14,976	224	15,749	235	16,523	247	17,366	258	18,140	270	18,987	283	19,831
3" 7"	151	10,617	162	11,390	174	12,234	185	13,007	196	13,781	208	14,624	219	15,398	230	16,171	241	16,945	252	17,718	264	18,562	277	19,405
3" 8"	148	10,406	159	11,179	170	11,953	181	12,726	192	13,499	203	14,273	214	15,046	225	15,820	236	16,593	247	17,366	258	18,140	271	18,987
3" 9"	145	10,195	155	10,898	166	11,671	177	12,445	188	13,218	199	13,992	210	14,765	220	15,468	231	16,242	242	17,015	252	17,788	265	18,632
3" 10"	141	9,914	152	10,687	163	11,460	173	12,164	184	12,937	195	13,710	205	14,413	216	15,187	226	15,890	237	16,663	247	17,436	260	18,290
3" 11"	138	9,703	149	10,476	159	11,179	170	11,953	180	12,656	191	13,429	201	14,132	211	14,885	221	15,533	232	16,312	242	17,015	255	17,788
4" 0"	136	9,562	146	10,265	156	10,968	166	11,671	176	12,374	187	13,148	197	13,851	207	14,554	217	15,257	227	15,960	237	16,663	250	17,517
4" 1"	133	9,351	143	10,054	153	10,757	163	11,460	173	12,164	183	12,937	193	13,570	203	14,273	213	14,976	222	15,609	232	16,312	245	17,166
4" 2"	130	9,140	140	9,843	150	10,546	160	11,250	170	11,953	179	12,535	189	13,289	199	13,992	208	14,624	218	15,327	228	16,031	241	16,885
4" 3"	128	8,900	137	9,632	147	10,336	157	11,039	166	11,671	176	12,374	185	13,007	195	13,710	204	14,343	214	15,046	223	15,679	236	16,443
4" 4"	125	8,789	135	9,492	144	10,125	154	10,828	163	11,460	173	12,164	182	12,796	191	13,429	201	14,132	210	14,765	220	15,468	233	16,218
4" 5"	123	8,648	132	9,281	142	9,984	151	10,617	160	11,250	169	11,882	179	12,535	188	13,218	197	13,851	206	14,484	215	15,117	228	15,862
4" 6"	121	8,507	130	9,140	139	9,773	148	10,406	157	11,039	166	11,671	175	12,304	184	12,937	193	13,570	202	14,203	211	14,835	224	15,589

N. B. Fez-se primeiramente a determinação da pressão em libras; depois passou-se desta para a pressão em kilogramas, pela aplicação da equivalência seguinte: 1 lb./1 pol. quad.  $\diamond$  0,070309582 kgs. cm. quad.  
Esta tabela só é aplicável no caso da carga de rotura à tracção ser igual ou maior do que 26 tons./1 pol. quad. ou 41 kgs./1 mm quad.

*Exemplo 1.* — Qual é a pressão regime admissível numa fornalha *Deighton* cujo diâmetro exterior, na base das nervuras, é de 4' 2 pol., e a espessura de  $\frac{11}{16}$ ?

Aplicando a fórmula (1) do artigo 151.º, temos:

$$P = \frac{480(22-1)}{50} = 201,6 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

*Exemplo 2.* — Qual é a pressão regime admissível numa fornalha do tipo *Leeds forge bulb suspension furnace*, com dimensões iguais às do exemplo anterior?

$$P = \frac{510(22-1)}{50} = 214,2 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

*Exemplo 3.* — Qual é a pressão regime admissível numa fornalha do tipo *Morison* cujo diâmetro exterior, na base das nervuras, é de 1<sup>m</sup>,22, sendo a espessura da chapa de 17 milímetros.

$$P = \frac{1080(e-0,8)}{D} = \frac{1080(17-0,8)}{1220} = 14,3 \text{ kgs/cm quadr.}$$

Art. 152.º No caso de fornalhas verticais cónicas, o diâmetro a considerar, em qualquer das fórmulas já mencionadas para o caso das fornalhas lisas, será o que resultar da média dos diâmetros na parte superior e, na parte inferior, precisamente na secção onde a fornalha apresente um apoio suficiente ou por meio de aba virada, ou por meio de um aro.

Do mesmo modo o comprimento, com que se entra nessas fórmulas deverá ser medido desde o centro da fiada de rebites, ligando o corpo da fornalha ao teto, até o bordo inferior da fornalha. Se, porém, o passo dos esteios não exceder quatorze vezes a espessura da chapa, quando os esteios sejam cravados, ou dezasseis vezes, quando sejam providos de porcas, então o comprimento poderá ser medido até uma linha de esteios ligando a fornalha ao involucro da caldeira. Estes esteios roscados não devem ter um diâmetro inferior a 2,25 vezes a espessura da fornalha, medido por fora dos filetes.

§ 1.º No caso de fornalhas esféricas, convexas para a parte superior, sem esteios de qualquer género, a pressão regime será dada:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{275(t-1)}{R}$$

em que  
R... é o raio de curvatura exterior da fornalha, expresso em polegadas.

t... é a espessura da chapa superior, expressa em 32 avos de polegada.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{620(e-0,8)}{R}$$

em que  
R... é o raio de curvatura exterior da fornalha, expresso em milímetros.

t... é a espessura da chapa superior, expressa em milímetros.

§ 2.º Para o aro ogival que faz a concordância entre a fornalha e o involucro da caldeira, e que suporta a carga vertical que actua sobre a fornalha, a pressão regime será dada por uma das fórmulas que segue:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{140(t-1)^2}{D(D-d)}$$

Em medidas métricas:

$$P = \frac{10100(e-0,8)^2}{D(D-d)}$$

em que  
P=pressão regime em lbs/1 pol. quadr.  
t = é a espessura da chapa desse aro, em 32 avos de polegada.  
D=é o diâmetro interno do involucro da caldeira, expresso em polegadas.  
d = é o diâmetro exterior da parte inferior da fornalha, na secção de ligação ao aro ogival, expresso em polegadas.

em que  
P=pressão regime em kgs/cm quadr.  
t = é a espessura da chapa desse aro, expressa em milímetros.  
D=é o diâmetro interior do involucro da caldeira, expresso em milímetros.  
d = é o diâmetro exterior da parte inferior da fornalha, na secção de ligação ao aro ogival, expresso em milímetros.

### PARTE III

#### Reparações nas fornalhas

Art. 153.º Em geral, os peritos procurarão evitar a reparação definitiva de fendas por meio de pernos sucessivos, interceptando-se uns com os outros, ou mesmo por meio da soldadura (a oxiacetilone, ou eléctrica), especialmente quando o material fundido possa ficar sujeito à tracção do material circunvizinho, como sucederia no caso de fendas segundo um plano transversal à fornalha.

§ único. A aplicação de remendos de chapa, sobretudo nas fornalhas onduladas, só deverá ser permitida em casos excepcionais em que as fornalhas sejam de tipo antigo e se não possam portanto tirar fora com facilidade. Esses remendos, quando applicados, deverão ficar do lado do fogo e sem a interposição de qualquer substância que possa ser julgada necessária para o efeito de estanqueidade.

### CAPÍTULO VII

#### Paredes planas com esteios

##### PARTE I

#### Caldeiras construídas antes de 1921

Art. 154.º A fórmula que pode ser applicada para a determinação da pressão regime admissível em paredes planas de caldeiras, construídas segundo regras diferentes das que foram propostas pela Conference on the unification of rules for the construction of marine boilers and steam pipes (March 1920), é a seguinte:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{C(T+1)^2}{S-6}$$

em que  
P... é a pressão regime em lbs/1 pol. quadr.

T... é a espessura da chapa, expressa em 16 avos de polegada.

S... é a área a considerar, expressa em polegadas quadradas.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{C \times (0,629 T + 1)^2}{14,228(0,155 \times S - 6)}$$

em que  
P... é a pressão regime em kgs/cm quadr.

T... é a espessura da chapa, expressa em milímetros.

S... é a área a considerar, expressa em centímetros quadrados.

C... nas duas fórmulas, tem os valores adiante mencionados, devendo-se, porém, observar que os números escritos entre parêntesis se referem ao caso de as chapas serem de ferro.

Chapas não sujeitas à acção directa da chama ou dos gases quentes

- Esteios roscados na chapa e cravados nas suas extremidades .....  $C=77$  (70)
- Tubos-esteios roscados e expandidos (chapas tubulares não sujeitas à acção da chama ou dos gases quentes) .....  $C=77$  (70)
- Esteios providos de porcas nas suas extremidades (chapas tubulares não sujeitas à acção da chama ou dos gases quentes) .....  $C=112,5$  (90)
- Esteios providos de porcas e de contraporcas .....  $C=150$  (120)
- Esteios providos de porcas e de contraporcas e de anilhas, por fora das chapas, de diâmetro igual, pelo menos, a três vezes o diâmetro do esteio e de espessura igual, pelo menos, a  $\frac{2}{3}$  da espessura da chapa  $C=165$  (132)
- Esteios providos de porca e contraporca e de anilhas, por fora das chapas e cravadas para estas, com um diâmetro igual, pelo menos, a  $\frac{2}{3}$  do passo dos esteios e uma espessura igual, pelo menos, à espessura da chapa .....  $C=210$  (168)
- Esteios providos de porca e de contraporca e de contrafortes de largura igual, pelo menos, a  $\frac{2}{3}$  do intervalo dos esteios e de espessura igual à das chapas a que são cravados .....  $C=240$  (192)

Chapas sujeitas à acção directa da chama ou dos gases quentes

- Chapas banhadas pela água e sujeitas à acção da chama ou dos gases quentes
  - Esteios roscados na chapa e providos de porcas .....  $C=100$  (80)
  - Esteios roscados nas chapas e com as extremidades cravadas .....  $C=66$  (60)
  - Esteios só com porcas  $C=67,5$  (54)
  - Esteios roscados nas chapas e com as extremidades cravadas .....  $C=39,6$  (36)
- Chapas em contacto com o vapor e sujeitas à acção dos gases quentes .....
  - Esteios providos de porcas e de anilhas, tendo estas um diâmetro igual, pelo menos, a três vezes o diâmetro do esteio e uma espessura igual a  $\frac{2}{3}$  a espessura da chapa. ....  $C=75$  (60)

§ 1.º Em regra, o perito deve preferir sempre as fórmulas que serviram de base à construção da caldeira e que venham mencionadas nos respectivos desenhos. Se, porém, o perito não conseguir saber quais as fórmulas empregadas, usará então, no caso abrangido por este artigo, a fórmula acima indicada e que foi exigida, durante muitos anos, pelos funcionários do Board of Trade (\*).

§ 2.º Serão preferidas as constantes indicadas para o ferro quando o perito tenha dúvidas acêrca da qualidade do material.

(\*) A antiga fórmula do Board of Trade, relativa a paredes planas com esteios, referida neste artigo, tem sido criticada por não corresponder às considerações teóricas. Efectivamente, o número 6 colocado no denominador não tem justificação na teoria. Já, porém, a fórmula então usada pelo Lloyd's e as fórmulas modernas se cingem mais, na sua estrutura, às que são obtidas por via teórica.

§ 3.º Quando as extremidades dos esteios se apresentem corroídas ou quando as porcas estejam queimadas, devem as constantes ser reduzidas, conforme as circunstâncias constatadas durante a vistoria; assim, por exemplo, no caso em que se tenha reconhecido que as cabeças dos esteios, roscados e cravados nas chapas da câmara de combustão ou nas fornalhas (quando estas tenham esteios), estão queimadas, será então, por vezes, necessária a redução do valor 66 da constante para 40.

Art. 155.º Se as chapas, não expostas à acção directa da chama ou dos gases quentes, são reforçadas por contrafortes abrangendo toda a chapa, pode-se então determinar a pressão regime por meio desta outra fórmula:

Em medidas inglesas:	Em medidas métricas:
$P = \frac{C(T+1)^2 + C(T_1+1)^2}{S-6}$	$P = \frac{C[0,04T+1]^2 + (0,04T_1+1)^2}{14,228(0,155S-6)}$

em que $T_1$ é a espessura do contraforte expressa em 16 avos de polegada.	em que $T_1$ é a espessura do contraforte expressa em milímetros.
--	---

§ único. Se os contrafortes estão apenas dispostos entre as fiadas de esteios, supõe-se que a resistência que elles dão é  $\frac{2}{3}$  da que lhes corresponderia se abrangessem também os esteios.

Art. 156.º Para as zonas de chapa, entre dois grupos de tubos, entendendo-se por grupo de tubos o que corresponde a uma fornalha, o valor de  $S$  é dado por

$$\frac{D^2 + d^2}{2}$$

em que  $D$  é o passo horizontal dos tubos e  $d$  é o passo vertical dos tubos.

Os passos são medidos de centro a centro, não se fazendo deduções para quaisquer tubos abrangidos pela área em discussão.

Art. 157.º Nas zonas de chapas onde haja um grupo de tubos, o valor de  $S$  é calculado como se costuma fazer ordinariamente, podendo-se depois deduzir as áreas dos tubos esteios abrangidos pela superfície em questão.

Art. 158.º Quando as chapas sejam reforçadas por cantoneiras em  $L$ , ou em  $T$ , e por esse facto seja requerida uma maior pressão regime, deverá o caso ser presente à Direcção da Marinha Mercante para resolução.

Art. 159.º Se os peritos julgarem que as fornalhas e câmaras de combustão não são bastante efficientes como esteios da frente de uma dada caldeira, devido, por exemplo, ao facto de as quarteladas posteriores das fornalhas serem de forma cónica, poderão então exigir a colocação de esteios em torno de cada uma das portas de visita situadas entre as fornalhas. Em regra, o número destes esteios, por cada porta de visita, é de três.

Art. 160.º Quando apareça uma caldeira cujas frentes sejam cravadas para um aro ou aba, exterior ao involucro, poder-se há tomar para  $S$ , nas fórmulas acima referidas, a área do quadrado inscrito no círculo passando pelos centros dos furos dos rebites (ou parafusos com porca) de ligação da chapa à aba ou aro do involucro desde que esta aba ou aro tenha espessura suficiente.

*Exemplo 1.*—As chapas posteriores da câmara do fogo estão em contacto com a chama dum lado e a água do outro. As chapas são de aço e têm 14 milímetros de espessura.

Se o passo dos esteios for de 21<sup>cm</sup>,6 e esses forem providos de porcas, pretende-se saber qual a pressão regime admissível.

A fórmula a aplicar é a seguinte:

$$P = \frac{C (0,629 T + 1)^2}{14,228 (0,155 S - 6)}$$

Como neste caso temos

$$C = 100 \quad T = 14 \quad S = 21,6 \times 21,6 = 466,56$$

resulta

$$P = 10,19 \text{ kgs/cm quadr.}$$

*Exemplo 2.* — Os esteios principais duma caldeira estão dispostos a 18 por 16 pol. A espessura da chapa é de 1 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> pol..

Pergunta-se: qual deve ser a pressão regime?

Os esteios estão nas condições correspondentes à constante 210.

A fórmula a aplicar é a seguinte:

$$P = \frac{C (T + 1)^2}{S - 6}$$

que para

$$C = 210 \quad T = 17 \quad S = 18 \times 18$$

dá

$$P = 241 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

*Exemplo 3.* — As chapas da câmara de fogo duma caldeira são de ferro e os esteios são do mesmo material e têm as extremidades cravadas.

Pergunta-se: qual o passo dos esteios para uma pressão de 120 lbs, sendo a espessura da chapa posterior de <sup>3</sup>/<sub>4</sub> pol.?

A fórmula mencionada no exemplo anterior dá

$$p = \sqrt{\frac{60 (T + 1)^2}{P} + 6}$$

por ser

$$S = p \times p \quad C = 60$$

E como

$$T = 10 \quad P = 180$$

vem portanto

$$p = 8,8 \text{ pol.}$$

Art. 161.º Além das condições gerais a que devem satisfazer as chapas tubulares, como paredes planas suportadas por esteios, devem essas poder suportar o esforço de compressão resultante da pressão do vapor sobre o teto da câmara de fogo.

Seja uma faixa do teto da câmara de combustão igual a  $W \times D$  em que  $W$  é o comprimento medido entre a chapa tubular e a chapa posterior da câmara de combustão (ou o intervalo entre as chapas tubulares, no caso de caldeiras de dupla frente) e  $D$  o intervalo entre dois centros de tubos.

A pressão sobre esta superfície é  $p \times W \times D$ , que se divide pelas duas chapas sobre as quais se apoia a chapa do teto da câmara de combustão.

Se for  $d$  o diâmetro dos tubos e  $T$  a espessura da chapa tubular, será  $(D - d)T$  a área que suporta

$$\frac{1}{2} p \times W \times D$$

E se se designar por  $R$  a carga de segurança da chapa tubular, vem:

$$R (D - d) T = \frac{1}{2} p \times W \times D$$

donde portanto se tira

$$\text{Pressão regime} = \frac{2R (D - d) T}{W \times D}$$

Em regra o valor de  $R$  não deve ir além de 9,84 kgs/mm quadr. (14.000 lbs/1 pol. quadr.) no caso do aço e de 7,73 kgs/mm quadr. (11.000 lbs/1 pol. quadr.) no caso do ferro.

A fórmula é homogenia.

Assim se explica que a fórmula tenha normalmente o seguinte aspecto:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{28000 (D - d) T}{W \times D} \text{ (aço) } (1)$$

$$P = \frac{22000 (D - d) T}{W \times D} \text{ (ferro)}$$

em que

$$W, D, d, T$$

são expressas em polegadas.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{1969 (D - d) T}{W \times D} \text{ (aço)}$$

$$P = \frac{1546 (D - d) T}{W \times D} \text{ (ferro)}$$

em que

$$W, D, d, T$$

são expressas em milímetros.

### PARTE II

Regras para a determinação da pressão regime correspondente a paredes planas de caldeiras construídas depois de 1921 segundo as «Standard conditions for the design and construction of Marine Boilers» Conference on the unification of rules for the construction of Marine Boilers and steam pipes (1920)

Art. 162.º A pressão regime admissível em chapas planas com esteios deve ser calculada pelas fórmulas que seguem (veja-se nota).

(1) Esta fórmula foi mantida nas regras da Conference on the unification of rules for the construction of marine boilers. Como, porém, a espessura é medida, nessas novas regras, em 32 avos de polegada, tem-se:

$$P = \frac{28000 \times \frac{1}{32} \times (D - d) (T \times 32)}{W \times D} = 875 \times \frac{(D - d) t}{W \times D}$$

designando-se por  $t$  a espessura medida em 32 avos de polegada.

Nota. — As fórmulas modernas para a determinação da pressão regime admissível em paredes planas com esteios têm o aspecto geral das que se deduzem por via teórica.

Com efeito, a fórmula aproximada de v. Bach, obtida supondo-se que a flexão tem lugar segundo a diagonal, é a seguinte:

$$\tau = 0,5 \times \varphi \frac{a^2 \times b^2}{a^2 + b^2} \times \frac{p}{e^2}$$

em que

$\tau$  = tensão principal máxima.

$p$  = pressão.

$e$  = espessura.

$\varphi$  = 1,125 quando a chapa está apoiada.

$\varphi$  = 0,75 quando a chapa está encastrada.

Em geral, o valor de  $\varphi$  deve ser obtido experimentalmente.

Daquela fórmula tira-se:

$$e = \frac{a \times b}{a^2 + b^2} \sqrt{\frac{0,5 \varphi}{100 \tau} \sqrt{(a^2 + b^2)} p}$$

Como  $b$  pouco difere de  $a$  resulta que:

$$\frac{a \times b}{a^2 + b^2} = \frac{1}{2} \text{ (aproximadamente)}$$

vindo portanto:

$$e = 0,5 \sqrt{\frac{0,5 \varphi}{100 \tau} \sqrt{(a^2 + b^2)} p} \dots \dots \dots (1)$$

e de um modo geral:

$$e = C \times \sqrt{(a^2 + b^2)} p$$

Para se determinar  $C$ , ou  $\varphi$  da expressão (1), é indispensável uma experiência prévia para se estabelecer o limite de elasticidade da chapa; depois submete-se à pressão hidráulica uma parede plana consolidada pelo tipo de esteios escolhido e medem-se as deformações.

Admite-se que a flecha se torna permanente desde aquele instante em que é ultrapassado o limite de elasticidade. Nessa ocasião conhecem-se simultaneamente os valores de  $p$  e de  $\tau$  e pode resolver-se, em ordem a  $\varphi$ , a equação (1).

Encontra-se uma discussão interessante, a propósito deste assunto, no livro do Sr. Stromeier (*Marine boiler management and construction*) onde também vêm vários resultados de experiências feitas com o intuito de se determinar o coeficiente  $C$  da fórmula:

$$p = \frac{C \times e^2}{a^2 + b^2}$$

(Experiências de Bach, Manchester steam users association, Board of trade, Mr. Boyel, almirantado alemão).

