

PARTE III MATERIAIS E ENQUADRAMENTO

TÍTULO 62 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS PARA A MAQUINARIA

SEÇÃO 5 MOTORES E MECÂNICA

CAPÍTULOS

- A ABORDAGEM
- B AÇO FUNDIDO
- Ver Parte III Título 61 Seção 2
- C AÇO FORJADO
- Ver Parte III Título 61 Seção 2
- D FERRO FUNDIDO CINZENTO
- E FERRO FUNDIDO NODULAR
- F BARRAS DE AÇO LAMINADO A QUENTE
- G BRONZE FUNDIDO
- H TESTE DE MOTORES DE LINHA DE FABRICAÇÃO

CONTEÚDO			
CAPÍTULO A	5	CAPÍTULO F	15
ABORDAGEM	5	BARRAS DE AÇO LAMINADO A QUENTE	15
A1. APLICAÇÃO	5	F1. CARACTERÍSTICAS	15
100. <i>Materiais enquadros</i>	5	100. <i>Prescrições</i>	15
A2. DEFINIÇÕES	5	CAPÍTULO G	15
100. <i>Definições</i>	5	LIGAS DE COBRE FUNDIDO PARA HÉLICES	15
CAPÍTULO D	6	G1. ABRANGÊNCIA	15
FERRO FUNDIDO CINZENTO	6	100. <i>Abrangência</i>	15
D1. CARACTERÍSTICAS	6	G2. APROVAÇÃO DA FUNDIÇÃO	16
100. <i>Requisitos</i>	6	100. <i>Aprovação do fornecedor</i>	16
D2. ÂMBITO	6	G3. MOLDAGEM E FUNDIÇÃO	16
100. <i>Geral</i>	6	100. <i>Moldagem e fundição</i>	16
D3. FABRICAÇÃO	6	G4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO	
100. <i>Fabricação</i>	6	FUNDIDO	16
D4. QUALIDADE DE PEÇAS FUNDIDAS,		100. <i>Ausência de defeitos</i>	16
COMPOSIÇÃO QUÍMICA E TRATAMENTO		200. <i>Remoção de defeitos</i>	16
TÉRMICO	6	G5. DIMENSÕES, TOLERÂNCIAS	
100. <i>Qualidade</i>	6	DIMENSIONAIS E GEOMÉTRICAS	16
D5. TESTES MECÂNICOS E		100. <i>Tolerâncias dimensionais e geométricas</i> ..	16
PROPRIEDADES MECÂNICAS	7	G6. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E	
100. <i>Testes mecânicos</i>	7	CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA	17
200. <i>Propriedades mecânicas</i>	8	100. <i>Composição química</i>	17
D6. INSPEÇÃO E RETIFICAÇÃO DE		200. <i>Características metalúrgicas</i>	17
FUNDIDOS COM DEFEITO	8	G7. CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS	17
100. <i>Inspeção</i>	8	100. <i>Ligas padronizadas</i>	17
200. <i>Retificação de fundidos com defeito</i>	8	200. <i>Outras ligas</i>	18
D7. IDENTIFICAÇÃO	8	G8. INSPEÇÃO E TESTES	18
100. <i>Identificação de peças fundidas</i>	8	100. <i>Inspeção e testes</i>	18
D8. CERTIFICAÇÃO	9	200. <i>Composição química</i>	19
100. <i>Certificação</i>	9	300. <i>Ensaio de tração</i>	19
CAPÍTULO E	9	400. <i>Exame micrográfico</i>	19
FUNDIDOS DE FERRO GRAFITE ESFEROIDAL		500. <i>Qualidade da superfície e as dimensões</i> ..	19
OU GRANULAR	9	G9. TESTES NÃO DESTRUTIVOS	19
E1. ÂMBITO	9	100. <i>Inspeção por líquido penetrante</i>	19
100. <i>Geral</i>	9	200. <i>Inspeção radiográfica ou de ultrassom</i>	19
E2. FABRICAÇÃO	10	300. <i>Registro de defeitos e inspeções</i>	19
100. <i>Fabricação</i>	10	G10. IDENTIFICAÇÃO E MARCAÇÃO	20
E3. QUALIDADE DOS FUNDIDOS,		100. <i>Identificações</i>	20
COMPOSIÇÃO QUÍMICA	10	200. <i>Marcação</i>	20
100. <i>Qualidade de peças fundidas</i>	10	G11. CERTIFICADOS DO FABRICANTE	20
E4. TRATAMENTO TÉRMICO	10	100. <i>Certificados do fabricante</i>	20
100. <i>Tratamento térmico</i>	10	G12. DEFINIÇÃO DE SKEW E ZONAS DE	
E5. TESTES E PROPRIEDADES		SEVERIDADE	20
MECÂNICAS	10	100. <i>Definição de skew</i>	20
100. <i>Testes mecânicos</i>	10	200. <i>Zonas de gravidade</i>	21
200. <i>Propriedades mecânicas</i>	12	300. <i>Hélices com skew elevado</i>	23
E6. INSPEÇÃO E EXAME		G13. CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO PARA	
METALGRÁFICO	14	INSPEÇÃO POR LÍQUIDO PENETRANTE	24
100. <i>Inspeção</i>	14	100. <i>Procedimento de inspeção</i>	24
200. <i>Inspeção metalográfica</i>	14	200. <i>Definições</i>	24
E7. RETIFICAÇÃO DE FUNDIDOS COM		300. <i>Padrão aceitável</i>	24
DEFEITO, IDENTIFICAÇÃO DOS FUNDIDOS	14	G14. REPARO DE DEFEITOS	25
100. <i>Retificação de fundidos com defeito</i>	14	100. <i>Definição</i>	25
200. <i>Identificação de peças fundidas</i>	14	200. <i>Procedimentos de reparo</i>	25
E8. CERTIFICAÇÃO	14	300. <i>Reparo de defeitos na zona A</i>	25
		400. <i>Reparo de defeitos na zona B</i>	25
		500. <i>Reparo de defeitos na zona C</i>	25