Em medidas inglesas :

$$P = \frac{(e-1)^2 \times C}{a^2 + b^2}$$

em que  
*P* = pressão regime em lbs/1 pol. quadr.  
*e* = espessura da chapa em 32 avos de polegada.  
*a* = distância entre as filas de esteios medida em polegadas.  
*b* = passo dos esteios, em uma dada fila, expresso em polegadas.

*C*... é um coeficiente variável com o modo de fixação dos esteios :

Em medidas métricas :

$$P = \frac{(e-0,8)^2 \times K}{a^2 + b^2}$$

em que  
*P* = pressão regime em kgs/cm quadr.  
*e* = espessura da chapa em milímetros.  
*a* = distância entre as filas de esteios, medida em milímetros.  
*b* = passo dos esteios, ou distância entre dois esteios sucessivos de uma dada fila, expresso em milímetros.

*K*... é um coeficiente variável com o modo de fixação dos esteios :

Chapas não sujeitas à acção da chama :

<i>C</i> = 57 .. <i>K</i> = 4100	}	Esteios roscados nas chapas e cravados sobre estas.
		Espessura da chapa igual, pelo menos, a metade do diâmetro do esteio exigido pelo cálculo.
<i>C</i> = 86 .. <i>K</i> = 6200	}	Esteios roscados e providos de porcas exteriores.
<i>C</i> = 96 .. <i>K</i> = 6900		Esteios roscados com porca exterior e com porca interior.
<i>C</i> = 110 .. <i>K</i> = 7900	}	Região das chapas em que se pode contar com a resistência da aba virada. Casos em que o raio interno desta aba não é inferior a 2,5 vezes a espessura da chapa. Valor de <i>b</i> medido desde o início da curvatura.

Chapas tubulares nas zonas não abrangidas pelo artigo 16.º *a*) e *b*) :

<i>C</i> = 52 .. <i>K</i> = 3740	}	Tubos esteios roscados e expandidos (tubos sem porcas).
<i>C</i> = 72 .. <i>K</i> = 5180		Tubos esteios roscados e providos de porcas.

Chapas sujeitas à acção da chama :

<i>C</i> = 50 .. <i>K</i> = 3600	}	Esteios roscados nas chapas e cravados sobre estas.
		Espessura da chapa igual, pelo menos, a metade do diâmetro do esteio exigido pelo cálculo.
<i>C</i> = 75 .. <i>K</i> = 5400	}	Esteios roscados tendo porcas exteriores.
<i>C</i> = 84 .. <i>K</i> = 6050		Esteios roscados e providos de porca exterior e de porca interior.
<i>C</i> = 96 .. <i>K</i> = 6900	}	Região das chapas em que se pode contar com a resistência dada pela aba revirada.
		Casos em que o raio interno desta aba não é inferior a 2,5 vezes a espessura. Valor de <i>b</i> medido desde o início da curvatura.

§ 1.º Para as porções de chapa em que os esteios não são intervalados regularmente, deve substituir-se na fórmula, citada neste artigo, o valor  $a^2 + b^2$  por  $d^2$  sendo *d* o diâmetro da maior circunferência que se pode fazer passar por três pontos de suporte, isto é, por centros de esteios, ou por esses e por um ponto da linha-origem da curvatura da chapa. Neste caso, toma-se para *C* um valor igual à média dos valores apropriados aos diferentes pontos de suporte.

§ 2.º No teto e lados da câmara de combustão, a distância entre as fiadas de esteios mais próximos da chapa

da frente da câmara de combustão (a que liga para a chapa posterior da caldeira) e da chapa tubular, respectivamente, e o comêço da curvatura destas chapas (nas suas abas) não deve ser inferior a *a*.

§ 3.º É aconselhável que os esteios da câmara de fogo sejam dispostos de modo que as juntas das chapas possam ser encaçadas sem se tirarem as porcas.

§ 4.º No respeitante aos tectos das câmaras de fogo, na parte de ligação com as paredes laterais, se o raio exterior de curvatura é inferior a metade do intervalo *i* entre dois grampos deve, então, a distância entre o primeiro grampo e a parede lateral ser igual, ou menor, do que esse intervalo entre dois grampos; se porém o raio exterior de curvatura é maior do que metade do intervalo *i* entre dois grampos, então a extensão da parte plana medida desde o centro do primeiro grampo não deve exceder metade desse intervalo entre dois grampos.

§ 5.º Para as porções de chapa em que os esteios são seguros de diferentes maneiras, toma-se para *C* a média dos valores apropriados aos diversos modos como são fixados os esteios da zona de suporte considerada.

*Exemplo 1.* Os esteios da chapa posterior de uma câmara de combustão têm um passo igual a 190 milímetros; a distância entre as fiadas de esteios é de 180 milímetros.

Pergunta-se qual é a pressão regime admissível, sendo a espessura da chapa igual a 16 milímetros e estando os esteios atarrachados na chapa e providos de porcas exteriores.

A fórmula a aplicar é a seguinte :

$$P = \frac{K(e-0,8)^2}{a^2 + b^2}$$

onde, se substituirmos os valores

$$K = 5400 \quad e = 16 \quad a = 180 \quad b = 190$$

obtemos

$$P = 18,21 \text{ kgs/cm quadr.}$$

*Exemplo 2.* Qual deve ser a espessura da chapa de uma câmara de combustão em que

$$a = 7 \text{ pol.} \quad b = 7,5 \text{ pol.}$$

$$P = 175 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

e os esteios são atarrachados na chapa e têm porcas exteriores?

Da fórmula

$$P = \frac{C(e-1)^2}{a^2 + b^2}$$

tira-se

$$e = 1 + \sqrt{\frac{P(a^2 + b^2)}{C}}$$

Como

$$P = 175 \quad a = 7 \quad b = 7,5 \quad C = 75$$

vem

$$e = 16,67$$

ou sejam

$$(17/32) \text{ pol.}$$

Art. 163.º A pressão regime admissível em chapas atravessadas por esteios providos de porcas interiores e de porcas exteriores e em que estas últimas são apertadas contra anilhas ou contrafortes é dada pelas fórmulas que seguem :

a) Exteriormente, sob cada porca é colocada uma anilha de reforço com a espessura  $e_0$  igual, pelo menos, a  $\frac{2}{3}$  da espessura da chapa, sem todavia a ultrapassar,

e de diâmetro igual, pelo menos, a 3,5 vezes o do esteio. Neste caso, a pressão regime é dada

Em medidas inglesas :

$$P = \frac{100}{a^2 + b^2} [(t - 1)^2 + 0,15 e_w^2]$$

Em medidas métricas :

$$P = \frac{7200}{a^2 + b^2} [(t - 0,8)^2 + 0,15 e_w^2]$$

b) O diâmetro das anilhas é igual, pelo menos, a  $\frac{2}{3}$  do intervalo entre os esteios; então a pressão regime será dada

Em medidas inglesas :

$$P = \frac{100}{a^2 + b^2} [(e - 1)^2 + 0,35 e_w^2]$$

Em medidas métricas :

$$P = \frac{7200}{a^2 + b^2} [(e - 0,8)^2 + 0,35 e_w^2]$$

c) A consolidação, em vez de ser feita por anilhas, pode ser obtida por meio de contrafortes, constituídos por tiras de chapa abrangendo uma fiada horizontal de esteios, de largura igual, pelo menos, a  $\frac{2}{3}$  do intervalo entre os esteios (sem no entanto o ultrapassar) e cravados para a chapa de um modo eficaz.

Então, a pressão regime é dada

Em medidas inglesas :

$$P = \frac{100}{a^2 + b^2} [(e - 1)^2 + 0,55 e_w^2]$$

Em medidas métricas :

$$P = \frac{7200}{a^2 + b^2} [(e - 0,8)^2 + 0,55 e_w^2]$$

d) A consolidação é obtida por meio de contraforte abrangendo várias ou todas as filas de esteios de uma dada zona havendo, portanto, como que uma chapa dupla.

A pressão deve então ser calculada pela fórmula :

Em medidas inglesas :

$$P = \frac{100}{a^2 + b^2} [(e - 1)^2 + 0,85 e_w^2]$$

Em medidas métricas :

$$P = \frac{7200}{a^2 + b^2} [(e - 0,8)^2 + 0,85 e_w^2]$$

§ 1.º Os símbolos  $p$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $e$  têm a significação que lhes foi dada no artigo anterior.

§ 2.º O símbolo  $e_w$  designa a espessura da anilha, ou do contraforte.

Art. 164.º As diversas zonas das chapas tubulares são assim consideradas :

a) Em pleno feixe tubular. A pressão regime deve ser calculada do seguinte modo :

Em medidas inglesas :

$$P = \frac{C (e - 1)^2}{p^2}$$

Em medidas métricas :

$$P = \frac{K (e - 0,8)^2}{p^2}$$

em que

$P$  = pressão regime em lbs/1 pol. quadr.

$C = 38$  quando os tubos-esteios sejam rosçados e expandidos na chapa. Tubos sem porcas.

$C = 40$  quando os tubos-esteios sejam rosçados e expandidos nas chapas. Tubos-esteios providos de porcas.

em que

$P$  = pressão regime em kgs/cm quadr.

$K = 2740$  quando os tubos-esteios sejam rosçados e expandidos na chapa tubular. Tubos sem porcas.

$K = 3530$  quando os tubos-esteios sejam rosçados e expandidos na chapa tubular. Tubos esteios providos de porcas.

$p$  = passo médio, expresso em polegadas, dos tubos-esteios suportando a zona de chapa em exame.

$p$  = passo médio, expresso em milímetros, dos tubos-esteios suportando a zona da chapa em exame.

*Observações.* O passo é pois igual a um quarto da soma dos quatro lados de um quadrilátero de vértices ocupados por tubos-esteios.

A maneira mais prática de o determinar é a seguinte: marca-se um quadrilátero de vértices ocupados por tubos-esteios; vê-se qual o número de tubos-esteios e de tubos simples existentes nos quatro lados e multiplica-se esse número por um quarto do passo dos tubos (distância entre os centros de dois tubos *sucessivos quaisquer*).

b) Zonas da chapa tubular da frente da caldeira, fora dos feixes tubulares e correspondentes ao intervalo entre duas câmaras de fogo e entre as câmaras de fogo laterais e o involucro.

Neste caso, a pressão regime é dada pela fórmula que segue :

Em medidas inglesas :

$$P = \frac{C [(e - 1)^2 + 0,55 e_w^2]}{a^2 + b^2}$$

Em medidas métricas :

$$P = \frac{K [(e - 0,8)^2 + 0,55 e_w^2]}{a^2 + b^2}$$

em que

$P$  = pressão regime em lbs/1 pol. quadr.

$e$  = espessura da chapa tubular em 32 avos de pol.

$e_w$  = espessura do contraforte, quando exista, em 32 avos de polegada.

$a$  = passo horizontal dos tubos-esteios, expresso em polegadas, de centro a centro de dois tubos-esteios sucessivos e a considerar na passagem de uma câmara de fogo para a seguinte.

$b$  = passo vertical dos tubos-esteios, em polegadas, medido nas fiadas de contorno (a um e outro lado da caldeira) entre dois centros sucessivos.

$C = 52$  quando os tubos-esteios sejam rosçados e expandidos nas chapas. Tubos-esteios desprovidos de porcas.

$C = 72$  quando os tubos-esteios sejam rosçados e expandidos nas chapas. Cada tubo tem a sua porca.

$C = 63$  quando os tubos-esteios sejam rosçados e expandidos nas chapas. Porcas aplicadas alternadamente nos tubos-esteios.

em que

$P$  = pressão regime em kgs/cm quadr.

$e$  = espessura da chapa tubular em milímetros.

$e_w$  = espessura do contraforte, quando exista, em milímetros.

$a$  = passo horizontal dos tubos-esteios, expresso em milímetros, de centro a centro de dois tubos-esteios sucessivos e a considerar na passagem de uma câmara de fogo para a seguinte.

$b$  = passo vertical dos tubos-esteios, em milímetros, considerado nas fiadas de contorno (a um e outro lado da caldeira) entre dois centros sucessivos.

$K = 3740$  quando os tubos-esteios sejam rosçados e expandidos nas chapas e desprovidos de porcas.

$K = 5180$  quando os tubos-esteios sejam rosçados e expandidos nas chapas. Cada tubo tem a sua porca.

$K = 4540$  quando os tubos-esteios sejam rosçados e expandidos nas chapas. Porcas aplicadas alternadamente nos tubos-esteios.

c) Zonas das chapas tubulares não compreendidas em a) e b).

Aplicam-se as fórmulas do artigo 162.º

Art. 165.º Não devem, em regra, ser aplicadas porcas às extremidades dos tubos-esteios que fiquem do lado da câmara de fogo.

Art. 166.º A pressão regime deve ser tal que a compressão nas chapas tubulares, provenientes do teto da câmara de fogo, não ultrapasse 9,84 kgs/mm quadr. (14000 lbs/1 pol.).

Faz-se esta verificação por meio da fórmula que foi deduzida numa nota ao artigo 161.º

Em medidas inglesas:

$$P = 875 \frac{(D-d)t}{W \times D}$$

em que  
P=pressão regime em lbs/1 pol. quadr.

t=espessura da chapa tubular, em 32 avos de polegada.

D=distância horizontal entre os tubos, de centro a centro, expressa em polegadas.

W=largura da câmara de fogo, expressa em polegadas, medida internamente desde a chapa tubular até a chapa da câmara de fogo que liga para a chapa posterior da caldeira, no caso de caldeiras duma só frente; se, porém, a caldeira a considerar é de dupla frente, então W é medida entre as duas chapas tubulares da câmara de fogo comum.

d=diâmetro interno dos tubos simples, em polegadas.

Em medidas métricas:

$$P = 1969 \frac{(D-d)T}{W \times D}$$

em que  
P=pressão em kgs/cm quadr.

T=espessura da chapa tubular, em milímetros.

D=distância horizontal entre os tubos, de centro a centro, expressa em milímetros.

W=largura da câmara de fogo, expressa em milímetros, medida internamente desde a chapa tubular até a chapa da câmara de fogo que liga para a chapa posterior da caldeira duma só frente; se, porém, a caldeira a considerar é de dupla frente, então W é medida entre as duas chapas tubulares da câmara de fogo comum.

d=diâmetro interno dos tubos simples, em milímetros.

Art. 167.º Nas caldeiras verticais a pressão exerce-se verticalmente sobre o tampo superior e o tampo inferior, e horizontalmente sobre o involucro constituído pelas chapas tubulares e as chapas, diremos, do involucro propriamente dito. Dêste modo resulta a possibilidade de uma tensão directa sobre as chapas tubulares, ou dirigida verticalmente e então devida à pressão nos tampos, ou dirigida horizontalmente e certamente devida à pressão horizontal nas chapas do involucro propriamente dito.

Nestas condições, a espessura das chapas tubulares e o espaço entre os tubos devem ser tais que a secção do metal que recebe os esforços seja suficiente para se obter uma resistência limitada do mesmo modo daquela que é permitida nas chapas do involucro propriamente dito.

Art. 168.º Nas fiadas exteriores de tubos, nas caldeiras verticais, devem ser alternadamente colocados tubos-esteios,

Art. 169.º A pressão regime, nas chapas tubulares das caldeiras verticais, costuma ser verificada por meio das seguintes fórmulas.

a) Como chapas planas, empregando-se então a fórmula do artigo 164.º, alínea a):

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{C(e-1)^2}{p^2}$$

Em medidas métricas:

$$P = \frac{K(e-0,8)^2}{p^2}$$

b) Como chapas sujeitas à tensão produzida pela pressão do vapor sobre a parte cilíndrica (circular) do involucro:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{(t-2) \times S \times (p-d) \times 100}{2,9 \times D \times p}$$

em que  
P=pressão regime em lbs/1 pol. quadr.

t=espessura em 32 avos de polegada.

S=carga de rotura à tracção do aço, em tons/1 pol. quadr.

p=passo vertical dos tubos, expresso em polegadas.

d=diâmetro dos furos para os tubos, expresso em polegadas.

D=duas vezes a distância radial, medida desde o centro da fiada exterior de tubos ao eixo do involucro. É expressa em polegadas.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{(e-1,6) \times S \times (p-d) \times 100}{2,03 \times D \times p}$$

em que  
P=pressão regime em kgs/cm quadr.

e=espessura em milímetros.

S=carga de rotura à tracção do aço, em kgs/mm quadr.

p=passo vertical dos tubos, expresso em milímetros.

d=diâmetro dos furos para os tubos, expresso em milímetros.

D=duas vezes a distância radial, medida desde o centro da fiada exterior de tubos ao eixo do involucro. É expressa em milímetros.

Art. 170.º Os furos e as aberturas feitas nas chapas planas para a aplicação de acessórios da caldeira, ou para visita, ou inspecção interna, devem ser compensados por meio de aros de reforço feitos de chapa ou de um perfil conveniente. Se, porém, o reforço das aberturas para a visita ou inspecção é obtido com a aba revirada da chapa, então a altura dessa aba deve ser igual ou maior do que o valor calculado pela fórmula:

$$h = \sqrt{e \times d}$$

em que

e=espessura da chapa.

d=menor dimensão da abertura.

Art. 171.º Quando nas paredes planas existam costuras cravadas, deve ser empregada a cravação dupla desde que a espessura de uma qualquer das chapas seja igual ou maior do que 12,5 milímetros (meia polegada).

## CAPÍTULO VIII

### Grampos

#### PARTE I

##### Regras antigas para o cálculo dos grampos dos tetos das câmaras de fogo

Art. 172.º A pressão regime compatível com as condições de resistência dos grampos de forma usual, cujas extremidades assentem nos cantos da chapa tubular e da chapa posterior da câmara de fogo, é dada pela seguinte fórmula:

Em medidas inglesas:

$$\text{lbs/1 pol. quadr.} = \frac{C d^2 T}{(W-P) D L} \quad (1)$$

em que  
W... é a largura da câmara de combustão expressa em polegadas.

P... é o passo dos esteios, expresso em polegadas.

Em medidas métricas:

$$\text{kgs/cm quadr.} = \frac{K d^2 T}{(W-P) D L} \quad (2)$$

em que  
W... é a largura da câmara de combustão, em milímetros.

P... é o passo dos esteios, em milímetros.

*D* ... é o intervalo entre os grampos medido de centro a centro e expresso em polegadas.

*L* ... é o comprimento do grampo, em pés.

*T* ... é a espessura total (das duas chapas, se os grampos são assim construídos) de um grampo, expressa em polegadas.

*C* ... é um coeficiente dado por:

$$1320 \frac{N}{N+1}$$

no caso do n.º *N* de esteios ser ímpar,

$$1320 \frac{N+1}{N+2}$$

no caso de esse número ser par.

*D* ... é o intervalo entre os grampos medido de centro a centro e expresso em milímetros.

*L* ... é o comprimento do grampo, em milímetros.

*T* ... é a espessura total (das duas chapas, se os grampos forem assim construídos) de um grampo, expressa em milímetros.

*K* ... é um coeficiente dado por:

$$1114 \frac{N}{N+1}$$

no caso do n.º *N* de esteios ser ímpar,

$$1114 \frac{N+1}{N+2}$$

no caso de esse número ser par.

*Exemplo 1.* — Suponhamos uma câmara de combustão cujo teto é suportado por grampos formados de duas chapas, tendo uma 16 milímetros de espessura, tendo um só esteio; o passo dos grampos é igual a 241 milímetros e a largura da câmara de combustão é de 635 milímetros.

Admitindo-se que a carga de segurança não deve ir além de 7,05 kgs/cm quadr., pergunta-se qual tem de ser a altura dos grampos, no caso de a pressão da caldeira ser de 11 kgs/cm quadr.

Aplica-se a fórmula (2). Em rigor *p* representa nessa fórmula aquela zona de chapa do teto da câmara de combustão, a um e outro lado, que não tem influência directa, sob a acção do vapor, sobre os grampos (veja-se nota ao artigo 173.º, onde é feita a dedução da fórmula de flexão para o cálculo dos grampos). No caso de um

só esteio, supõe-se que essa zona é igual a  $\frac{W}{4}$ , por cada lado, isto é, supõe-se que  $P = \frac{W}{2}$  e deste modo tem-se

$$\text{Pressão regime igual a } \frac{K d^2 T}{\frac{W}{2} D L} \dots (3)$$

$$\text{Como } K = 1114 \frac{1}{1+1} = 557 \quad T = 2 \times 16 = 32$$

$$W = 635 \quad D = 241 \quad L = W = 635$$

Substituindo estes valores em (3) obtém-se *d* = 173 milímetros.

*Exemplo 2.* — Seja uma câmara de combustão cuja largura é igual a 2' 6 pol., em que os grampos estão intervalados de 9 pol. (centro a centro).

As chapas de cada grampo têm 8 pol. de altura e 1,25 pol. de espessura (total).

Pergunta-se qual a pressão regime, supondo-se que cada grampo tem três esteios.

Aplica-se a fórmula (1).

Como

$$\text{pressão regime} = \frac{C d^2 T}{(W-P) D L}$$

$$C = 1320 \frac{3}{3+1} = 990 \quad d = 8 \text{ pol.} \quad T = 1,25 \text{ pol.}$$

$$W = 30 \quad P = \frac{30}{4} = 7,5 \quad D = 9 \text{ pol.} \quad L = 2,5 \text{ pés}$$

vem, pela substituição de valores na fórmula,

pressão regime igual a 156,4 lbs/1 pol. quadr.

PARTE II

Regras sobre grampos propostas pela Conference on the unification of rules for the construction of Marine Boilers

Art. 173.º A pressão regime maxima para ps grampos do teto da câmara de fogo é dada pela forma que segue:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{C d^2 t}{(L-P) D L} \times \frac{S}{28}$$

(Veja-se nota).

Em medidas métricas:

$$P = \frac{C h^2 e}{(L-P) D L} \times \frac{R}{44}$$

Nota. — A dedução desta fórmula não oferece dificuldades. (1) Seja o caso de um só esteio (fig. 47).

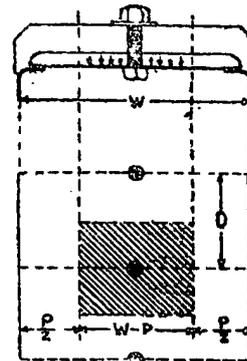


Fig. 47

Designemos por *W* a largura da câmara de combustão; por *P/2* uma qualquer das duas zonas, junto da chapa tubular e da chapa posterior da câmara de fogo, que não contribuem praticamente para exercer qualquer esforço sobre os grampos.

A fórmula geral da flexão:

$$\frac{M_m}{I} = \frac{R}{V}$$

é facilmente aplicável porque o momento máximo é sempre ao meio. Nestas condições, designando-se por *p* a pressão do vapor e por *D* o passo dos esteios, vê-se que a força que actua a meio do grampo é igual a:

$$\left[ W - \frac{P}{2} - \frac{P}{2} \right] \times D \times p$$

e portanto o momento máximo é dado por:

$$M_m = \frac{(W-P) D \times p \times W}{4}$$

Por outro lado,

$$\frac{I}{V} = \frac{d^2 T}{6}$$

sendo *d* a altura do grampo e *T* a sua espessura (total).

Querendo representar-se a espessura em 32 avos de polegada, temos:

$$\frac{I}{V} = \frac{d^2 (T \times 32)}{32 \times 6} = \frac{d^2 t}{192}$$

designando-se por *t* a espessura *T* expressa em 32 avos de polegada. Logo, portanto:

$$R = \frac{(W-P) D p W}{4 d^2 t} = \frac{48 (W-P) D W}{d^2 t} \times p$$

e será, por termos, em geral *R* = 11880 lbs/1 pol. quadr.

$$p = \frac{11880 d^2 t}{48 (W-P) D W}$$

ou

$$p = \frac{d^2 t}{(W-P) D W} \times 247,5 \dots (1)$$

Nesta fórmula:

$P$  ... pressão regime em lbs/1 pol. quadr.  
 $d$  ... altura do grampo, medida ao meio do comprimento; expressa em polegadas.  
 $t$  ... é a espessura do grampo, expressa em 32 avos de polegada. Se o grampo é forjado, o valor de  $t$  corresponde à espessura na secção central; se, porém, o grampo é constituído por duas chapas, então o valor de  $t$  corresponde à soma das espessuras dessas duas chapas.  
 $L$  ... designa o comprimento, em polegadas, medido entre

Nesta fórmula:

$P$  ... pressão regime em kgs/cm quadr.  
 $h$  ... altura do grampo, medida ao meio do comprimento, expressa em milímetros.  
 $e$  ... exprime a espessura em milímetros. Se o grampo é forjado, o valor de  $e$  corresponde ao valor da espessura na secção central; se, porém, o grampo é constituído por duas chapas, então o valor de  $e$  corresponde à soma das espessuras dessas duas chapas.  
 $L$  ... designa o comprimento, em milímetros, medido entre

a chapa tubular e a chapa da câmara de fogo escorada para a parte posterior da caldeira, no caso de caldeiras duma só frente; se a caldeira é de dupla frente, então o comprimento  $L$  é medido entre as chapas tubulares.

$P$  ... é o intervalo entre os esteios de cada grampo, expresso em polegadas.  
 $D$  ... designa a distância entre dois grampos sucessivos (centro a centro), expressa em polegadas.  
 $S$  ... é a resistência mínima à tracção das chapas de aço dos grampos, expressa em tons/1 pol. quadr.

a chapa tubular e a chapa da câmara de fogo escorada para a parte posterior da caldeira, no caso de caldeiras de uma só frente. Se a caldeira é de dupla frente, então o comprimento  $L$  é medido entre as chapas tubulares.

$P$  ... é o intervalo entre os esteios de cada grampo, expresso em milímetros.  
 $D$  ... designa distância entre dois grampos sucessivos (centro a centro), expressa em milímetros.  
 $R$  ... é a resistência mínima à tracção das chapas de aço dos grampos, expressa em kgs/mm quadr.

(2) Consideremos agora o caso de dois esteios (fig. 48).

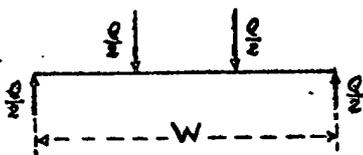


Fig. 48

Seja  $Q$  a pressão total correspondente ao grampo. O momento ao meio do grampo é dado por:

$$\frac{Q W}{2} \cdot \frac{W}{2} = \frac{Q W^2}{6}$$

E como  $Q = (W - P) D p$  resulta que o momento vem expresso por:

$$\frac{(W - P) D p W}{6}$$

Portanto:

$$R = \frac{M_n}{\frac{I}{V}} = \frac{(W - P) D p W}{6} \cdot \frac{6}{d^2 t} = 11880$$

donde se tira:

$$p = 371,25 \frac{d^2 t}{(W - P) D W} \dots (2)$$

(3) Caso de três esteios (fig. 49).

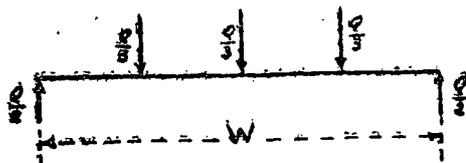


Fig. 49

O momento ao meio é dado por:

$$M_n = \frac{Q W}{2} \cdot \frac{W}{3} = \frac{W Q}{6}$$

igual portanto ao momento máximo no caso de dois esteios. E por isso aplicável a fórmula (2) acima deduzida.

(4) Caso de quadro esteios (fig. 50). Então:

$$M_n = \frac{Q W}{2} \cdot \frac{W}{4} \left( \frac{3W}{10} + \frac{W}{10} \right) = \frac{6}{40} \times Q W^2$$

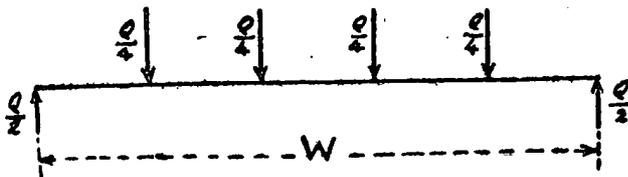


Fig. 50

E como:

$$R = \frac{M_n}{\frac{I}{V}} = 11880 = \frac{6}{40} \frac{Q W^2}{d^2 t} = Q = (W - P) D p$$

vem portanto:

$$p = 412,5 \frac{d^2 t}{(W - P) D W}$$

(5) E assim sucessivamente. Estes valores de  $C$ :

- 247,5 no caso de 1 esteio
- 371,25 no caso de 2 esteios
- 371,25 no caso de 3 esteios
- 412,5 no caso de 4 esteios
- .....
- .....

são também dados pelas fórmulas:

$$C = \frac{n}{n+1} \times 495 \text{ no caso de } n \text{ ímpar}$$

$$C = \frac{n+1}{n+2} \times 495 \text{ no caso de } n \text{ par}$$

(6) Se os grampos são de ferro, então  $R = 10800$  e vem para as constantes valores dados por:

$$C = \frac{n}{n+1} \times 450 \text{ para } n \text{ ímpar}$$

$$C = \frac{n+1}{n+2} \times 450 \text{ para } n \text{ par}$$

No caso de grampos forjados, tomar-se há  $S$  igual a 24 para o ferro, e  $S$  igual a 28 para o aço.

$C \dots$  é um coeficiente dado por

$$C = \frac{n}{n+1} \times 495$$

quando o número de esteios seja ímpar,

$$C = \frac{n+1}{n+2} \times 495$$

quando o número de esteios, em cada grampo, seja par.

$n \dots$  designa o número de esteios, por cada grampo.

§ 1.º Quando se reconheça que a fórmula, mencionada neste artigo não pode dar resultados de confiança, proceder-se há então ao cálculo directo, admitindo-se um coeficiente de segurança não inferior a 5.

§ 2.º *Exemplo*:— Os grampos de uma caldeira são de aço, têm 8 pol. de altura e 1 pol. e  $\frac{1}{4}$  de espessura total, a meio; a largura da câmara de fogo é de 2' 6 pol. e os grampos estão intervalados de 9 pol. de centro a centro. Cada grampo tem 3 esteios.

Pretende-se conhecer qual a pressão regime admissível.

Como

$$C = \frac{1485}{4} \quad d = 8 \text{ pol.} \quad D = 9 \text{ pol.} \quad t = 40$$

$$W = 30 \text{ pol.} \quad P = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ pol.} \quad S = 28$$

temos, substituindo valores na fórmula em medidas inglesas:

$$P = 156 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

### CAPÍTULO IX

#### Estelos

#### PARTE I

Regras antigas para serem applicadas aos estelos de caldeiras que não tenham sido construídas segundo as prescrições da Conference on the unification of rules for the construction of Marine Boilers (1920)

Art. 174.º A carga de segurança, a considerar nos cálculos de verificação da pressão regime dos esteios, poderá ser de 6,38 kgs/mm quadr. (9.000 lbs/1 pol. quadr.) se os desenhos indicarem que o respectivo material satisfaz às seguintes condições mínimas:

Carga de rotura à tracção:	Alongamentos:
Esteios longi- (42 ÷ 50 kgs/mm quadr.)	(20 % barreta
tudinais ((27 ÷ 32 tons/1 pol. quadr.))	A ou B
	(24 % barreta F
Esteios da câ- 41 ÷ 50 kgs/mm. quadr.)	(23 % barreta
mara de ((26 ÷ 32 tons/1 pol. quadr.))	A ou B
combustão	(28 % barreta F

Art. 175.º Se  $p$  designar a pressão por unidade de superfície e  $a \times b$  a superfície correspondente a um esteio, será  $p \times a \times b$  a força a considerar no cálculo.

No caso de grampos forjados, tomar-se há  $R=38$  para o ferro e  $R=44$  para o aço.

$C \dots$  é um coeficiente dado por

$$C = 1114 \times \frac{n}{n+1}$$

quando o número de esteios, por cada grampo, é ímpar,

$$C = 1114 \times \frac{n+1}{n+2}$$

quando o número de esteios, por cada grampo, é par.

$n \dots$  é o número de esteios de cada grampo.

Por outro lado, sendo  $d$  o diâmetro na base do filete e  $K$  a carga de segurança, poderemos escrever:

$$K \frac{\pi d^2}{4} = p \times a \times b$$

fórmula esta que é homogénea, podendo por isso ser empregada do seguinte modo:

Em medidas inglesas:

$p \dots$  lbs/1 pol. quadr.

$K=9000$  lbs/1 pol. quadr.

$d, a, b \dots$  em polegadas

Em medidas métricas:

$p \dots$  kgs/cm quadr.

$K=6,33$  kgs/mm quadr.

$d, a, b \dots$  em milímetros

*Exemplo 1.*— Qual deve ser o diâmetro dos esteios que suportam uma parede plana desde que o seu passo seja de 20 centímetros e a pressão de 14 kgs/cm quadr.?

A fórmula anterior dá:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 14 \times 20^2}{3,1416 \times 6,33}} = 33 \text{ milímetros}$$

*Exemplo 2.*— Os esteios de uma câmara de fogo são de aço e estão colocados com um passo de 8 pol.; alguns desses esteios estão corroidos até 1 pol. de diâmetro na secção menor. Sendo a pressão da caldeira de 170 lbs/1 pol. quadr., a quanto trabalham esses esteios corroidos?

$$170 \times 8^2 = \frac{\pi d^2}{4} \times K = \frac{\pi \times 1^2}{4} \times K$$

donde se tira

$$K = 13847 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

E como  $K$  não deve exceder 9.000 lbs/1 pol. quadr., deveria, neste caso, o perito mandar substituir estes esteios, ou reduzir a pressão para 110 lbs/1 pol. quadr. visto que

$$\frac{170}{13847} = \frac{x}{9000} \text{ donde } x = 110 \text{ lbs/1 pol. quadr.}$$

*Exemplo 3.*— Os esteios, nas paredes planas de uma caldeira, têm 38 milímetros de diâmetro e estão espaçados de 22 milímetros; a pressão é de 180 lbs/1 pol. quadr.

Um dos esteios está partido; pergunta-se qual é o esforço a que actualmente trabalham os outros esteios adjacentes?

Antes de esteio se partir, cada um dos esteios estava sujeito a um esforço dado por

$$12,66 \times 22^2 = \frac{38^2 \times 3,1416}{4} \times x$$

donde  $x = 5,44$  kgs/mm quadr.

Quando um esteio se parte, os quatro esteios adjacentes ficam suportando a zona de chapa abrangida pelo esteio partido e por isso a área que corresponde a cada um deles fica sendo igual a

$$P^2 + \frac{1}{4} P^2 = \frac{5}{4} P^2$$

Seja  $p$  a pressão regime; o valor da intensidade da força a considerar por cada um dos quatro esteios é de

$$\left[ \frac{5}{4} P^2 \right] \times p$$

o seu ponto de applicação fica evidentemente fora do esteio, resultando daí um momento e um ulterior esforço  $q$ .

É costume praticamente aceitar-se que, se, em consequência da força  $p \times P^2$ , o esforço por milímetro quadrado é  $K$ , este é agravado de  $\frac{1}{3} K$  logo que a força passe a ser  $\frac{5}{4} P^2 \times p$  pelo facto de se ter partido um esteio. Sendo assim, teremos, por cada um dos quatro esteios:

$$5,44 + \frac{5,44}{3} = 7,25 \text{ kgs/mm quadr.}$$

maior portanto do que a carga 6,33 kgs/mm quadr. considerada de segurança.

O facto de cada um dos quatro esteios ter trabalhado além do limite julgado de segurança obriga o perito a mandar substituir cinco esteios: aquele que se partiu e os adjacentes.

Se o esteio partido não é substituído, a fórmula

$$P = \frac{C(t-1)^2}{a^2 + b^2}$$

mostra que, havendo uma zona de chapa para a qual o valor  $(a^2 + b^2)$  se tornou  $2(a^2 + b^2)$ , deve o perito mandar reduzir a pressão para metade até que seja feito o trabalho nos esteios.

Não se podendo fazer a substituição imediata de um esteio partido, pode aceitar-se uma reparação temporária, com redução de pressão, tal como é indicada na fig. 51.

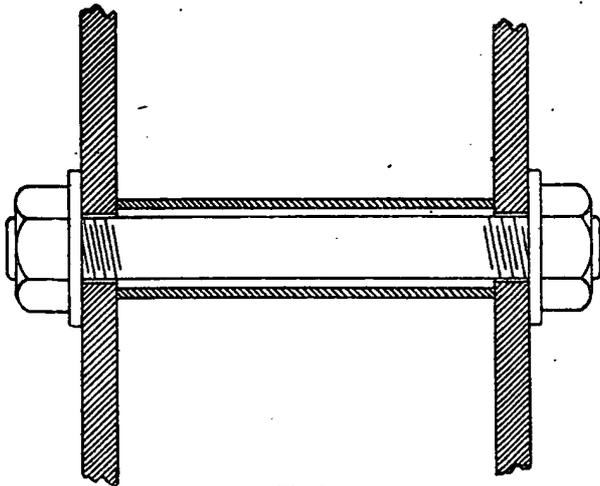


Fig. 51

Art. 176.º No caso dos esteios de ferro, seguem-se também os critérios indicados nos artigos anteriores, devendo-se, no entanto, supor que a carga de segurança não excederá 4,92 kgs/mm quadr. (7000 lbs/1 pol. quadr.) na secção considerada na base do filete dos esteios roscados.

§ único. Se os esteios forem caldeados, ou trabalhados a quente, a tensão, considerada de segurança, não deverá ultrapassar 3,51 kgs/mm quadr. (5000 lbs/1 pol. quadr.)

Art. 177.º A secção dos esteios oblíquos é calculada do seguinte modo: determina-se a secção de um esteio capaz de suportar directamente o esforço que incide sobre a superfície considerada; depois multiplica-se a área dessa secção pelo comprimento do esteio oblíquo e divide-se o produto pelo comprimento de uma linha tirada da extremidade do esteio oblíquo, perpendicularmente à superfície suportada; o cociente dará a secção procurada. (Veja-se nota).

No caso de esteios formando esquadro (*gousset*), deverá a sua secção exceder de 10 por cento, pelo menos, a que tenha sido encontrada pela regra precedente.

Art. 178.º As chapas em forma de calote esférica devem ser escoradas nos casos mencionados no art. 218.º

Nota.— Pode explicar-se facilmente esta regra.

Seja *M* um ponto da superfície que suporta a esteio oblíquo *MN* e *N* o ponto de ligação deste último (veja-se fig. 52).

Tomemos para plano da figura o plano passando pelo eixo do esteio e normal à superfície no ponto *M*. Então *MM<sub>1</sub>* e *MM<sub>2</sub>* é o traço dessa superfície sobre o plano da figura e *MT* o do plano tangente no ponto *M*.

Supunhamos que *MN*, comprimento do esteio considerado, representa, ao mesmo tempo, o esforço que o esteio deve suportar para fazer equilíbrio à acção da pressão do vapor sobre a superfície. Ora esse esforço pode ser considerado como decomposto em dois, um normal à superfície, segundo *MT*, outro tangente, segundo *MT'*; as duas componentes *MT* e *MT'* são as projecções de *MN* nestas duas direcções.

*MT* seria o esforço suportado por um esteio normal à superfície.

As secções a dar aos esteios devem ser proporcionais aos esforços para que o metal trabalhe nas mesmas condições nos dois ca-

PARTE II

Regras sobre esteios  
propostas pela Conference on the unification of rules  
for the construction of Marine Boilers  
and steam pipes

Art. 179.º Os esteios não devem ser caldeados.

Se forem necessários mais fios de rêsca, podem, com esse fim, ser encaçadas as extremidades, ou podem ser tomadas barras do diâmetro máximo desejado, torneando-se depois a parte central. Em qualquer destes dois casos devem os esteios ser subseqüentemente recozidos.

Art. 180.º Nas caldeiras de dupla frente, devem os esteios longitudinais ser apoiados a meio do comprimento, pouco mais ou menos.

Art. 181.º Depois de 30 de Junho de 1921 todos os esteios roscados, de diâmetro igual ou superior a 38 milímetros (1 pol. 1/4), devem ter 9 fios por polegada (ou passo de 2,82<sup>mm</sup>.)

Os esteios, de diâmetro igual ou superior a 50,8<sup>mm</sup> (2 pol.), atravessando as chapas e seguros por porcas dum lado e doutro de cada chapa, não devem ter mais de 6 filetes por polegada (passo igual a 4,23<sup>mm</sup>.)

É aconselhável que os esteios roscados sejam torneados entre as chapas às quais são roscados.

É também recomendável que as faces exteriores dos esteios tenham um furo de 4 a 5 milímetros (3/16 pol.) de diâmetro, feito segundo o eixo e prolongando-se cerca de 13 milímetros (1/2 pol.) além da face interna da chapa do involucrio ou das chapas da frente e posterior da caldeira.

Art. 182.º Quando o involucrio de uma caldeira tenha mais de três esteios, dispostos numa mesma linha horizontal, então o valor  $\frac{p-d}{p}$  designando-se por *p* o passo dos esteios e por *d* o seu diâmetro, não deverá ser inferior à resistência requerida para as juntas longitudinais desse involucrio; mas, se isso não for possível, resolve-se a dificuldade pelo desencontro dos esteios que estejam segundo a mesma linha horizontal.