G15. REPARO POR SOLDA.....26	H7. PRESSÕES DE TESTE PARA PEÇAS DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA41
100. <i>Requisitos gerais..... 26</i>	100. <i>Pressões de teste 41</i>
200. <i>Preparação da solda 26</i>	H8. MOTORES PRODUZIDOS EM SÉRIE: TURBO ALIMENTADORES MOVIDOS A GÁS DE DESCARGA PRODUZIDOS EM SÉRIE43 [IACS UR M23].....43
300. <i>Procedimento de reparo por solda..... 26</i>	100. <i>Campo de aplicação 43</i>
G16. DESEMPENO27	200. <i>Pedido de Aprovação: documentos a serem apresentados..... 43</i>
100. <i>Aplicação da carga..... 27</i>	300. <i>Material e controle de qualidade..... 43</i>
200. <i>Desempeno a quente..... 27</i>	400. <i>Tipo de teste 43</i>
300. <i>Desempeno a frio..... 27</i>	500. <i>Validade da aprovação 43</i>
G17. TESTES PARA PROCEDIMENTOS DE SOLDA E QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES.....28	600. <i>Inspeção contínua de unidades individuais 43</i>
100. <i>Geral..... 28</i>	700. <i>Teste de bancada 44</i>
200. <i>Corpo de prova..... 28</i>	800. <i>Conformidade e certificação..... 44</i>
300. <i>Teste de qualificação 29</i>	H9. RESFRIADORES DE TURBO ALIMENTADORES DE AR DE ALIMENTAÇÃO...44
CAPÍTULO H.....29	100. <i>Aprovação de resfriadores de ar de alimentação..... 44</i>
TESTE DE MOTORES DE LINHA DE FABRICAÇÃO29	
H1. APLICAÇÃO29	
100. <i>Geral..... 29</i>	
200. <i>Condições Ambientais de Referência 30</i>	
300. <i>Definição do tipo de motor diesel..... 30</i>	
400. <i>Definição de produção em série 30</i>	
H2. PROGRAMA PARA TESTE MODELO (TYPE TESTING) DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA NÃO PRODUZIDOS EM SÉRIE.....31	
100. <i>Geral..... 31</i>	
200. <i>Fase A - Testes internos..... 31</i>	
300. <i>Estágio B – Teste de tipo (Type Approval Test) 32</i>	
400. <i>Fase C - inspeção de componentes..... 35</i>	
500. <i>Notas..... 35</i>	
H3. PROGRAMA PARA TESTE DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PRODUZIDOS EM SÉRIE35	
100. <i>Aprovação de fabricantes de motores produzidos em massa..... 35</i>	
200. <i>Auditoria dos processos de fabricação e procedimentos de controle de qualidade..... 36</i>	
300. <i>Avaliação contínua da produção..... 36</i>	
400. <i>Certificação e marcações 36</i>	
500. <i>Renovação dos certificados 37</i>	
H4. PROGRAMA DE ENSAIOS DE MOTORES PRODUZIDOS MASSA PARA AVALIAR A CAPACIDADE OPERACIONAL37	
100. <i>Testes em serviço 37</i>	
200. <i>Âmbito dos testes de serviço 37</i>	
300. <i>Testes a bordo..... 38</i>	
400. <i>Documentos do motor a serem submetidos 39</i>	
500. <i>Marcação do motor 40</i>	
H5. COMPONENTES DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PARA OS QUAIS TESTES DE MATERIAL SÃO REQUERIDOS40	
100. <i>Materiais aprovados..... 40</i>	
H6. COMPONENTES DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PARA OS QUAIS SÃO REQUERIDOS TESTES NÃO DESTRUTIVOS40	
100. <i>Peças cujos testes são necessários 40</i>	