Art. 183.º Os esteios providos de porcas devem ser, tanto quanto possível, normais à câmara de combustão; mas, quando tal disposição não seja viável, deverão então ser usadas anilhas em cunha com o fim de darem suficiente apoio às porcas.

Art. 184.º As porcas para esteios da câmara de fogo devem satisfazer à seguinte tabela:

Diâmetro dos esteios da câmara de fogo, por fora dos filetes:	Espeçura das porcas:
≤ 1 1/2 pol. . . . . ≤ 38,099 mm	3/4 pol. 19,050 mm
1 5/8 e 1 3/4 pol. 41,274 mm e 44,449 mm	7/8 pol. 22,225 mm
1 7/8 pol. e 2 pol. 47,624 mm e 50,799 mm	1 pol. 25,400 mm
> 2 pol. . . . . > 50,799 mm	1 1/8 pol. 28,574 mm

Art. 185.º As porcas dos esteios longitudinais devem satisfazer à tabela III.

...; temos, pois, designando por *S* a secção do esteio oblíquo e por *S'* a secção do esteio normal:

$$\frac{S}{S'} = \frac{MN}{MT} \quad \text{ou} \quad \frac{S}{S'} = \frac{MN}{NT'}$$

e portanto

$$S = S' \frac{MN}{NT'}$$

que corresponde ao enunciado acima referido.

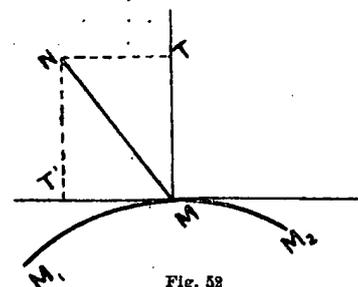


Fig. 52

TABELA III

Dimensões usuais das porcas dos eixos longitudinais

Diâmetro dos eixos na parte não roscaada	Porcas exteriores à caldeira										Porcas interiores à caldeira					
	Largura entre duas faces paralelas					Largura entre dois vértices opostos					Espessura		Espessura			
	Máxima	Mil.	Pol.	Mínima	Mil.	Pol.	Máxima	Mil.	Mínima	Pol.	Máxima	Mil.	Mínima	Pol.	Máxima	Mil.
1/4	(.25)	6,350	1/8	1,270	12,827	.61	15,494	.27	6,858	.25	6,350	.19	4,826	.17	4,318	
3/8	(.375)	9,525	1/4	1,905	17,526	.89	20,828	.33	8,382	.31	7,874	.23	5,942	.21	5,334	
1/2	(.5)	12,700	3/8	2,915	20,320	.95	24,130	.40	10,160	.38	9,652	.27	6,858	.25	6,350	
5/8	(.625)	15,875	1/2	3,815	22,860	1.06	26,924	.52	13,208	.50	12,700	.31	7,874	.29	7,366	
1	(1)	25,400	3/4	4,715	25,146	1.17	29,271	.58	14,732	.56	14,224	.40	10,160	.38	9,652	
1 1/8	(1.125)	28,575	1	5,615	29,371	1.27	32,257	.65	16,510	.63	16,002	.44	11,176	.42	10,668	
1 1/4	(1.25)	31,750	1 1/8	6,515	31,083	1.39	35,395	.71	18,034	.69	17,526	.48	12,192	.46	11,684	
1 3/8	(1.375)	34,925	1 1/4	7,415	34,177	1.50	39,099	.77	19,458	.75	19,050	.52	13,208	.50	12,700	
1 1/2	(1.5)	38,100	1 3/8	8,315	37,083	1.61	40,898	.83	21,082	.81	20,574	.56	14,224	.54	13,716	
1 5/8	(1.625)	41,275	1 1/2	9,215	41,999	1.71	43,433	.90	22,860	.88	22,352	.60	15,240	.58	14,732	
1 3/4	(1.75)	44,450	1 5/8	10,115	46,481	1.83	49,021	1.02	25,308	1.00	25,000	.69	17,226	.67	17,018	
2	(2)	50,799	1 3/4	11,015	51,307	2.15	59,609	1.16	29,463	1.13	28,704	.78	19,458	.76	19,050	
2 1/4	(2.25)	57,148	1 7/8	11,915	55,625	2.27	60,197	1.28	32,511	1.25	31,749	.86	21,844	.83	21,082	
2 1/2	(2.5)	63,497	2	12,815	60,451	2.56	65,023	1.41	35,813	1.38	35,091	.95	24,130	.92	23,368	
2 3/4	(2.75)	69,846	2 1/4	13,715	64,769	2.78	70,611	1.53	38,861	1.50	38,099	1.03	26,162	1.00	25,400	
3	(3)	76,195	2 1/2	14,615	69,341	3.19	81,095	1.78	45,211	1.75	44,449	1.11	29,479	1.08	27,432	
3 1/4	(3.25)	82,544	2 3/4	15,515	74,247	3.64	92,454	2.08	51,561	2.00	50,799	1.36	34,543	1.33	33,718	
3 1/2	(3.5)	88,893	3	16,415	79,152	4.10	104,138	2.28	57,911	2.25	57,149	1.53	38,861	1.50	38,099	
3 3/4	(3.75)	95,242	3 1/4	17,315	84,057	4.49	114,044	2.53	64,261	2.50	63,499	1.70	43,179	1.67	42,417	
4	(4)	101,591	3 1/2	18,215	89,152	4.83	122,680	2.78	70,611	2.75	69,849	1.86	47,243	1.83	46,481	
4 1/4	(4.25)	107,940	3 3/4	19,115	94,057	5.23	132,840	3.03	76,961	3.00	76,199	2.03	51,561	2.00	50,799	
4 1/2	(4.5)	114,289	4	20,015	99,152	5.60	142,237	3.28	83,310	3.25	82,549	2.20	55,879	2.17	55,117	
5	(5)	120,638	4 1/4	20,915	104,057	5.98	151,869	3.53	89,660	3.50	88,898	2.36	59,943	2.33	59,181	
5 1/4	(5.25)	126,987	4 1/2	21,815	109,152	6.41	162,811	3.78	96,010	3.75	95,248	2.53	64,261	2.50	63,499	
5 1/2	(5.5)	133,336	4 3/4	22,715	114,057	6.87	174,495	4.03	102,360	4.00	101,598	2.70	68,579	2.67	67,817	
6	(6)	139,685	5	23,615	119,152	7.88	200,148	4.54	115,314	4.50	114,298	3.04	77,215	3.00	76,199	
		146,034	5 1/4	24,515	124,057	9.01	228,850	5.04	128,014	5.00	126,998	3.37	85,596	3.33	84,580	
		152,383	5 1/2	25,415	129,152	10.22	259,383	5.54	140,713	5.50	139,697	3.71	94,232	3.67	93,216	
		158,732	5 3/4	26,315	134,057	11.55	293,365	6.04	153,413	6.00	152,397	4.04	102,614	4.00	101,598	

Art. 186.º As porcas devem ser de aço macio, ou de ferro; não devem ser caldeadas quando tenham de estar expostas à acção da chama.

Art. 187.º Quando sejam colocados esteios longitudinais *articulados* entre as chapas tubulares, é recomendável que as cavilhas tenham uma secção efectiva de área em excesso de 25 por cento sobre a secção do esteio.

Essas cavilhas terão uma folga total não superior a 1,5<sup>mm</sup> (1/16 pol.)

As peças forjadas que recebem as extremidades desses esteios devem ter, em cada orelha, ou ramo, um diâmetro igual, pelo menos, ao diâmetro do orifício mais 25 milímetros (1 pol.); as orelhas, ou ramos, ficarão o menos possível salientes da chapa da caldeira, isto é, serão o mais curtos possível dentro das condições a que deve satisfazer a sua construção.

Art. 188.º Esteios roscados com um número de filetes por polegada não inferior a nove, ou com filetes de passo não ultrapassando 2<sup>mm</sup>,82, feitos de aço, ou de ferro forjado especial, e correspondente às exigências das provas de materiais previstas nos regulamentos de uma sociedade de classificação reconhecida pelo Governo Português, ou de uma administração marítima estrangeira, não deverão suportar um esforço superior ao que resultar da consideração de uma pressão regime dada pela fórmula que segue:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{8250 (d - 0,267)^2}{a}$$

(Veja-se nota)

Em medidas métricas:

$$P = \frac{580 (d - 6,78)^2}{a}$$

em que  
 $P$  = pressão regime em lbs/1 pol. quadr.  
 $d$  = diâmetro medido sobre os filetes, expresso em polegadas.  
 $a$  = Área, em polegadas quadradas, suportada por um esteio.

em que  
 $P$  = pressão regime em kgs/cm quadr.  
 $d$  = diâmetro medido sobre os filetes, expresso em milímetros.  
 $a$  = Área, em milímetros quadrados, suportada por um esteio.

Nota.— A dedução desta fórmula pode ser assim considerada. Supõem-se esteios de não menos de 9 filetes por polegada. Nestas condições, tratando-se de rosca Whitworth, a altura do filete é dada por  $0,640327 \times$  passo. Como o passo é:

$$= \frac{1}{n.º \text{ filetes por polegada}} = \frac{1}{9}$$

Logo, a altura do filete é igual a:

$$\frac{0,640327}{9} = 0,07115$$

Portanto, para o diâmetro na base do filete temos de deduzir  $2 \times 0,07115 = 0,142$  aproximadamente.

Por outro lado, convém não se contar com (1/16 pol.), na base do filete, em cada extremo do diâmetro, visto estar provado que, passado algum tempo de serviço, o material nessa espessura não contribui para o esforço total. Assim, em resumo, o diâmetro efectivo vem:

$$d - 0,142 - 2 \times \frac{1}{16} = d - 0,142 - 0,125 = d - 0,267$$

Com esta margem pode então tomar-se a carga de segurança igual a 10500 lbs/1 pol. quadr. (7,38 kgsem/ quadr.) e como:

$$\frac{\pi}{4} \times 10:500 = 8:250, \text{ tem-se pois: } P = \frac{8:250 (d - 0,267)^2}{a}$$

Em caso de cálculo directo, tomando-se o diâmetro na base do filete, não deverá contar-se com mais de 9000 lbs/1 pol. quadr.

§ único. Em caso algum deverá a carga sobre um esteio ser superior a 6,33 kgs/mm quadr. (9000 lbs/1 pol. quadr.).

Art. 189.º Para os esteios longitudinais em aço, com um número de filetes por polegada não inferior a seis, ou com filetes de passo não ultrapassando 4<sup>mm</sup>,23, a pressão regime deverá ser calculada por meio da fórmula que segue sem que, em qualquer caso, o esforço a considerar ultrapasse 7,73 kgs/mm quadr. (11000 lbs/1 pol. quadr.) quando se trate de aço cujo limite mínimo de resistência à tracção seja de 44 kgs/mm quadr. (28 tons/1 pol. quadr.)

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{9:500 (d - 0,340)^2}{a} \times \frac{S}{28}$$

(Veja-se nota n.º 1)

em que  
 $P$  = pressão regime em lbs/1 pol. quadr.  
 $d$  = diâmetro do esteio, em polegadas, medido por fora do filete.

$a$  = superfície, medida em polegadas quadradas, suportada por um esteio.  
 $s$  = carga de rotura de aço, à tracção, expressa em tons/1 pol. quadr.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{668 (d - 8,64)^2}{a} \times \frac{R}{44}$$

em que  
 $P$  = pressão regime em kgs/mm quadr.  
 $d$  = diâmetro do esteio medido, em milímetros, por fora do filete.

$a$  = superfície, medida em milímetros quadrados, suportada por um esteio.  
 $R$  = carga de rotura, à tracção, do aço expressa em kgs/mm quadr.

Art. 190.º Nos casos em que as extremidades dos esteios longitudinais tenham maior diâmetro do que o corpo desses esteios e este último diâmetro seja ainda menor do que o do fundo dos filetes, e nos casos em que o número de filetes por polegada é inferior a seis (passo ultrapassando 4<sup>mm</sup>,23), deve a pressão regime satisfazer à seguinte fórmula:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{9:500 (d_1 - 0,125)^2}{a} \times \frac{S}{28}$$

(Veja-se nota n.º 2)

em que  $d_1$  é o diâmetro, na base do filete, ou na parte mais delgada do esteio.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{668 (d_1 - 3,17)^2}{a} \times \frac{R}{44}$$

Art. 191.º Em primeira aproximação podem ser úteis as tabelas IV e V.

Nota 1.— Esta fórmula pode ser assim deduzida: Tendo-se 6 filetes por 1 pol., numa rosca Whitworth, a altura do filete é dada por

$$\frac{0,640327}{6} = 0,1067$$

e portanto o diâmetro na base do filete é  $d - 2 \times 0,167 = d - 0,2134$ . Deduzindo-se duas vezes 1/16 = 0,125, como sendo a espessura do material com que se não deve entrar na resistência, vem:

$$d - 0,2134 - 0,125 = d - 0,3384 = d - 0,340 \text{ aproximadamente.}$$

Supondo-se agora que, com esta margem, se pode contar com uma carga de segurança igual a 12100 lbs/1 pol. quadr. vem:

$$\frac{\pi}{4} \times 12:100 = 9:500 \text{ (aproximadamente)}$$

Na hipótese de se fazer o cálculo directo, com o diâmetro na base do filete, não se deverá contar com mais de 11000 lbs/1 pol. quadr. se o aço empregado tiver uma carga de rotura de cerca de 28 tons/1 pol. quadr.

Nota 2.— Pode-se explicar a dedução 0,125 do mesmo modo que nas fórmulas anteriores.

TABELA IV

Superfície de chapa escorada por um esteio cuja carga de rotação é de 44 kg. mmq. (ou 28 tons. por 1 pol. quad.), pelo menos (passo dos filetes: 4<sup>mm</sup>, 23 ou 6 filetes por polegada)

Pressão regime em libras por polegada quadrada e em quilogramas por centímetro quadrado

Diâmetro sobre os filetes	Lbs.		Kgs.																									
	Pol. quad.	Cm. quad.																										
2	175	1128,99	164	1058,02	154	993,51	145	935,45	138	890,29	131	845,13	128	825,77	124	799,97	121	780,62	119	767,71	116	748,36	114	735,46	111	716,10		
2 1/8	201	1296,72	189	1219,31	178	1148,34	168	1083,83	159	1025,77	151	974,16	147	943,35	144	929,00	141	909,64	137	883,84	134	864,48	131	845,13	127	819,32	124	794,96
2 1/4	231	1490,27	216	1393,50	204	1316,08	192	1238,66	182	1174,15	173	1116,09	168	1088,83	164	1058,02	161	1038,67	158	1019,32	154	994,51	151	974,16	147	948,35	144	929,00
2 3/8	262	1690,26	246	1587,04	232	1496,72	217	1399,95	207	1335,43	196	1264,47	191	1232,21	187	1206,41	183	1180,60	179	1154,79	175	1128,99	171	1103,18	167	1077,38	164	1058,02
2 1/2	295	1903,15	277	1787,03	261	1683,81	246	1587,04	233	1503,17	221	1425,75	216	1393,50	211	1361,24	206	1328,98	201	1296,72	197	1270,92	193	1245,11	189	1219,31	186	1193,50
2 5/8	330	2128,95	310	1999,92	292	1883,80	275	1774,13	261	1683,81	248	1599,94	241	1554,78	236	1522,52	231	1490,27	225	1451,56	220	1419,30	216	1393,50	212	1367,69	208	1341,88
2 3/4	368	2374,10	345	2225,72	325	2096,69	306	1974,12	290	1870,90	276	1780,58	269	1735,42	262	1690,26	256	1651,55	251	1619,29	245	1580,58	240	1548,33	236	1522,52	232	1496,72
2 7/8	406	2619,25	382	2464,42	360	2322,49	339	2187,01	321	2070,89	305	1967,67	297	1916,06	290	1870,90	284	1832,19	278	1793,48	271	1748,32	266	1716,06	261	1683,81	257	1651,55
3	448	2890,21	420	2709,57	396	2554,74	373	2406,36	354	2283,78	336	2167,66	328	2116,05	320	2064,44	313	2019,28	306	1974,12	299	1928,96	293	1890,25	287	1851,54	282	1817,83
3 1/8	491	3167,62	460	2967,63	434	2799,89	409	2638,61	388	2503,13	368	2374,10	359	2316,04	350	2257,98	342	2206,37	335	2161,21	327	2109,60	321	2070,89	315	2032,18	309	1999,92
3 1/4	534	3494,91	500	3274,10	470	3051,50	447	2888,76	423	2728,23	402	2593,45	392	2538,94	383	2470,87	374	2412,81	367	2367,65	358	2309,59	350	2257,98	343	2212,82	336	2170,11
3 3/8	582	3849,91	544	3594,91	510	3324,10	484	3138,76	456	2967,65	437	2819,25	426	2748,23	416	2683,77	407	2625,71	398	2567,64	389	2509,58	380	2451,52	372	2399,91	364	2349,91
3 1/2	634	4249,91	590	3967,63	550	3651,50	520	3438,76	488	3248,23	467	3057,95	451	2980,53	441	2909,57	431	2840,54	421	2780,54	412	2716,03	403	2657,96	394	2599,91	386	2549,91

N. B. — As superfícies foram calculadas em polegadas quadradas por meio da fórmula  $\frac{(d-0,340)^2}{W \cdot P} \cdot 9500$ , tendo-se depois feito a conversão para centímetros quadrados por meio da equiva-

lência 1 polegada quadrada  $\diamond$  6,45136688 centímetros quadrados.

Para um cálculo rigoroso das superfícies em centímetros quadrados, convirá mais a fórmula  $\frac{(d-8,64)^2}{W \cdot P} \cdot 668$ .



A carga de rotura à tracção do aço para tubos não deve exceder 44 kgs/mm quadr. com um alongamento de 20 por cento medido numa barreta de 200/mm (8 pol.)

As barretas terão uma largura máxima de 5/cm (2 pol.) Se forem cortadas de tubos já feitos, deverão ser endireitadas a frio e depois recozidas, antes de sujeitas às provas.

Art. 197.º São permitidas as seguintes tolerâncias na manufactura dos tubos, relativamente às dimensões especificadas:

Diâmetro exterior no corpo do tubo....	} Limite superior: diâmetro especificado + 1 por cento. Limite inferior: diâmetro especificado — 1 por cento.

O fabricante fornecerá e manterá, por cada dimensão de tubos, um grupo de 3 bitolas (anéis), sendo duas correspondentes ao limite superior, e uma correspondente ao limite inferior.

Art. 198.º Os tubos devem ser cilíndricos, mas é permitida uma variação de diâmetros, dentro dos seguintes limites:

Relação do mínimo diâmetro para o máximo ..... no corpo do tubo: 0,49 ÷ 0,50.  
nas extremidades preparadas: 0,99 ÷ 1,00.

Art. 199.º A espessura dos tubos deve estar contida dentro dos seguintes limites:

- Espessura especificada mais 10%.
- Espessura especificada menos 10%.

Art. 200.º As extremidades preparadas dos tubos devem estar limpas, livres de ferrugem e convenientemente recozidas.

Art. 201.º O peso de cada tubo não deve diferir do peso calculado de mais de 5 por cento, para mais ou para menos.

A densidade com que se deve entrar no cálculo será a seguinte:

= 7:841 kgs/m. cub. para os tubos de aço (489,6 lbs/cubic. foot).

— 7:688 kgs/m. cub. para os tubos de ferro (480 lbs/cubic. foot).

Art. 202.º Os fabricantes de caldeiras apresentarão uma garantia, por escrito, de que cada tubo foi satisfatoriamente provado a uma pressão de 70 kgs/cm quadr. (1:000 lbs/1 pol. quadr.)

Art. 203.º Todos os tubos (de ferro, ou de aço) devem poder ser expandidos (numa chapa, ou anel) numa extensão de 5 centímetros (2 pol.), sem fractura ou fenda, até que o diâmetro se torne igual ao valor dado pela seguinte tabela:

Espessura do tubo	Aumento de diâmetro	
	Tubos de ferro	Tubos de aço
Igual ou menor do que 5 milímetros (6 S. W. G.)	2,5 por cento	7,5 por cento
Maior do que 5 milímetros (6 S. W. G.).....	1,5 por cento	5 por cento

Esta prova deve ser feita a uma temperatura não superior a 37,8 C. (100º F.) e pode ser realizada com um expansor vulgar.