CAPÍTULO A ABORDAGEM

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

A1. APLICAÇÃO

A2. DEFINIÇÕES

A1. APLICAÇÃO

100. Materiais enquadrados

101. Estas prescrições aplicam-se aos materiais que entram na fabricação ou reparo da maquinaria, estando aqui incluídos equipamentos, tubos e acessórios das embarcações que estão compreendidas no âmbito destas Regras a título de Classificação.

102. Outros materiais não citados podem ser eventualmente utilizados, desde que sejam aprovados pelo RBNA, o qual, se for o caso, estabelecerá o processo para esta aprovação. Isto aplica-se também a materiais para os quais haja prática estabelecida ou controle oficial nos países onde o mesmo é produzido, tendo em vista a aplicação.

103. As disposições gerais para o processo de fabricação do material, testemunho de teste, defeitos e repetição de testes, bem como obtenção dos corpos de prova, são as estabelecidas na Seção 2 da Parte 5 destas Regras.

A2. DEFINIÇÕES

100. Definições

101. **Aço acalmado:** Aço desoxidado com alumínio para evitar reações entre o oxigênio e o carbono durante a solidificação.

102. **Recozimento (annealing):** é o tratamento térmico no qual o forjado deve ser aquecido a uma temperatura maior que a crítica e mantido na temperatura adequada para austenitização por tempo suficiente para que seja efetuada a transformação desejada, e depois ser resfriado lentamente e uniformemente na fornalha até que a temperatura tenha caído a 450°C ou menos. O objetivo é remover tensões devidas ao tratamento mecânico a frio ou a quente, diminuir a dureza, alterar as propriedades mecânicas, regularizar a textura bruta, e eliminar os efeitos que quaisquer tratamentos térmicos ou mecânicos a que o aço tiver sido submetido.