Art. 204.º Os tubos devem satisfazer à seguinte fórmula:

Em medidas inglesas:  $T = \frac{B \times D}{10:000} + 0,085$

Em medidas métricas:  $e = \frac{B \times D}{708} + 2,16$

em que  
 B = pressão regime em lbs/1 pol. quadr.  
 D = diâmetro exterior, em polegadas.  
 T = espessura, em polegadas.

em que  
 B = pressão regime em kgs/cm quadr.  
 D = diâmetro exterior, em milímetros.  
 e = espessura, em milímetros.

ou então a uma das seguintes tabelas:

Em medidas inglesas			Em medidas métricas		
Diâmetro exterior em polegadas	Espessura em L. S. W. G. (Ver nota)	Pressão regime em lbs/1 pol.	Diâmetro exterior em milímetro	Espessura em milímetros	Pressão regime em kgs/cm. quad.
2	11	155	51	3,0	11
	10	255		3,25	15
	9	300		3,65	21
2,25	11	140	57	3,0	10
	10	190		3,25	13,5
	9	260		3,65	18
2,50	8	315	63,5	4,0	22
	11	125		3,0	9
	10	175		3,25	12,5
2,75	9	230	70	3,65	16
	8	300		4,0	21
	11	110		3,0	8
3,00	10	160	76	3,25	11
	9	215		3,65	15
	8	275		4,0	19
3,25	7	300	82,5	4,5	21
	10	140		3,25	10
	9	190		3,65	13,5
3,50	8	280	89	4,0	17,5
	7	300		4,5	21
	10	180		3,25	9
3,75	9	180	95,5	3,65	12,5
	8	230		4,0	16
	7	280		4,5	19,5
4,00	10	120	102	3,25	8,5
	9	165		3,65	11,5
	8	215		4,0	15
4,25	7	260	109	4,5	18
	10	140		3,25	10
	9	190		3,65	13,5

Art. 205.º Não havendo especificação em contrário, deve uma das extremidades dos tubos simples vir expandida de 3 milímetros (1/8 pol.) num comprimento de 63 milímetros (2,5 polegadas).

Art. 206.º Há sempre vantagem, nas caldeiras construídas de novo, em que o comprimento dos tubos simples corresponda às fornalhas-tipos (standard furnaces).

Art. 207.º Os diâmetros exteriores dos tubos-esteios (valor A nas figuras n.ºs 53 e 54) devem ir aumentando de 6,35 milímetros (1/4 pol.) desde 51 milímetros (2 pol.) a 89 milímetros (3,5 pol.), inclusiva.

O diâmetro exterior (por fora da parte rosçada) na parte posterior dos tubos-esteios (dimensão A nas figuras n.ºs 53 e 54) deve ser igual ao diâmetro exterior dos tubos simples (artigo 204.º). O comprimento da parte rosçada deve ser igual ao que vem referido nas figuras n.ºs 53 e 54.

Nota n.º 1. — Legal Standard wire gauge: L. S. W. G.

Nota n.º 2.

L. S. W. G.	Equivalente em polegadas	Equivalente em milímetros
6	0,192	4,877
7	0,176	4,470
8	0,160	4,064
9	0,144	3,658
10	0,128	3,251
11	0,116	2,946

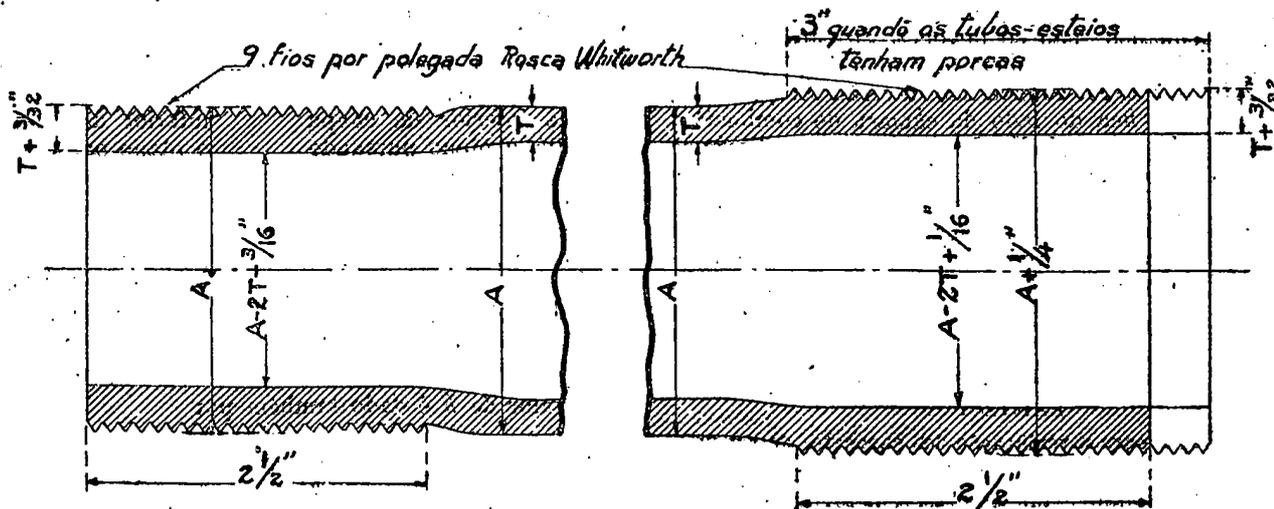


Fig. 53

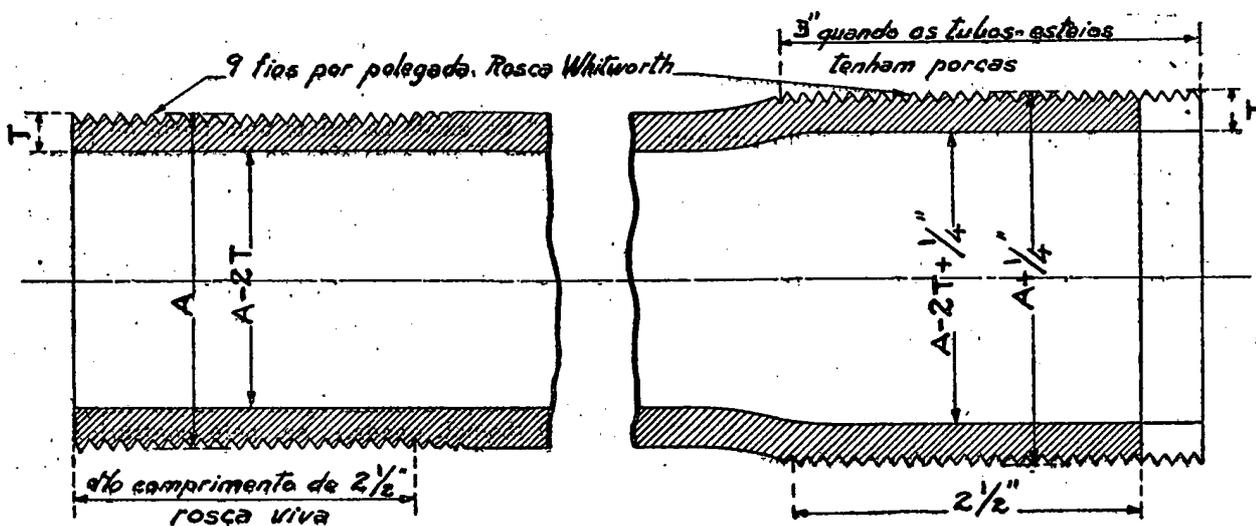


Fig. 54

Art. 208.º A espessura dos tubos-esteios deve ir sucessivamente aumentando de 1<sup>mm</sup>,59 (1/16). Os tubos podem ser de dois tipos:

a) Com as extremidades engrossadas (fig. 53).

Neste caso, a espessura no corpo dos tubos não deve ser

- < 6<sup>mm</sup>,35 (1/4 pol.) para os tubos-esteios marginais.
- < 4<sup>mm</sup>,76 (3/16 pol.) para os restantes tubos-esteios.

A espessura é medida na base dos filetes.

b) Com espessura uniforme (fig. 54).

Neste caso, a espessura no corpo dos tubos não deve ser

- < 7<sup>mm</sup>,94 (5/16 pol.) para os tubos marginais.
- < 6<sup>mm</sup>,35 (1/4 pol.) para os restantes tubos-esteios.

A espessura é medida na base dos filetes.

§ único. Podem ser aceites tubos-esteios de espessura 7<sup>mm</sup>,94 (5/16 pol.) por fora dos filetes, atarrachados com rosca de 9 fios por polegada, para serem considerados como satisfazendo ao mínimo de 6<sup>mm</sup>,35 (1/4 pol.) tomado na base dos filetes, desde que não seja excedida a carga 5,27 kgs/mm quadr. na secção considerada na base do filete; do mesmo modo, podem ser aceites tubos-esteios de 6<sup>mm</sup>,35 (1/4 pol.) espessura por fora dos filetes como se tivessem 4<sup>mm</sup>,76 (3/16 de polegada) na base dos filetes,

desde que não seja excedida a carga de 5,27 kgs/mm quadr. na secção considerada na base do filete.

Art. 209.º É aconselhável que, nas caldeiras construídas modernamente, o comprimento dos tubos-esteios corresponda às fornalhas-tipos.

Quando os tubos-esteios tenham porcas num dos extremos, devem então ter mais 12<sup>mm</sup>,7 (1/2 pol.), isto é, a parte roscada ficará com um comprimento de 76 milímetros (3 pol.) (vejam-se figuras n.ºs 53 e 54).

Art. 210.º Uma das extremidades dos tubos-esteios deve vir alargada de 6<sup>mm</sup>,35 (1/4 pol.) numa extensão de 63<sup>mm</sup>,5, salvo se houver especificação em contrário.

Art. 211.º O engrossamento das extremidades, tal como está representado na figura 53, deve ser obtido por meio de *encalque* e não por meio de soldadura. Depois do *encalque*, os tubos devem ser recozidos e só depois serão atarrachados.

Art. 212.º As extremidades preparadas dos tubos-esteios devem ser limpas e livres de ferrugem. Serão em regra atarrachadas com rosca de 9 fios por polegada inglesa.

Art. 213.º Os tubos-esteios devem ser atarrachados com rosca contínua nas suas extremidades; do mesmo modo, os filetes nas duas chapas tubulares devem pertencer à mesma superfície helicoidal. O passo dos filetes nunca será inferior a 2<sup>mm</sup>,5 (10 filetes por 1 pol.) e, em regra, como já se disse no artigo anterior, sobretudo nas caldeiras construídas depois de 30 de Junho de 1921, convém que esse passo seja igual a 2<sup>mm</sup>,82 (9 filetes por polegada).

Art. 214.º Os tubos-esteios serão expandidos com expansores adequados, não se devendo procurar obter a sua estanqueidade só por meio do encaixe.

Art. 215.º Os tubos-esteios não deverão ter porca na extremidade que fica do lado da câmara de combustão.

Art. 216.º As regras indicadas na parte II aplicam-se não só aos tubos das caldeiras novas como aos tubos novos que sejam colocados nas caldeiras em serviço. Quanto a estas últimas, a aplicação das regras far-se há apenas até o ponto em que não sejam necessárias alterações nos furos e rôscas já abertas nas chapas tubulares.

CAPÍTULO XI

Chapas em forma de calote esférica

PARTE I

Regras antigas para a verificação dos capacetes de vapor e, em geral, das chapas em forma de calote esférica

Art. 217.º Quando estas chapas, em forma de calote esférica, recebam a sua forma definitiva à prensa hidráulica, num só calor, poderão então ser montadas sem esteios desde que sejam observadas as seguintes condições:

Concordâncias das chapas para as abas feitas com raio não inferior a 76 milímetros (3 pol.);

Chapas de aço macio, recozidas depois de receberem a forma definitiva;

Pressão regime não excedendo o valor dado por uma das seguintes fórmulas:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{90.000 \times T \times h}{D^2}$$

(Veja-se nota)

em que  
T = espessura da chapa, em polegadas.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{6.328 \times T \times h}{D^2}$$

em que  
P = pressão regime em kgs/cm quadr.

Nota. — A dedução desta fórmula pode ser assim apresentada. A resistência *f* duma esfera de raio *R* à pressão interna *P* é dada por  $\frac{P \times R}{2 \times T} = f$

Sopunhamos *R* = *D*, sendo *D* o diâmetro do cilindro ligado a calote (fig. 55); sopunhamos ainda que *f* = 6030 lbs/pol. quadr.

Então:

$$6.030 = \frac{P D}{2 T} \text{ ou } \frac{12.060 \times T}{D} = P$$

Multiplicando e dividindo este quebrado por 0,134 *D*, vem:

$$\frac{90.000 \times T \times 0,134 D}{D^2} = P$$

E como

$$0,134 D = \frac{D}{2} (2 - \sqrt{3}) = \frac{R}{2} (2 - \sqrt{3}) = R - R\sqrt{3} =$$

$$= R - \sqrt{R^2 - \frac{R^2}{4}} = R - \sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4}} = h.$$

= *h*  
Logo

$$P = \frac{90.000 T h}{D^2}$$

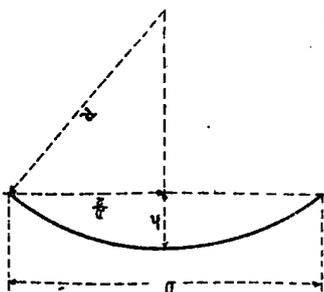


Fig. 55

*P* = pressão regime em lbs/1 pol. quadr.      *T* = espessura em milímetros.

*h* = à flecha medida, em polegadas, desde a face inferior da chapa até o plano passando pela intersecção da chapa com a superfície interna do involucro cilíndrico.      *h* = flecha medida, em milímetros, desde a face inferior da chapa até o plano passando pela intersecção da superfície interior da chapa da calote com a superfície interna do involucro cilíndrico.

*D* = diâmetro interno do involucro, expresso em polegadas.      *D* = diâmetro interno do involucro, expresso em milímetros.

O valor de *h* é dado também por

$$R = \sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4}}$$

em que *R* é o raio interno da chapa da calote.

§ 1.º Estas regras não são aplicáveis às calotes que tenham de suportar outros esforços além dos que derivam da pressão do vapor; é o que sucede, por exemplo, nalgumas caldeiras verticais em que as calotes superiores, estando ligadas às caixas de fumo, sofrem uma forte tensão consequente da dilatação dessas caixas sujeitas à acção do calor.

§ 2.º Se existe na calote uma porta de visita, deve a espessura *T* ser acrescida de 3 milímetros (1/8 pol.).

Art. 218.º Quando as chapas, em forma de calote esférica, sejam de chapa mais fina do que a espessura exigida no caso das superfícies planas, ou quando essas não satisfaçam às condições mencionadas no artigo anterior, devem então ser usados esteios.

No entanto, se a chapa é suficiente para a pressão regime, quando considerada como fazendo parte de uma esfera, atribuem-se então aos esteios de aço uma carga de segurança nominal igual a 12,66 kgs/mm quadr. (18000 lbs/pol. quadr.); se, pelo contrário, as chapas não são suficientes para a pressão regime, devem então ser escoradas como se fôsem superfícies planas.

PARTE II

Regras propostas pela Conference on the unification of rules for the construction of Marine Boilers

Art. 219.º As extremidades dos capacetes de vapor, os topos das caldeiras verticais e outras chapas de forma idêntica, apresentando-se como uma calote esférica sem quaisquer esteios, não deverão ser sujeitas a uma pressão regime interna superior à que é dada pela fórmula que segue:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{15 S (t - 1)}{R}$$

(Veja-se nota)

Em medidas métricas:

$$P = \frac{21,4 R (e - 0,8)}{P}$$

Nota. — Esta fórmula pode ser justificada pelo seguinte raciocínio. Escrevamo-la do seguinte modo:

$$P = \frac{15 F \times 32 (T - 1/32)}{2:240 R}$$

em que

*P* = pressão regime em lbs/pol. quadr.  
*F* = carga de rotura à tracção em lbs/pol. quadr.  
*T* = espessura em polegadas.  
*R* = raio interno em polegadas.

ou ainda:

$$0,107 F = \frac{P R}{2 \left( T - \frac{1}{32} \right)}$$

Vê-se, portanto, abstracção feita da influência de 1/32, que a carga de segurança é cerca de 1/10 da carga de rotura, tal como se verifica na fórmula antiga, visto lá ter-se tomado para carga de segurança *f* = 6030 lbs/pol. quadr. (veja-se nota ao artigo 217.º).

em que  
 $P$  = pressão regime em lbs/pol. quadr.  
 $S$  = carga de rotura à tracção em tons/polegadas quadradas.  
 $t$  = espessura da chapa em 32 avos de polegada.  
 $R$  = raio interior da chapa, expresso em polegadas.

em que  
 $P$  = pressão regime em kgs/cm quadr.  
 $R$  = carga de rotura à tracção em kgs/mm quadr.  
 $e$  = espessura da chapa em milímetros.  
 $p$  = raio interior da chapa, expresso em milímetros.

§ 1.º Quando a calote tem uma porta de visita, deve a espessura da chapa ser aumentada de 3 milímetros (4/32).

§ 2.º As concordâncias das calotes para as abas devem ser feitas com raios não inferiores a quatro vezes a espessura da respectiva chapa e, em caso algum, menores do que 64 milímetros (2,5 pol.).

§ 3.º A altura da aba, no furo feito para a porta de visita, não será menor do que

$$a = \sqrt{t \times w}$$

em que  $t$  designa a espessura da chapa e  $w$  exprime o eixo menor da abertura.

$a$ ,  $t$ ,  $w$  devem ser expressas nas mesmas unidades.

Art. 220.º Quando a calote abrange uma meia esfera, completamente, sem esteios ou outros suportes (o que sucede nos topos de algumas caldeiras verticais), e é confeccionada com várias chapas, deve a pressão regime ser calculada por meio da fórmula que segue:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{(t-2) S J}{C R}$$

em que  
 $P$  = pressão regime em lbs/pol. quadr.  
 $t$  = espessura da chapa em 32 avos de polegada.  
 $S$  = carga de rotura à tracção em tons/pol. quadr.  
 $J$  = percentagem (só o numerador do quebrado) de resistência da costura relativamente à chapa intacta.  
 $R$  = raio interno de curvatura em milímetros.  
 $C$  = 3,3 no caso de cravação simples;  
 2,9 no caso de cravação dupla;  
 2,83 no caso de cravação tríplice.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{(e-16) R J}{C p}$$

em que  
 $P$  = pressão regime em kgs/cm quadr.  
 $e$  = espessura da chapa em milímetros.  
 $R$  = carga de rotura à tracção em kgs/mm quadr.  
 $J$  = coeficiente (numerador e denominador) de resistência da costura relativamente à chapa intacta.  
 $p$  = raio interno de curvatura em milímetros.  
 $C$  = 0,0231 no caso de cravação simples;  
 0,0203 no caso de cravação dupla;  
 0,0198 no caso de cravação tríplice.

## CAPÍTULO XII

### Acessórios das caldeiras. Instalação das caldeiras

#### PARTE I

#### Regras sobre acessórios das caldeiras propostas pela conference on the unification of rules for the Construction of Marine Boilers

Art. 221.º Os peritos não mandarão, em geral, introduzir modificações nas caldeiras existentes, a respeito

dos seus acessórios; se, porém, algum desses tiver de ser substituído, dever-se há então exigir a aplicação das regras adiante expostas, as quais correspondem aos resultados da *Conference on the unification of rules for the construction of Marine Boilers*.

§ único. Essas mesmas regras devem ser observadas nos acessórios das caldeiras construídas de novo.

Art. 222.º Todas as caldeiras devem ter dois meios independentes, capazes de indicar o nível da água; ao seu lado, e de um modo bem visível, deve ser marcado o nível mais alto da câmara de fogo. Um desses meios deve ser um vidro de nível; o outro pode ser um grupo de torneiras de prova.

Art. 223.º Sempre que seja prático, devem as torneiras de prova estar montadas directamente sobre a caldeira.

Um grupo de torneiras de prova deve compreender três torneiras, pelo menos, salvo os casos de caldeiras de diâmetro igual ou menor do que 2<sup>m</sup>.29 (7' 6 pol.), para as quais se julgam suficientes duas torneiras.

As caldeiras verticais de mais de 2<sup>m</sup>.13 (7') de altura devem ter um grupo de, pelo menos, três torneiras de prova.

Art. 224.º As caldeiras de uma só frente, de diâmetro médio igual ou maior do que 4<sup>m</sup>.88 (16'), devem ter, pelo menos, dois vidros de nível, um de cada lado; quando, porém, o seu diâmetro médio seja inferior a 4<sup>m</sup>.88, basta que tenham um vidro de nível de um lado e um grupo de torneiras de prova (ou uma disposição equivalente) do outro.

Art. 225.º As caldeiras de dupla frente devem ter um vidro de nível em cada frente, em lados opostos, e um grupo de torneiras de prova (ou uma disposição equivalente) em cada frente.

Art. 226.º As torneiras de todos os indicadores de nível devem ser acessíveis de posições livres de perigo, no caso de um vidro se partir, sobretudo nos casos de pressão regime superior a 8 kgs/cm quadr.

Art. 227.º Se os indicadores de nível não são montados directamente sobre a caldeira, mas fixados a uma coluna, torna-se então aconselhável a ligação directa dessa coluna à caldeira. E quando isto não seja viável, devem os respectivos tubos de comunicação entre a coluna e a caldeira ser providos de torneiras montadas directamente na caldeira.

As colunas de nível devem ter um diâmetro interno obedecendo aos seguintes valores:

Em medidas inglesas:

Em medidas métricas:

Diâmetro das caldeiras	Diâmetro interno da coluna de nível	Diâmetro das caldeiras	Diâmetro interno da coluna de nível
$7,5 < D \leq 10'$	$\leq 1,75$ pol.	$2,30 \text{ m} < D \leq 3,00 \text{ m}$	45 mm
$D > 10'$	2 pol.	$D > 3,00 \text{ m}$	50 mm
	2,5 pol.		63 mm

Os tubos de ligação, entre a coluna e a caldeira — quando existam — devem ser de cobre (ou de outro material não susceptível de ser corroído) e ter um diâmetro interno não inferior ao que é dado pela seguinte tabela:

Em medidas inglesas:

Em medidas métricas:

Diâmetro da coluna de nível	Diâmetro dos tubos de ligação à caldeira	Diâmetro da coluna de nível	Diâmetro dos tubos de ligação à caldeira
1,75 pol.	1 pol.	45	25
2 pol.	1,25 pol.	50	32
2,5 pol.	1,5 pol.	63	38

Os tubos superiores de comunicação com a câmara de vapor devem ser dispostos de forma a se evitar depósito de água de condensação que diminua a secção de passagem ao vapor.

Sempre que seja possível, deve-se evitar a passagem dos tubos de uma coluna de nível (quando existam) através da caixa de fumo; mas, se esta condição se não puder efectivar, deverá ser deixada uma passagem, em toda a volta do tubo, não inferior a 5 centímetros, com o fim de se obter alguma ventilação.

Art. 228.º Todas as válvulas de mais de 38 milímetros (1,5 pol.) de diâmetro devem ter hastes roscadas; as respectivas tampas devem ser seguras por prisioneiros, ou por meio de parafusos com porca.

Qualquer válvula deve ser disposta de modo que só se possa fechar da esquerda para a direita e ter um indicador, bem visível, para mostrar que está fechada ou que está aberta.

Art. 229.º Em regra, deve ser fácil, em todas as torneiras e válvulas ligadas à caldeira, a verificação se estão fechadas ou abertas.

Art. 230.º Quando os acessórios das caldeiras são fixados por meio de prisioneiros, estes devem atarrachar na chapa, numa extensão igual, pelo menos, ao seu diâmetro. Se os prisioneiros atravessarem toda a espessura da chapa, devem então receber uma porca pelo lado de dentro. Empregando-se parafusos, em vez de prisioneiros, devem esses ser metidos de modo que a cabeça fique do lado interno da caldeira, atarrachando depois em toda a espessura da chapa.

Art. 231.º Cada caldeira deve ser provida de uma válvula, ou torneira, para o salinómetro, instalada numa posição acessível.

Art. 232.º Cada caldeira deve ser provida de um manómetro. As caldeiras de dupla frente devem ter dois manómetros, pelo menos, um em cada extremidade.

Em ambos os casos os manómetros devem ficar em posições de onde possam ser lidos com facilidade.

Art. 233.º Qualquer caldeira deve ter dois meios de alimentação, independentes um do outro, dispondo de válvula própria.

§ único. As caldeirinhas destinadas a navios auxiliares, assim como as caldeirinhas colocadas a bordo de navios de vela, pontões, dragas, etc., podem ter um só aparelho de alimentação, quando a pressão de serviço não exceda 7 kgs/cm quadr. e a superfície de aquecimento seja inferior a 30 metros quadr.

Art. 234.º Cada caldeira deve ter uma válvula, ou torneira de sangrar, fixada directamente sobre o involucro. A válvula, ou torneira, e as suas ligações à válvula do fundo não precisam de ter diâmetro superior a 38 milímetros (1,5 pol.) e, em geral, o seu diâmetro pode ser determinado à razão de 8<sup>mm</sup>,3 por cada metro de diâmetro da caldeira (ou um décimo de polegada por cada pé de diâmetro da caldeira), não sendo porém necessário que exceda 25 milímetros (1 pol.) no caso de caldeiras de diâmetro igual ou menor de que 3<sup>m</sup>,05 (10 pol.).

Art. 235.º As válvulas ou torneiras de sangrar e, quando existam, as de escumação, de duas ou mais caldeiras, podem ser reunidas a um único colector de descarga; nesse caso, porém, devem ser instaladas, por cada caldeira, válvulas de retenção destinadas a prevenir a eventualidade de o conteúdo de uma dada caldeira se esvaziar para uma outra.

Art. 236.º A torneira, ou válvula, do fundo deve ser colocada acima do nível dos estrados da casa das caldeiras, numa posição acessível e disposta de modo a rapidamente se poder verificar se está fechada ou aberta. A chave da torneira só se deve poder tirar quando a

torneira esteja fechada e, havendo válvula, deve o respectivo manípulo ser solidário com a haste.

Art. 237.º Uma válvula de passagem principal deve ser instalada sobre cada caldeira e fixada sobre o seu involucro.

As válvulas de passagem de vapor para os auxiliares devem ser reduzidas ao mínimo para se evitarem os muitos furos nas chapas do involucro. Em todo o caso, as cousas devem ficar dispostas de forma que, quando se tenham duas ou mais caldeiras, duas, pelo menos, das caldeiras existentes possam fornecer vapor para o apito, servomotor do leme e para os grupos electrogéneos a vapor.

Art. 238.º As caixas de válvulas e os acessórios dos tubos de vapor, quando sujeitos só ao vapor saturado, podem ser feitos de ferro fundido; se, porém, estiverem sujeitos a uma temperatura superior a 218° C (425° F), deverá então ser empregado, de preferência, o aço fundido, ou outro material que se possa julgar equivalente.

Art. 239.º Em regra, todas as caldeiras devem ter duas válvulas de segurança, aceitando-se, porém, os casos de caldeiras com uma só válvula de segurança desde que tenham tido a aprovação de uma sociedade de classificação reconhecida pelo Governo, ou de uma administração marítima estrangeira, ou quando se trate de geradores de vapor de capacidade inferior a 100 litros, ou com superfície de grelha inferior a 45 decímetros quadrados.

Art. 240.º As válvulas de segurança devem satisfazer às seguintes condições:

Válvula e mola suficientemente protegidas;

Cada válvula ser construída de forma a se poder evitar a possibilidade de ser sobrecarregada quando a caldeira esteja sob pressão;

Poder a válvula ser facilmente aliviada;

Cada válvula ter um manípulo (ou disposição equivalente) que permita a um homem fazê-la girar à mão na sua sede;

No caso de a mola se partir, não poder a válvula sair da respectiva sede.

§ 1.º A disposição para aliviar as válvulas deve actuar simultaneamente sobre todas as válvulas de segurança duma caldeira e deve poder ser manobrada dum local acessível e livre de perigo do vapor.

§ 2.º As válvulas de segurança podem estar montadas sobre uma mesma caixa, independente de qualquer outra, cujo canal de ligação para a caldeira tenha uma secção de área igual ou maior do que 1,5 vezes a soma das áreas das respectivas válvulas de segurança.

§ 3.º Cada caixa de válvulas de segurança deve ter uma purga ligada por tubo para o porão, ou para um tanque afastado da caldeira.

Art. 241.º Todas as válvulas de segurança devem ser reguladas à pressão exigida, sob vapor, convindo que disparem a uma pressão não superior a 5 por cento da pressão regime.

Deve ser feita uma prova de acumulação de pressão do seguinte modo:

As válvulas de passagem e as válvulas de alimentação estarão fechadas durante 15 minutos, estando os fogos ao máximo; nestas condições, a pressão não deve ir além de 10 por cento da pressão regulada.

Durante esta prova, a caldeira será apenas alimentada da quantidade de água necessária para se manter num nível de segurança.

Os peritos, nesta prova, usarão manómetro-padrão, munido de sifão.

Art. 242.º A área mínima total das válvulas de segurança (do tipo normal) duma dada caldeira cilíndrica, quer esta seja a carvão, quer seja a óleo e quer trábala a tiragem natural ou a tiragem forçada (com casa

de caldeiras abertas ou não) pode ser calculada pela seguinte fórmula:

Em medidas inglesas:  
 Área total, em polegadas quadradas, de todas as válvulas de segurança dada caldeira = superfície de aquecimento em pés quadrados  $\times \frac{K}{p + 15}$   
 (Ver nota n.º 1)

Em medidas métricas:  
 Área total, em milímetros quadrados, de todas as válvulas de segurança dada caldeira = superfície de aquecimento em metros quadrados  $\times \frac{C}{p + 1}$   
 (Ver nota n.º 1)

em que  
 p = pressão regime em lbs/pol. quadr.  
 K = 1,25 se as caldeiras queimam carvão.  
 K = 1,5 se as caldeiras queimam óleo.  
 K = 1,5 se as caldeiras trabalham a tiragem forçada, com casa de caldeiras fechada.

em que  
 p = pressão regime em kgs/cm quadr.  
 C = 610 se as caldeiras queimam carvão.  
 C = 733 se as caldeiras queimam óleo.  
 C = 733 se as caldeiras trabalham a tiragem forçada, com casa de caldeiras fechada.

Nota 1. — No artigo 242.º menciona-se uma fórmula para a qual é indispensável o conhecimento da superfície de aquecimento de uma dada caldeira.

Servem as seguintes normas, indicadas por Messrs Cockburns Ltd, para a determinação da superfície de aquecimento de uma caldeira.

1. — A superfície de aquecimento deve, em geral, ser considerada na face das chapas, ou dos tubos, em contacto com a água.

2. — A superfície de aquecimento total de uma caldeira cilíndrica consta de três partes:

- Superfície de aquecimento total das fornalhas;
- Superfície de aquecimento da câmara, ou câmaras de combustão;
- Superfície de aquecimento do tubular.

a) A superfície de aquecimento das fornalhas deve ser calculada, considerando-se a metade superior das fornalhas, pela parte exterior, até um plano, sensivelmente paralelo às grelhas, passando a 0,076 (3 pol.) abaixo de eixo. Se a fornalha é lisa, multiplica-se o desenvolvimento dessa parte da circunferência pelo comprimento entre as chapas tubulares; se a fornalha é ondulada, multiplica-se por 1,05 vezes esse comprimento, para compensação da maior superfície resultante das nervuras ou ondulações. O desenvolvimento da circunferência é igual a:

$$r \left\{ \pi + 2 \text{ arc. sen. } \frac{0,076}{r} \right\} \quad \text{ou} \quad r \left\{ \pi + 2 \text{ arc. sen. } \frac{3 \text{ pol.}}{r} \right\}$$

em que r é o raio exterior da fornalha (medido na base da ondulação, no caso das fornalhas onduladas), expresso em metros na fórmula da esquerda e em polegadas na fórmula da direita. O valor, em graus, dado pelas tabelas em correspondência de

$$\text{sen. } \frac{0,076}{r} \quad \left( \text{ou de sen. } \frac{3}{r} \right)$$

deve ser reduzido a radianos (um radiano igual a 57,2957795) (um grau igual a 0,0174532925 radianos).

b) A superfície de aquecimento da câmara de combustão é calculada acima de um plano passando a 0,076 (3 pol.) abaixo do eixo da fornalha, deduzindo-se, da chapa tubular, os furos para os tubos.

c) A superfície de aquecimento dos tubos deve ser calculada com o seu diâmetro exterior e o comprimento medido entre as chapas tubulares, considerado portanto interiormente à caldeira.

3. — Nas caldeiras verticais, a superfície de aquecimento total divide-se em duas partes:

Superfície de aquecimento das fornalhas, considerada 0,076 (3 pol.) abaixo das grelhas, devendo-se tomar a superfície das chapas que ficar em contacto com a água e deduzirem-se os furos existentes nessas chapas para as condutas, ou tubos.

Superfície de aquecimento, exterior, dos tubos ou condutas.

4. — Nas caldeiras de tubos de água, a superfície de aquecimento é apenas a superfície exterior de todos os tubos, excluindo-se, portanto, os colectores de água e de vapor.

§ 1.º Pode também ser usada a seguinte fórmula no cálculo da área das válvulas de segurança.

$$\text{Área das válvulas de segurança} = \frac{E}{4P}$$

em que

Em medidas inglesas:  
 A área é expressa em pol. quadr.  
 E = evaporação da caldeira, expressa em libras de vapor obtidas por hora.  
 P = pressão absoluta da caldeira expressa em lbs/pol. quadr.

Em medidas métricas:  
 A área é expressa em centímetros quadrados.  
 E = evaporação da caldeira, expressa em quilogramas de vapor obtidos por hora.  
 P = pressão absoluta da caldeira expressa em kgs/cm quadr.

§ 2.º As válvulas Cockburn designadas por high lift valves (fig. 56) podem ter uma secção igual a 2/3 da que é dada por uma qualquer das fórmulas anteriores (ver nota n.º 2).

§ 3.º As válvulas Cockburn designadas por improved high lift single spring safety valves podem ter uma secção igual a metade da que é dada por uma qualquer das fórmulas anteriores (ver fig. 57 e nota n.º 2).

§ 4.º Seja qual for o tipo de válvula, essa só será aprovada quando satisfaça à prova de acumulação de pressão descrita no artigo anterior.

§ 5.º Os tubos de descarga para a atmosfera e suas derivações devem ter uma secção recta não inferior a 1,1 vezes a área total das válvulas de segurança a que, respectivamente dizem respeito.

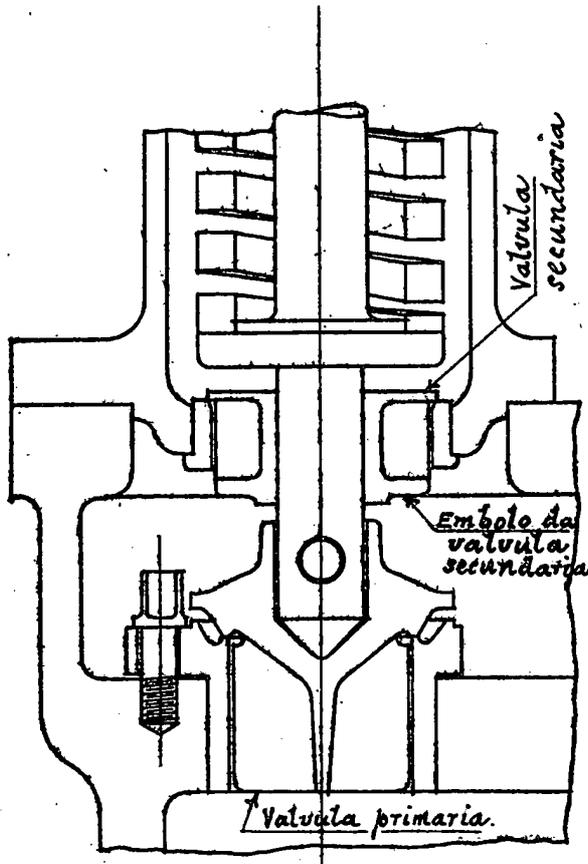


Fig. 56

Nota 2. — Se a área obtida por meio da fórmula fôsse de 25 polegadas quadradas, bastaria contar com 2/3 para a válvula High lift type, ou sejam 3,25 pol. de diâmetro, e com metade daquela área (2,75 pol. de diâmetro) para a válvula Improved high lift type.

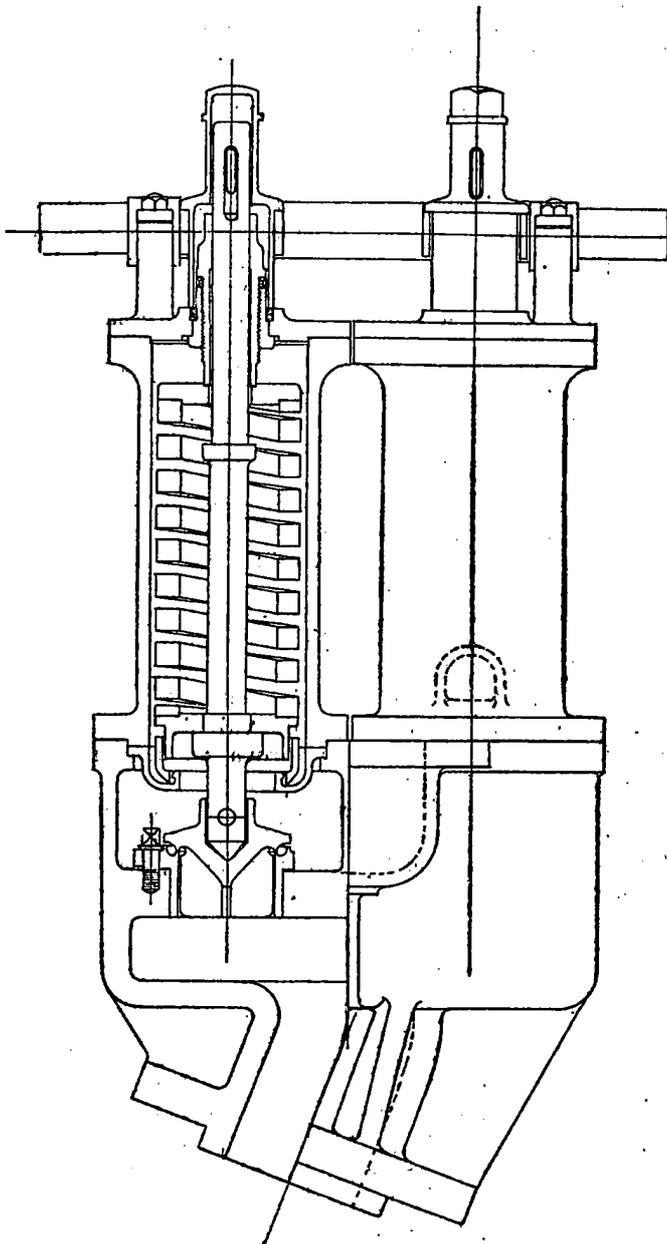


Fig. 67

## PARTE II

Acesso à parte interna das caldeiras  
Regras da Conferência on the unification of rules  
for the construction of Marine Boilers

Art. 243.º É de grande importância o fácil acesso à parte interna das caldeiras para se poder constatar o seu estado de conservação, para a limpeza e manutenção das suas diversas partes. Devem, com esse fim, ser dispostas, em lugares convenientes, portas de visita nos involucros cilíndricos, chapas-testas, capacetes e colectores de vapor, etc., de forma a se poder chegar às partes inferiores das fornalhas, às câmaras de combustão, feixes tubulares, etc.

Nas pequenas caldeiras, não acessíveis internamente, e nas partes das grandes caldeiras também não acessíveis internamente, serão colocadas em posição conveniente portas de inspecção ou de limpeza de dimensões suficientes ao fim a que se destinam.

Art. 244.º Para se taparem as aberturas descritas no artigo anterior nunca serão empregadas portas de ferro fundido, mas sim portas de aço de resistência suficiente feitas de várias peças, ou estampadas e devidamente recozidas, ou de uma só chapa onde seja rebaixada a face para a junta.

Essas portas devem ter uma disposição impedindo que as respectivas guarnições sejam cuspidas por efeito da

pressão e apresentar, quando colocadas no seu lugar, entre a abertura da caldeira e a sua guia, uma folga não superior a 1<sup>mm</sup>,5 (1/16 polegada) em toda a volta.

As tranquetas serão seguras por prisioneiros, com porca interior, ou com parafusos ficando então a cabeça internamente; prisioneiros ou parafusos deverão ser roscados nas chapas que constituem as portas.

Art. 245.º Quando os tubos transversais das caldeiras verticais sejam de grande diâmetro, deve existir uma abertura de inspecção, em face da extremidade de cada tubo, de dimensões suficientes de forma a permitir o exame e a limpeza interna do tubo. As portas destas aberturas devem sempre ser facilmente acessíveis.

## PARTE III

Portas das fornalhas e das caixas de fumo

Art. 246.º As portas das fornalhas e das caixas de fumo devem ser solidamente estabelecidas de modo a impedir, no caso de avaria, o retôrno da chama ou as projecções de água ou de vapor na casa das caldeiras.

## PARTE IV

Instalação das caldeiras

Art. 247.º A casa das caldeiras deve ter as dimensões suficientes para que o serviço dos fogos e as operações correntes de manutenção das caldeiras se façam sem perigo. Devem ter uma boa ventilação.

Na casa das caldeiras devem haver, pelo menos, duas vias de saída do pessoal, no caso de perigo, salvo no caso de pequenos navios em que se pode considerar suficiente uma só via de acesso.

Art. 248.º Salvo casos excepcionais, a considerar isoladamente, os picadeiros das caldeiras devem ter uma altura tal que a parte mais baixa da caldeira fique a uma distância não inferior a 45 centímetros acima das cavernas, ou da plataforma dos duplos fundos.