103. **Recozimento ferrítico (Ferritizing Annealing).** Para um ferro fundido sem liga ou com baixa liga de composição normal, quando o único resultado desejado é

a conversão de perlita em ferrita e grafite para melhor usinabilidade, é geralmente desnecessário aquecer o fundido a temperatura acima da faixa de transformação. Até aproximadamente 595°C (1100°F), o efeito de tempos curtos na temperatura na estrutura do ferro cinzento é insignificante. Para a maior parte dos ferros cinzentos, um recozimento com temperaturas entre 700 e 600°C (1300 e 1400°F) é recomendado.

104. **Normalização:** é o tratamento térmico no qual o forjado deve ser aquecido a uma temperatura maior que a crítica e mantido a uma temperatura adequada acima da faixa de transformação por tempo suficiente para que seja efetuada a transformação desejada e depois retirado da fornalha e deixado resfriar no ar. Borrifos de água e jatos de ar podem ser aprovados em casos especiais para um resfriamento mais rápido. O objetivo é refinar a granulção grosseira de peças de aço, como tratamento preliminar à têmpera e ao revenido.

105. **Têmpera (quench):** é o tratamento térmico no qual o forjado é aquecido a uma temperatura superior à crítica e resfriado em um meio tal como água, óleo ou salmoura a uma velocidade de resfriamento que depende do tipo de aço, da forma e das dimensões das peças. A velocidade de esfriamento deve ser tal a impedir a transformação da austenita nas temperaturas mais elevadas. O objetivo é obter a martensita, isto é, aumentar a dureza até uma determinada profundidade.

106. **Revenido (temper):** é o tratamento térmico que normalmente acompanha a têmpera, no qual o forjado deve ser re-aquecido e mantido na temperatura adequada abaixo da faixa de transformação e depois ser resfriado em condições adequadas a 315°C ou menos. A temperatura do processo de têmpera não deve ser inferior a 550°C. O objetivo é remover tensões internas, corrigir excessiva dureza e fragilidade do material, e aumentar sua dutibilidade e resistência ao choque.

107. **Têmpera superficial por indução (induction hardening):** processo para endurecimento superficial em que o aquecimento é realizado por meio de indução eletromagnética. O tempo de aquecimento é da ordem de segundos. O resfriamento é realizado com salmoura ou óleo por meio de spray ou imersão. Utilizam-se para peças que necessitam de endurecimento apenas nas regiões de contorno, acompanhando sua geometria.

108. **Nitretação (nitriding):** é um tratamento termo-químico que visa o endurecimento superficial pela difusão de nitrogênio e conseqüente formação de nitretos. A nitretação é realizada em temperaturas abaixo do campo austenítico e não é necessário um tratamento subsequente de têmpera para aumento de dureza. Adicionalmente, a nitretação provoca menores distorções e deformações que outros tratamentos superficiais, devido ao emprego de temperaturas mais baixas.

109. **Cementação** (carburizing): Tratamento termoquímico em que se promove enriquecimento superficial com carbono, por difusão. Utiliza-se para peças que necessitem de alta dureza superficial, alta resistência à fadiga de contato e submetidas a cargas superficiais elevadas. Consiste na difusão de carbono para a superfície do componente, aquecido em temperaturas suficientes para produzir a microestrutura austenítica. A austenita é posteriormente convertida em martensita por meio de têmpera e subsequente revenimento. A cementação é realizada somente em aços ao carbono e aços baixa-liga com teores de carbono inferiores a 0,25%. A cementação é classificada de acordo com o meio empregado para a difusão de carbono: cementação gasosa, cementação líquida e cementação sólida.