§ único. No caso de caldeiras instaladas sobre duplos fundos contendo óleo, devem ser observadas as prescrições do artigo 47.º

## CAPÍTULO XIII

Encanamentos

## PARTE I

Regras antigas sobre encanamentos

Art. 249.º A pressão regime compatível com encanamentos de cobre, bem manufacturados e com costuras longitudinais soldadas, é dada pela fórmula que segue:

Em medidas inglesas:

Em medidas métricas:

$$P = \frac{6000 \left( T - \frac{1}{16} \right)}{D}$$

$$P = \frac{422 (T - 1,6)}{D}$$

em que

$P$  = pressão regime em lbs/pol. quadr.

$T$  = espessura em polegadas.

$D$  = diâmetro interior em polegadas.

em que

$P$  = pressão regime em kgs/cm quadr.

$T$  = espessura em milímetros.

$D$  = diâmetro interno em milímetros.

Art. 250.º Se os encanamentos de vapor são feitos de tubo de cobre sem costura, a fórmula a usar é a seguinte:

Em medidas inglesas:

Em medidas métricas:

$$P = \frac{6000 \left( T - \frac{1}{32} \right)}{D}$$

$$P = \frac{422 (T - 0,8)}{D}$$

tendo as letras as mesmas significações que as das fórmulas do artigo anterior.

Art. 251.º A pressão interna em encanamentos de vapor com costura, feitos de ferro, é dada pela fórmula que segue:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{6000 T}{D}$$

em que  
P = pressão regime em lbs/pol. quadr.

D = diâmetro interno das polegadas.

T = espessura em polegadas.

Em medidas métricas:

$$P = \frac{422 T}{D}$$

em que  
P = pressão regime em kgs/cm qua r.

D = diâmetro interno em milímetros.

T = espessura em milímetros.

## PARTE II

Regras, sobre encanamentos sujeitos à pressão interna, propostas pela Conference on the unification of rules for the construction of Marine Boilers and steam pipes

Art. 252.º Os tubos de cobre obtidos por depósito electrolítico não podem ser empregados nos encanamentos de vapor, e nos encanamentos de alimentação (entre as bombas e as caldeiras), sangria e de escumação.

Art. 253.º Todos os tubos de cobre para o vapor, alimentação (entre as bombas e as caldeiras), sangria e escumação devem ser recozidos antes de colocados no seu lugar.

Art. 254.º Serão empregados tubos de cobre sem soldadura sempre que os encanamentos de vapor, alimentação (entre as bombas e as caldeiras), sangria e escumação devam suportar uma pressão superior a 5,25 kgs/mm<sup>2</sup> quadr. (75 lbs/pol. quadr.)

Art. 255.º Não serão empregados tubos de cobre:

Para o vapor sobreaquecido;

Nos encanamentos de vapor sujeitos a uma pressão superior a 12,65 kgs/cm<sup>2</sup> quadr. (180 lbs/pol. quadr.) e com um diâmetro interno maior do que 125<sup>mm</sup> (5 pol.)

Art. 256.º Antes de colocados no seu lugar, os tubos de cobre, embora já com a forma definitiva, devem ser provados hidráulicamente a uma pressão igual, pelo menos, a duas vezes a pressão regime.

Art. 257.º Os tubos de cobre dos encanamentos entre as bombas de alimentação e as caldeiras devem ser provados a 2,5 vezes a pressão regime.

Art. 258.º A pressão admissível nos tubos de cobre deve ser determinada por uma das seguintes fórmulas:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{F(t-3)}{D}$$

em que  
P = pressão regime em lbs/pol. quadr.

t = espessura do tubo, em centésimos de polegada.

D = diâmetro interno, em polegadas.

F... é um coeficiente que se faz igual a:

60, no caso de tubos de vapor, sem costura;

45, no caso de tubos de vapor soldados;

48, no caso de tubos de água de alimentação (entre as bombas e as caldeiras) sem soldadura;

Em medidas métricas:

$$P = \frac{K(e-0,8)}{D}$$

em que  
P = pressão regime em kgs/cm<sup>2</sup> quadr.

e = espessura em milímetros.

D = diâmetro interno, em milímetros.

k = aos valores abaixo indicados:

422, no caso de tubos de vapor sem costura;

316, no caso de tubos de vapor soldados com solda forte;

337, no caso de tubos de água de alimentação (entre as bombas e as caldeiras) sem soldadura;

36, no caso de tubos de alimentação (entre as bombas e as caldeiras) soldados a solda forte.

253, no caso de tubos de água de alimentação (entre as bombas e as caldeiras) soldados a solda forte.

§ 1.º Quando os tubos de cobre tenham de ser curvados, deve a sua espessura ser superior à exigida pela fórmula anterior, a fim de se ter em consideração o adelgaçamento produzido pela curvatura.

§ 2.º Em caso algum o raio de curvatura do eixo do tubo será inferior a duas vezes o seu diâmetro externo.

Art. 259.º Podem ser usados tubos de ferro ou de aço em encanamentos de vapor e noutros também sujeitos a pressão interna.

Art. 260.º As costuras devem ser feitas ou a martelo, sobre um mandril, ou por laminagem.

Art. 261.º Os tubos que sejam aquecidos por causa das costuras, ou para ligação de manilhas, ou para serem curvados, ou para qualquer outro fim, deverão ser subsequentemente recozidos.

Art. 262.º O aço macio usado em tubos de vapor, com costura (laminados), pode ter uma carga de rotura à tracção não excedendo 44 kgs/mm<sup>2</sup> quadr. (28 tons/pol. quadr.), com um alongamento mínimo de 25 por cento medido numa barreta-tipo de 200 milímetros (8 pol.) de comprimento entre os pontos de referência.

Art. 263.º Os tubos dos encanamentos entre as bombas de alimentação e as caldeiras devem ser sem costura e acabados a frio.

Art. 264.º Os tubos de vapor, de ferro ou de aço, devem ser submetidos à provã hidráulica com 3 vezes, pelo menos, a pressão regime, antes de serem colocados no seu lugar.

Art. 265.º Os tubos de ferro ou de aço, entre as bombas e as caldeiras, devem ser submetidos à pressão hidráulica de 4 vezes a pressão regime, pelo menos.

Art. 266.º A pressão permitida nos encanamentos de ferro ou de aço deve ser determinada pelas seguintes regras:

a) Tubos de vapor, feitos de aço, sem costura e acabados a frio:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{120(t-10)}{D}$$

Em medidas métricas:

$$P = \frac{844(e-2,5)}{D}$$

b) Tubos de vapor, feitos de aço, sem costura e acabados a quente:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{120(t-12)}{D}$$

Em medidas métricas:

$$P = \frac{844(e-3)}{D}$$

c) Tubos de vapor, feitos de ferro ou de aço, com costura, munidos ou não de contrafortes:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{90(t-12)}{D}$$

Em medidas métricas:

$$P = \frac{633(e-3)}{D}$$

d) Tubos para a água de alimentação dispostos entre as bombas e as caldeiras:

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{100(t-8)}{D}$$

Em medidas métricas:

$$P = \frac{703(e-2)}{D}$$

Nestas fórmulas:

P = pressão regime em lbs/pol. quadr. à qual

Nestas fórmulas:

P = pressão regime em kgs/cm<sup>2</sup> quadr. à qual

serão submetidos os tubos de vapor e a pressão da caldeira no caso dos tubos entre as bombas e as caldeiras.

$t$  = espessura em centésimos de polegada.

$D$  = diâmetro interno, em polegadas.

serão submetidos os tubos de vapor e a pressão da caldeira no caso dos tubos entre as bombas e as caldeiras.

$e$  = espessura em milímetros.

$D$  = diâmetro interno dos tubos, em milímetros.

## CAPÍTULO XIV

### Caldeiras de tubos de água

Art. 267.º A construção das caldeiras de tubos de água e as provas dos materiais usados nessa construção devem satisfazer às regras gerais indicadas a propósito das caldeiras cilíndricas ressalvadas as excepções estabelecidas no presente capítulo.

Art. 268.º O desenho das caldeiras de tubos de água deve ser tal que fique assegurada uma boa circulação da água sobre todas as superfícies expostas à acção da chama.

Art. 269.º A posição dos vidros de nível deve ser tal que a água comece a aparecer precisamente quando já esteja acima dos tubos mais altos, no caso de caldeiras em que todos os tubos fiquem cheios de água com os fogos apagados; nas outras caldeiras, a posição do vidro de nível será determinada por considerações de ordem prática que indiquem ser suficiente um determinado nível de água.

Art. 270.º As costuras longitudinais dos colectores de água, cujos diâmetros internos sejam superiores a 100 vezes a espessura da chapa nas costuras, não poderão ser sobrepostas; serão, pelo contrário, feitas de modo que, internamente, a secção fique circular.

Art. 271.º Os tubos das caldeiras que liguem entre si os colectores, ou as caixas (*headers*), e que sejam também os meios de circulação da água, devem ficar inclinados de 15 graus, pelo menos, sobre a horizontal; nos casos, porém, em que os tubos sejam dispostos em série, basta que essa inclinação seja de 5 graus.

Art. 272.º É aconselhável que o desenho preveja o depósito automático de impurezas, sem que daí possa advir perigo para as superfícies expostas directamente à acção do calor.

Art. 273.º Sempre que o fundo dos colectores de vapor possa estar exposto à acção da chama, ou dos gases quentes, e não esteja protegido pelo tubular, deverá então ser aplicado um material isolante de pequena condutividade para o calor.

Em vez deste procedimento, poderá ser conveniente adotar a chapa tubular na zona sujeita à acção da chama, ou dos gases quentes da combustão.

Art. 274.º Todos os tubos, sujeitos à pressão interna, deverão ser de aço Martin-Siemens (ácido ou básico) e sem costura. A carga de rotura à tracção desse aço não deve exceder 44 kgs/mm quadr. (28 tons/1 pol. quadr.) com um alongamento não inferior a 30 por cento sobre barretas do tipo C (ver fig. n.º 6) (tipo F das British Standard Specifications) tirada dos lingotes. Estas características deverão ser certificadas pelos fabricantes do aço e dos tubos.

Art. 275.º Todos os tubos tendo, pelo menos, 58<sup>mm</sup> (1,5 pol.) de diâmetro exterior devem ser acabados a frio; esses tubos, assim como todos os que sejam estirados a frio, devem ser convenientemente recozidos, antes de serem examinados.

Art. 276.º Todos os tubos devem ser isentos de defeitos, tanto internamente, como externamente.

Art. 277.º Os tubos devem poder ser achatados a martelo, a frio, até que o intervalo entre as suas superfícies

interiores não seja maior do que o valor dado pela seguinte tabela:

Espessura	Intervalo
$3,25 < e \leq 3,25$ mm. (n.º 10 L. S. G.)	1,6 mm. ( $\frac{2}{32}$ pol.)
$3,25 < e \leq 4,90$ mm. (n.º 6 L. S. G.)	5,5 mm. ( $\frac{7}{32}$ pol.)
$4,90 < e \leq 6,40$ mm. (n.º 3 L. S. G.)	9,5 mm. ( $\frac{12}{32}$ pol.)
$e > 6,40$ mm.	14,3 mm. ( $\frac{18}{32}$ pol.)

L. S. G. = Legal Standard Wire Gauge  
e = espessura dos tubos

Art. 278.º Também todos os tubos devem poder suportar, a frio, um alargamento, nas suas extremidades, por meio de expansor, ou de tufos, até os limites dados pela tabela seguinte:

Espessura dos tubos	Alargamento das extremidades	
	Quando feito por tufos	Quando feito por expansor
$3,25 < e \leq 3,25$ mm. (n.º 10 L. S. G.)	12,5 %	9,5 %
$3,25 < e \leq 4,90$ mm. (n.º 6 L. S. G.)	9,5 %	7 %
$e > 4,90$ mm.	6,5 %	5,5 %

Art. 279.º Os tubos devem ser apresentados para as provas em lotes de 100 tubos cada. Dois tubos serão escolhidos ao acaso, de cada um de dois lotes e um tubo de cada um dos lotes restantes.

Cada tubo, assim escolhido, é submetido às provas de alargamento das extremidades.

Um tubo de cada lote, que até pode ser o que já tenha sofrido o alargamento de diâmetro nas extremidades, será depois submetido à prova de achatamento, feita a frio, até aos limites especificados no artigo 277.º em três secções, sendo duas nas extremidades e uma no meio do tubo, aproximadamente, devendo as partes achatadas ficar em três planos diferentes.

Depois destas provas, os tubos não devem apresentar qualquer fenda.

Art. 280.º Se um dos tubos escolhidos não satisfaz a uma qualquer destas provas, descritas nos artigos precedentes, serão então tomados dois outros tubos do respectivo lote para serem submetidos às duas provas de alargamento das extremidades de diâmetro e de achatamento em três secções.

E então se um novo insucesso se apresentar, rejeitar-se há o lote de tubos em questão.

Art. 281.º Cada tubo deverá ser provado, na fábrica que o produziu, à pressão hidráulica de, pelo menos, 70 kgs/cm<sup>2</sup> quadr. (1:000 lbs/1 pol. quadr.)

Art. 282.º Os tubos de retorno da água devem ser provados como os tubos de vapor.

Art. 283.º Pode ser aceite o certificado do fabricante dos tubos, relativo às provas mencionadas nos artigos anteriores, desde que cada tubo tenha 25<sup>mm</sup> (1 pol.) a mais do comprimento encomendado, devendo esse excesso vir parcialmente serrado para poder ser submetido à prova de achatamento, mencionado no artigo 277.º

Art. 284.º Quando não haja especificação em contrário, devem os tubos vir rectilíneos e praticamente concêntricos em todo o seu comprimento.

A tolerância, para a espessura especificada, não deve ultrapassar 5 por cento para menos, na parte mais delgada; nem 10 por cento para mais, na parte mais espessa.

Esses mesmos limites devem ser aplicados aos desvios de concentricidade.

Art. 285.º As tolerâncias no diâmetro exterior, em relação aos números especificados, são as seguintes :

Diâmetro exterior	Tolerâncias para mais
$35 < d \leq 35$ mm. (1 $\frac{3}{8}$ pol.)	0,18 mm. ( $\frac{7}{1000}$ pol.)
$35 < d \leq 38$ mm. (1 $\frac{1}{2}$ pol.)	0,4 mm. ( $\frac{1}{64}$ pol.)
$d > 38$ mm.	0,8 mm. ( $\frac{2}{64}$ pol.)
Tolerâncias para menos	
0,08 mm. ( $\frac{3}{1000}$ pol.)	
0,4 mm. ( $\frac{1}{64}$ pol.)	
0,4 mm. ( $\frac{1}{64}$ pol.)	

Art. 286.º Os tubos devem ser convenientemente expandidos nos furos das chapas tubulares.

Depois de expandidos, a parte saliente, útil, não será inferior a 6<sup>mm</sup> ( $\frac{1}{4}$  pol.)

§ único. Em cada extremidade, deve evitar-se que o tubo saia fora do seu lugar, abocardando-se o tubo de modo que o aumento de diâmetro seja  $\frac{1}{32}$  do diâmetro exterior, mais 1,6<sup>mm</sup> ( $\frac{2}{32}$  pol.), ou seja  $\frac{1}{32}$  pol. por cada 1 pol. de diâmetro exterior, mais  $\frac{2}{32}$  pol. Portanto o aumento de diâmetro será de :

- 2,4 mm. ( $\frac{3}{32}$  pol.) para um tubo de 25 mm. (1 pol.)
- 3,2 mm. ( $\frac{4}{32}$  pol.) para um tubo de 50 mm. (2 pol.)
- 4 mm. ( $\frac{5}{32}$  pol.) para um tubo de 75 mm. (3 pol.)

Art. 287.º Os furos para os tubos, obtidos nos colectores e nas caixas (*Drums, pockets or Headers*) devem ser tais que, depois de feitos, permitam tornar estanques os tubos. Com este fim, os tubos, se são praticamente normais às superfícies das chapas aonde vão ser ligados, não devem assentar numa espessura menor do que 9<sup>mm</sup>,5 ( $\frac{3}{8}$  pol.); se, porém, são inclinados terá então o construtor que arranjar, na própria chapa tubular, uma superfície concêntrica ao tubo, de espessura não inferior a 13<sup>mm</sup> ( $\frac{1}{2}$  pol.)

Art. 288.º A espessura mínima dos tubos deve ser calculada pela seguinte fórmula :

Em medidas inglesas :

$$t = \frac{P \times d}{F} + 7$$

ou

$$P = \frac{t - 7}{d} \times F$$

em que

P = pressão regime em lbs/1 pol. quadr.

t = espessura em centésimos de polegada.

d = diâmetro exterior em polegadas.

Para as fiadas de tubos próximos da fornalha e para as que constituem, no feixe tubular, as paredes de evacuação dos gases quentes: F = 55.

Para todos os outros tubos: F = 75.

Art. 289.º Quando as chapas tubulares fazem parte dos colectores cilíndricos de água ou de vapor, a sua espessura, na região dos furos para os tubos, deve ser calculada por meio da seguinte fórmula :

Em medidas inglesas :

$$t = \frac{(W.P.) \times C \times D}{S \times J} + 4$$

ou

$$W.P. = \frac{(t - 4) S \times J}{C \times D} \text{ lbs/1 pol.}$$

Em medidas métricas :

$$e = \frac{P \times d}{C} + 1,8$$

ou

$$P = \frac{(e - 1,8)}{d} \times C$$

em que

e = espessura em milímetros.

P = Pressão regime em kgs/cm<sup>2</sup> quadr.

d = diâmetro exterior, em milímetros.

Para as duas fiadas de tubos, próximos da fornalha; e para as que constituem, no feixe tubular, as paredes de evacuação dos gases quentes: C = 890.

Para todos os outros tubos: C = 530.

em que

D... é o diâmetro interno do colector, em polegadas.

t... é a espessura da chapa em 32 avos de polegada.

S... é a carga de rotura à tracção (valor mínimo) da chapa constituindo o colector, expressa em tons/1 pol. quadr.

J... é a percentagem de resistência da chapa, numa linha recta atravessando a furação para os tubos e paralela ao eixo do colector :

$$\frac{p - d}{p} \times 100$$

sendo p o passo dos tubos considerado em linhas paralelas ao eixo do colector, expresso em polegadas; e d o diâmetro dos furos para os tubos, expresso em polegadas.

W P = pressão regime em lbs/1 pol. quadr.

C... tem o valor 3.

em que

D... é o diâmetro interno do colector, em milímetros.

e... é a espessura da chapa tubular, em milímetros.

R... é a carga de rotura à tracção (valor mínimo) da chapa constituindo o colector, expressa em kgs/mm<sup>2</sup> quadr.

J... é a percentagem de resistência da chapa numa linha recta atravessando a furação para os tubos e paralela ao eixo do colector :

$$\frac{p - d}{p} \times 100$$

sendo p o passo dos tubos considerado em linhas paralelas ao eixo do colector, expresso em milímetros; e d o diâmetro dos furos, expresso em milímetros.

P... pressão regime em kgs/cm<sup>2</sup> quadr.

C = 2,1.

Art. 290.º As caixas, que recebem os tubos, e os dispositivos análogos podem ser de aço forjado ou fundido, ou de qualquer outro material susceptível de ser aprovado para o mesmo fim.

O aço forjado ou fundido deve vir acompanhado de certificado justificativo de que satisfaz às provas gerais exigidas para esse material; o aço fundido, além de outras condições, deve satisfazer a uma prova de dobramento a 90 graus, em que o raio interno de curvatura não exceda 25<sup>mm</sup>, e a uma prova de tracção (40 a 55 kgs/mm<sup>2</sup> quadr. ou 26 a 35 tons/1 pol. quadr.) com um alongamento que pode apenas ser de 15 por cento (*British Engineering Standards, Grade B or C*).

§ 1.º O certificado do material, empregado na manufactura das caixas e dos dispositivos análogos, pode provir de um laboratório de resistência de materiais, nacional, ou estrangeiro.

§ 2.º Em todos os casos, o certificado de prova dos materiais deve corresponder às exigências dos regulamentos de uma Sociedade de classificação, reconhecida pelo Governo Português, ou às regras indicadas pela *British Engineering Standards Association*.