CAPÍTULO D FERRO FUNDIDO CINZENTO

CONTEÚDO

- D1. CARACTERÍSTICAS
 - D2. ABRANGÊNCIA
 - D3. MANUFATURA
 - D4. QUALIDADE DOS FUNDIDOS, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E TRATAMENTO TÉRMICO
 - D5. TESTES MECÂNICOS E PROPRIEDADES MECÂNICAS
 - D6. INSPEÇÃO E RETIFICAÇÃO DE FUNDIDOS COM DEFEITO
 - D7. IDENTIFICAÇÃO DOS FUNDIDOS
 - D8. CERTIFICAÇÃO
-

D1. CARACTERÍSTICAS

100. Requisitos

101. As características, os requisitos para o teste e para o tratamento são estabelecidos em Norma ABNT-NBR-6589.

D2. ÂMBITO

100. Geral

101. Todas os principais fundidos de ferro cinzento, como definidas nas Regras de construção relevante, devem ser fabricados e testados conforme os requisitos dos parágrafos seguintes.

102. Alternativamente, fundidos que estiverem em conformidade com especificações nacionais ou proprietárias podem ser aceitos desde que tais especificações forneçam equivalência razoável ou sejam especialmente aprovados pelo RBNA.

103. Quando peças fundidas pequenas são produzidas em quantidades grandes, o fabricante pode adotar procedimentos alternativos para teste e inspeção sujeito à aprovação do RBNA.

D3. FABRICAÇÃO

100. Fabricação

101. Todas as peças fundidas devem ser feitas em fundições onde o fabricante demonstrou, à satisfação do RBNA, que as instalações de fabricação e teste estão disponíveis e são supervisionadas por pessoal qualificado. Um programa de testes de aprovação pode ser exigido conforme os procedimentos de individuais

102. Métodos mecânicos apropriados devem ser empregados para a remoção de material em excesso de fundidos. Processos de corte térmicos não são aceitáveis, exceto como uma operação preliminar para métodos mecânicos.

103. Quando fundidos do mesmo tipo são regularmente produzidos em quantidade, o fabricante deve fazer todos os testes necessários para provar a qualidade das distribuições de fundidos e também realizar inspeções periódicas para verificar a eficiência continuada da técnica industrial. O vistoriador deve ser convocado para testemunhar estes testes.

D4. QUALIDADE DE PEÇAS FUNDIDAS, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E TRATAMENTO TÉRMICO

100. Qualidade

101. As peças fundidas devem estar livres de defeitos de superfície ou internos que seriam prejudiciais para sua aplicação adequada em serviço. A superfície final de deve estar conforme com a boa prática e quaisquer requisitos específicos do plano aprovado.

102. A composição química do ferro empregado é deixada a discricção do fabricante, que deve assegurar que a mesma é apropriada para obter as propriedades mecânicas especificadas para os fundidos. Quando requerido pelo RBNA a composição química de amostras de cadinho deve ser informada.

103. Exceto como requerido por D2.103, os fundidos podem ser fornecidos na condição fundida ou com tratamento térmico.

104. Para algumas aplicações, como serviço de temperatura alta ou onde a estabilidade dimensional é importante, os fundidos podem requerer têmpera adequada ou tratamento de alívio de tensões.

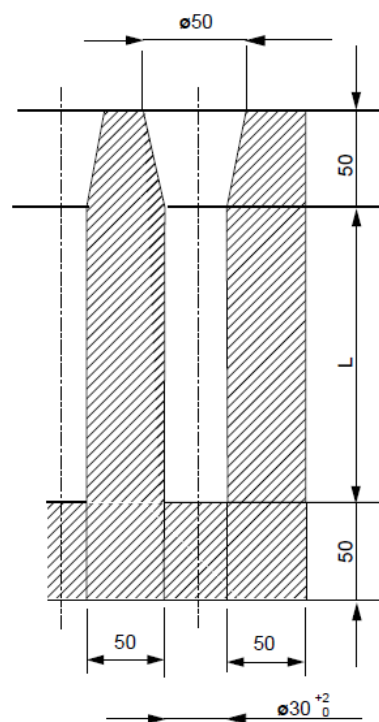
D5. TESTES MECÂNICOS E PROPRIEDADES MECÂNICAS

100. Testes mecânicos

101. Material de teste suficiente para os testes exigidos e para possíveis re-testes deve ser fornecido para cada unidade ou lote de fundidos.