Art. 291.º Quando as superfícies planas das caixas dos tubos, ou de dispositivos análogos, não têm furos para os tubos, então a sua espessura não deve ser inferior ao valor que resulta da aplicação da fórmula seguinte :

Em medidas inglesas :

$$t = b \sqrt{\frac{W.P.}{C}} + 3$$

ou

$$W.P. = \frac{(t - 3)^2}{b^2} \times C$$

Em medidas métricas :

$$e = l \sqrt{\frac{P}{C}} + 2,4$$

ou

$$P = \frac{(e - 2,4)^2}{l^2} \times C$$

em que $t \dots$ é a espessura, em 32 avos de polegada.	em que $e \dots$ é a espessura em milímetros.
$b \dots$ é a largura, em polegadas, da superfície plana, medida interiormente entre os pontos de apoio.	$l \dots$ é a largura, em milímetros, da superfície plana, medida interiormente entre os pontos de apoio.
$C = 81$ para o aço forjado.	$C = 5:830$ para o aço forjado.
$C = 64$ para o aço fundido.	$C = 4:600$ para o aço fundido.
$W. P. =$ pressão regime em lbs/1 pol. quadr.	$P =$ pressão regime em kgs/cmq.

Art. 292.º A espessura das caixas ou dos dispositivos análogos, na zona dos furos para os tubos, não deve ser inferior ao valor dado pela fórmula:

Em medidas inglesas :

$$t = 3\sqrt{d + 8}$$

Em medidas métricas :

$$e = 0,473\sqrt{d} + 6,35$$

em que $t \dots$ é a espessura, em polegadas.	em que $e \dots$ é a espessura, em milímetros.
$d \dots$ é o diâmetro dum furo, expresso em polegadas.	$d \dots$ é o diâmetro dum furo, expresso em milímetros.

Art. 293.º As caixas para os tubos devem ser trabalhadas de modo a darem faces absolutamente planas no lugar aonde devem fazer junta as portas de inspecção.

Depois de aplainadas, podem essas faces ser rebaixasadas de 2,<sup>mm</sup>4, relativamente à espessura dada pela regra do artigo anterior, não devendo, porém, em geral, essa espessura descer abaixo de 8<sup>mm</sup>.

Art. 294.º As espessuras das caixas de tubos, expostos à irradiação do calor, ou ao choque dos gases quentes, e que contêm unicamente vapor, enquanto a caldeira está em pleno funcionamento, como acontece com os sobreaquecedores, deve ser 12,5 por cento maior do que a dada pela fórmula do artigo 291.º

Art. 295.º As portas de inspecção devem ser sólidas e susceptíveis de ser abertas e fechadas, de tempos a tempos, sem que daí resulte perdimento da sua eficiência e segurança; e quando sejam fixadas por meio de prisioneiros, devem a disposição e desenho das portas ser tais que essas não saltem fora, mesmo no caso de rotura desses prisioneiros.

Art. 296.º O raio de curvatura, de concordância de qualquer manilha, não deve ser inferior à espessura do tubo a que está ligada.

Art. 297.º O número de válvulas de segurança, o seu traçado e construção, feita segundo os tipos vulgares, devem obedecer às prescrições gerais estabelecidas no capítulo XII para as caldeiras cilíndricas.

Exceptua-se a secção a exigir, que tem de satisfazer à fórmula :

Em medidas inglesas :

$$\text{Área total, expressa em pol. quadr.} = \frac{K}{p + 15} \times \text{superfície de aquecimento, em pés quadrados, dos tubos e de outras partes expostas ao calor de modo a produzirem evaporação da água.}$$

Em medidas métricas :

$$\text{Área total, expressa em mm. quadr.} = \frac{C}{p - 1} \times \text{superfície de aquecimento, em metros quadrados, dos tubos e de outras partes expostas ao calor de modo a produzirem a evaporação da água.}$$

$p \dots$ é a pressão regime em lbs/1 pol.	$p \dots$ é a pressão regime em kgs/cm <sup>2</sup> quadr.
$K = 1,1$ nas caldeiras queimando carvão e a tiragem natural.	$C = 536$ nas caldeiras queimando carvão e a tiragem natural.
$K = 1,25$ nas caldeiras a carvão, com tiragem forçada.	$C = 610$ nas caldeiras a carvão, mas a tiragem forçada.
$K = 1,25$ nas caldeiras queimando óleos.	$C = 610$ nas caldeiras queimando óleos.

§ 1.º A regra deste artigo é a que consta das *Standard Conditions for the design and construction of Water-Tube Marine Boilers*; no entanto, os peritos poderão considerar, nas caldeiras de tubos de água, como superfície de aquecimento apenas a superfície exterior de todos os tubos, excluindo, portanto, os colectores de água e de vapor.

§ 2.º Pode ser aceite qualquer tipo de válvula de segurança desde que satisfaça a todos os fins que se têm em vista e que efectivamente se obtêm com as válvulas de segurança vulgares.

Art. 298.º Os tubos de descarga de vapor para a atmosfera e suas derivações para as válvulas de segurança devem ter uma secção transversal igual, pelo menos, a 1,1 vezes as secções adicionadas das válvulas, obtidas pela fórmula do artigo anterior.

Art. 299.º Devem ser realizadas provas de acumulação de pressão, executadas com as válvulas de passagem fechadas, os fogos ao máximo, durante tanto tempo quanto o permita o volume da água na caldeira, sem todavia ultrapassar, em qualquer caso, sete minutos. O excesso de pressão não deve ir além de 10 por cento da pressão regime.

Art. 300.º Sempre que se tenham duas, ou mais caldeiras, comunicando entre si, convém a instalação de válvulas de passagem, do tipo de válvulas de retenção.

Art. 301.º Cada caldeira deve ter dois indicadores de nível, completamente independentes um do outro; um deles deve ser vidro de nível e o outro pode ser constituído por um sistema equivalente. Se, porém, a caldeira tiver colectores de água, ou de vapor, de comprimento ultrapassando 3,<sup>m</sup>95 (13') e dispostos transversalmente ao navio, então será colocado um vidro de nível em cada extremo do colector ou nas suas proximidades.

Art. 302.º Cada caldeira deve ter dois meios, pelo menos, de alimentação, perfeitamente independentes, cada um provido da sua válvula. Um, pelo menos, desses meios deve ser constituído por um sistema de alimentação automático, conhecido e aprovado por autoridades competentes.

As válvulas de alimentação devem ter dispositivos de transmissão de forma a poderem ser manobradas da casa das caldeiras, ou de outra posição julgada conveniente.

Art. 303.º Todos os colectores devem ser providos de portas de visita de dimensões tais que seja possível o acesso interior, assim como a colocação dos tubos.

Art. 304.º Todos os outros acessórios, não especialmente considerados nos artigos anteriores, devem obedecer às regras que, a seu respeito, foram prescritas para as caldeiras cilíndricas.

## CAPÍTULO XV

### Sobreaquecedores de vapor

Art. 305.º O coeficiente de resistência das costuras dos sobreaquecedores cilíndricos determina-se do mesmo

modo que o das caldeiras, tomando-se para carga de rotura.

30000 lbs/pol. quadr. (21 kgs/mm quadr.)

ou

22400 lbs/pol. quadr. (17,75 kgs/mm quadr.)

se a chama incide normalmente, ou quasi normalmente, as chapas.

§ único. Se o sobreaquecedor é sujeito à pressão exterior, a pressão regime é determinada como no caso das fornalhas lisas, salvo a reduzirem-se os coeficientes na proporção de 30 para 47.

Art. 306.º Os tubos dos sobreaquecedores dispostos em serpentina, ou numa sucessão de tubos de pequeno diâmetro, sujeitos a pressão interna devem ser de aço sem costura; nas restantes partes dos sobreaquecedores não é aconselhável o uso do aço.

Art. 307.º Sempre que os sobreaquecedores possam ser interceptados das caldeiras principais, devem ser providos de válvulas de segurança obedecendo às prescrições indicadas a propósito das válvulas de segurança das caldeiras cilíndricas.

Art. 308.º Os sobreaquecedores devem ser providos de purgas.

### CAPÍTULO XVI

Vaporizadores, reaquecedores de água de alimentação, etc.

Art. 309.º Os vaporizadores e, em geral, todos os aparelhos em que tenha lugar a vaporização da água sob pressão, devem ser considerados como caldeiras de vapor, quer a vaporização seja obtida pelo calor do carvão, vapor ou por outro qualquer meio.

§ único. Em todos estes aparelhos deve haver um especial cuidado com o funcionamento das válvulas de segurança.

Art. 310.º A resistência e qualidade dos materiais, os processos de construção devem, em regra, obedecer às normas gerais indicadas para as caldeiras.

§ 1.º Se, porém, a pressão não exceder 1,05 kgs/cm<sup>2</sup> quadr. (15 lbs/pol. quadr.) podem os vaporizadores ser feitos de material fundido.

§ 2.º O ferro fundido, ou bronze, usados na manufatura dos vaporizadores devem ter uma carga de rotura à tracção não inferior a 10 tons/pol. quadr. (16 kgs/mm<sup>2</sup> quadr.) e então a pressão regime não deve exceder o valor dado pelas seguintes fórmulas:

a) Involucros cilíndricos.

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{C \left( T - \frac{1}{8} \right)}{D}$$

Em medidas métricas:

$$P = \frac{0,008789 \times C (T - 25,4)}{D}$$

b) Tampos planos e circulares.

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{C_1 \times T^2}{D^2}$$

Em medidas métricas:

$$P = \frac{0,07031 \times C_1 \times T^2}{D^2}$$

c) Tampos planos e quadrados.

Em medidas inglesas:

$$P = \frac{C_2 \times T^2}{S^2}$$

Em medidas métricas:

$$P = \frac{0,07031 \times C_2 \times T^2}{S^2}$$

em que

P = pressão regime em lbs/pol. quadr.

T = espessura em polegadas.

D = diâmetro em polegadas.

S = lado do quadrado, em polegadas.

em que

P = pressão regime em kgs/cm<sup>2</sup>.

T = espessura em milímetros.

D = diâmetro em milímetros.

S = lado do quadrado, em milímetros.

C = 4000 no caso do ferro fundido.

6000 no caso do bronze.

10400 no caso do aço.

C<sub>1</sub> = 24000 no caso de ferro fundido.

30000 no caso do bronze.

52000 no caso do aço.

C<sub>2</sub> = 16000 no caso do ferro fundido.

20000 no caso do bronze.

34700 no caso do aço.

§ 3.º As fórmulas anteriores pressupõem que a espessura mínima do material não é inferior a

16<sup>mm</sup> (5/8 pol.) no caso do ferro fundido.

9<sup>mm</sup>,5 (3/8 pol.) no caso do bronze.

13<sup>mm</sup> (1/2 pol.) no caso do aço fundido.

§ 4.º As fórmulas anteriores são aplicáveis aos reaquecedores da água de alimentação, filtros, etc., podendo-se, então, aumentar as constantes, acima mencionadas, de 25 por cento.

§ 5.º Havendo grandes aberturas nas peças fundidas, devem os escantilhões ser convenientemente aumentados.

§ 6.º Se os tampos são fundidos com o involucro, deve então existir um filete interior (nervura) de reforço.

§ 7.º Se os tampos são separados do involucro, então D é o diâmetro do círculo passando pelos centros dos furos para os prisioneiros.

Art. 311.º A resistência dos prisioneiros, ou dos parafusos com porca, que seguram os tampos dos vaporizadores, reaquecedores da água de alimentação, filtros e de outros recipientes análogos, deve ser calculada em base do valor da pressão total obtida pelo produto da pressão unitária pela área do círculo passando pelos centros dos furos correspondentes a esses prisioneiros, ou parafusos. A secção deve ser tal que a carga não exceda:

4,9 kgs/mm<sup>2</sup> quadr. (7:000 lbs/pol. quadr.) no caso do ferro.

6,3 kgs/mm<sup>2</sup> quadr. (9:000 lbs/pol. quadr.) no caso do aço,

se o diâmetro for igual ou superior a 22<sup>mm</sup>. Se, porém, o diâmetro for menor do que 22<sup>mm</sup>, então a carga não deve exceder:

4,2 kgs/mm<sup>2</sup> quadr. (6:000 lbs/pol. quadr.) no caso do ferro.

5,1 kgs/mm<sup>2</sup> quadr. (7:200 lbs/pol. quadr.) no caso do aço.

§ único. Os prisioneiros, ou parafusos, segurando tampos que sejam desmontados com frequência, não devem ter um diâmetro inferior a 22<sup>mm</sup> (7/8 pol.)

Art. 312.º Os acessórios dos vaporizadores devem, em regra, satisfazer às condições indicadas no capítulo XII para os acessórios das caldeiras.

§ único. Pode ser aceite uma só válvula de segurança desde que tenha secção suficiente.

Art. 313.º A entrada de vapor para a serpentina de um vaporizador deve-se fazer através de uma secção muito reduzida relativamente à secção do tubo da serpentina porque, de contrário, deveriam as válvulas de segurança ter uma secção exagerada para poderem responder ao volume de vapor libertado no caso de a serpentina se romper.

Havendo a redução de volume de vapor e sendo

a = área da secção contraída;

P = pressão absoluta do vapor;

p = pressão absoluta regime no vaporizador;

conclui-se que, no caso de a serpentina se romper, o vapor aumenta de volume na razão

$$\frac{P}{p}$$

e, se se der às válvulas de segurança uma área seis vezes maior do que a área teórica, deve ser

$$\frac{6 a P}{p}$$

igual à área das válvulas de segurança.

Se, porém, não existisse a secção contraída para a redução do volume de vapor a admitir na serpentina, então a secção das válvulas de segurança seria dada por

$$\frac{6 a' P}{p}$$

em que  $a'$  seria a área do tubo da serpentina, resultando assim válvulas de segurança de um diâmetro exagerado.

Com efeito, suponhamos que não havia secção contraída e que a serpentina se rompia no caso de se ter:

O diâmetro do tubo da serpentina de 2 pol.

Pressão do vapor 160 lbs/pol. quadr.

Válvula de segurança descarregando a 15 lbs/pol. quadr. Então teríamos (notando que  $P$  e  $p$  são pressões absolutas, iguais portanto aos valores dados mais 15 lbs.) para a área da válvula de segurança,

$$\frac{6 a' P}{p} = \frac{6 \times 2^2 \times \frac{\pi}{4} \times 175}{15 + 15}$$

Portanto:

$$\frac{\pi}{4} \times a^2 = \frac{6 \times 2^2 \times \frac{\pi}{4} \times 175}{30}$$

donde

$$a = \sqrt{\frac{6 \times 2^2 \times 175}{30}} = 12 \text{ pol. (aproximadamente)}$$

valor este que é manifestamente exagerado.

§ 1.º As válvulas de segurança dos vaporizadores devem pois ser calculadas em função da área da secção contraída.

§ 2.º Uma válvula de segurança de um vaporizador, para satisfazer às condições vulgares das provas de acumulação de pressão, deve poder levantar-se da respectiva sede de uma quantidade igual a

$$\frac{1}{6} \times \frac{1}{4} D = \frac{1}{24} D$$

(visto a sua área ser seis vezes maior do que a área teórica) em que  $D$  é o diâmetro da válvula.

§ 3.º Havendo apenas uma válvula de segurança, então a secção contraída não deve, em qualquer caso, ter uma área superior à que se deduziria, em igualdade de pressões, na hipótese de uma válvula de 71<sup>mm</sup> (2 pol. e 13/16) de diâmetro (equivalente em área a duas válvulas de 51<sup>mm</sup> (2 pol.) de diâmetro).

§ 4.º Convém que sejam marcadas na válvula redutora as seguintes indicações:

Número de válvulas de segurança, seu diâmetro e pressão a que disparam;

Pressão da caldeira;

Diâmetro na secção contraída.

§ 5.º A prova de acumulação de pressão pode ser descrita no Mapa-módulo n.º 3 (leia-se artigo 33.º, capítulo 1).

Art. 314.º Recomenda-se aos peritos que procurem dos armadores a colocação de uma chapa nos vaporizadores, reaquecedores de água de alimentação, filtros e outros recipientes análogos, indicando a pressão da prova hidráulica aplicada ao involucro, às serpentinas (se existirem) e respectiva data em que essa prova foi realizada (leia-se também artigo 33.º, capítulo 1 e respectiva nota).

Art. 315.º Os tubos da água da alimentação, os filtros, os reaquecedores de água de alimentação e, em geral, todos os recipientes situados no percurso da água de alimentação entre as bombas e as caldeiras, devem poder suportar uma pressão igual à pressão regime mais 20 por cento; uma ou mais válvulas de escape, convenientemente ajustadas e de um tipo que não permita, com facilidade, a sobrecarga, devem ser montadas, aonde

seja necessário, para se evitar que aquela pressão seja excedida.

§ 1.º Sempre que as bombas principais de alimentação sejam independentes da máquina, deve, em regra, a área da secção das válvulas de escape ser igual a metade da dos tubos entre as bombas e as caldeiras, desde que estes últimos tenham secção suficiente para a água de alimentação ter uma velocidade satisfatória.

§ 2.º Se, porém, as bombas de alimentação são movidas pela máquina principal, então a secção das válvulas de escape deve ser igual, pelo menos, à da dos tubos da água de alimentação entre as bombas e as caldeiras.

Paços do Governo da República, 22 de Novembro de 1926.—O Ministro da Marinha, *Jaime Afreixo*.

## MINISTÉRIO DOS NEGÓCIOS ESTRANGEIROS

7.ª Repartição da Direcção Geral da Contabilidade Pública

Decreto n.º 12:868

O Governo da República Portuguesa, sob proposta do Ministro dos Negócios Estrangeiros, decreta, para valer como lei, o seguinte:

Artigo 1.º É aplicável ao disposto no decreto com força de lei n.º 12:809, de 30 de Novembro de 1926, a doutrina do artigo 10.º do decreto com força de lei n.º 12:434, de 2 de Setembro do mesmo ano.

Art. 2.º A parte de vencimentos dos funcionários do Ministério dos Negócios Estrangeiros sob a designação de emolumentos constitui encargo do respectivo cofre geral do mesmo Ministério.

Art. 3.º Fica revogada a legislação em contrário.

Determina-se portanto a todas as autoridades a quem o conhecimento e execução do presente decreto com força de lei pertencer o cumpram e façam cumprir e guardar tam inteiramente como nelle se contém.

Os Ministros de todas as Repartições o façam imprimir, publicar e correr, Dado nos Paços do Governo da República, em 22 de Dezembro de 1926.—ANTÓNIO ÓSCAR DE FRAGOSO CARMONA — *José Ribeiro Castanho* — *Manuel Rodrigues Júnior* — *Abílio Augusto Valdês de Passos e Sousa* — *Jaime Afreixo* — *António Maria de Bettencourt Rodrigues* — *Júlio César da Carvalho Teixeira* — *João Belo* — *José Alfredo Mendes de Magalhães* — *Felisberto Alves Pedrosa*.

## MINISTÉRIO DAS COLÓNIAS

Direcção Geral dos Serviços Centrais

Secção Autónoma de Justiça e Cultos

Decreto n.º 12:869

Sendo de todo o ponto justo aplicar o regime estabelecido para os funcionários civis das colónias, em matéria de aposentação, aos magistrados e funcionários de justiça do ultramar;

Ouvido o Conselho Superior Judiciário das Colónias :  
Em nome da Nação, o Governo da República Portuguesa decreta, para valer como lei, o seguinte:

Artigo 1.º É tornado extensivo aos magistrados e funcionários de justiça das colónias o disposto no artigo 1.º do decreto n.º 7:918, de 14 de Dezembro de 1921.

Art. 2.º É revogado o artigo 5.º do decreto n.º 8:803, de 4 de Maio de 1923, ficando repostos em vigor o artigo 5.º do decreto n.º 6:997, de 4 de Outubro de 1920.

Art. 3.º Fica revogada a legislação em contrário.

Determina-se portanto a todas as autoridades a quem o conhecimento e execução do presente decreto com força de lei pertencer o cumpram e façam cumprir e guardar tam inteiramente como nelle se contém.

Os Ministros de todas as Repartições o façam imprimir, publicar e correr.

*Para ser publicado nos «Boletins Officiais» de todas as colónias.*

Dado nos Paços do Governo da República, em 20 de Dezembro de 1926.— ANTONIO OSCAR DE FRAGOSO CARMONA — José Ribeiro Castanho — Manuel Rodrigues Jú-

nior — Abílio Augusto Valdês de Passos e Sousa — Jaime Afreixo — António Maria de Bettencourt Rodrigues — Júlio César de Carvalho Teixeira — João Belo — José Alfredo Mendes de Magalhães — Felisberto Alves Pedrosa.

## MINISTÉRIO DA INSTRUÇÃO PÚBLICA

10.ª Repartição da Direcção Geral  
da Contabilidade Pública

Rectificação ao decreto n.º 12:834

Por ter saído com inexactidões rectifica-se para 2:137.858668 a importância de 2:137.558668 que nesta data foi indicada como sendo a transferida do ano económico de 1925-1926 para o corrente ano económico.

10.ª Repartição da Direcção Geral da Contabilidade Pública, 21 de Dezembro de 1926.— No impedimento do Director dos Serviços, Carlos Bandeira Codina.