102. Amostras fundidas separadamente, a menos que concordado entre o fabricante e comprador, geralmente devem ser na forma de barras 30 mm em diâmetro e de comprimento apropriado. Devem ser fundidas do mesmo tipo de molde e material usado para moldar as peças fundidas e não devem ser retirados do molde até que a temperatura do metal esteja abaixo de 500°C. Quando duas ou mais amostras de teste são simultaneamente vazadas em um único molde, as barras devem separadas de pelo menos 50 mm como indicado na Figura.F.D5.102.1.

FIGURA F.D5.102.1 AMOSTRA DE TESTE PARA FUNDIDOS DE FERRO CINZENTO (dimensões em milímetros)



103. Amostras integralmente fundidas podem ser usadas quando um fundido tiver mais de 20 mm de espessura e sua massa exceder 200 Kg, sujeito a acordo entre o fabricante e o comprador. O tipo e local da amostra devem ser selecionados para fornecer aproximadamente as mesmas condições de resfriamento que o fundido, também sujeito a acordo.

104. Com a exceção de D5.107 pelo menos uma amostra de teste deve ser tomada em cada grupo.

105. Com a exceção de D5.106, um lote consiste em peças fundidas despejadas de um cadinho único, desde que sejam todas de tipo e dimensões semelhantes. Um lote normalmente não deve exceder duas toneladas de fundidos e um fundido único poderá constituir um lote se sua massa é de 2 toneladas ou mais.

106. Para fundição contínua de ferro fundido do mesmo grau em toneladas grandes, a massa de um lote pode ser aumentada para a produção de 2 horas de vazamento.

107. Se um fundido de determinado grau for derretido em quantidades grandes e se produção estiver sendo cuidadosamente monitorada por verificação sistemática do processo de fusão, tais como análise química ou análise térmicas, amostras de teste podem ser tomadas em intervalos mais longos.

108. Todas amostras de teste devem estar adequadamente marcadas para identificá-las com as peças fundidas que representam.

109. Quando peças fundidas são fornecidas com tratamento térmico, as amostras de teste devem ser submetidas juntamente com as peças fundidas que representam. Para amostras integradas com a peça, a amostra não deve ser recortada do fundido antes do tratamento térmico.

110. Um amostra de para teste de tração deve ser preparada a partir de cada amostra de teste e para amostras de 20 mm de diâmetro deve ser feita usinagem para as dimensões fornecidas na Parte III, Título 61, Seção 2. Onde amostras de teste de outras dimensões são especialmente requeridas, as amostras para teste de tração devem ser usinadas nas dimensões acordadas.

111. Todas os testes de tração devem ser executados usando procedimentos de acordo com a Parte III, Título 61, Seção 2. A menos que instruções em contrário, todos os testes devem ser executados na presença do vistoriador.

200. Propriedades mecânicas

201. Somente a resistência à tração deve ser determinada, e os resultados obtidos de testes devem estar de acordo com os valores mínimos especificados para o fundido a ser fornecido.

202. O valor selecionado para a resistência mínima do fundido não deve ser inferior a 200 N/mm² sujeito a quaisquer requisitos adicionais das Regras relevantes. As superfícies fraturadas em todas as amostras de teste deve ter aparência granulada e cinzenta.

203. O re-teste requerido para testes de tração deve estar em conformidade com a Part III, Title 61, Section 2 destas Regras.

D6. INSPEÇÃO E RETIFICAÇÃO DE FUNDIDOS COM DEFEITO

100. Inspeção

101. Todas as peças fundidas devem estar limpas e adequadamente preparadas para teste. As superfícies não devem ser marteladas, usinadas ou tratadas de qualquer forma que pode obscurecer defeitos.

102. Antes de aceitação, todas as peças fundidas devem ser visualmente examinadas inclusive, onde aplicável, submetidas a exame de superfícies internas. A menos de acordo em contrário, a verificação de dimensões é de responsabilidade do fabricante.

103. O exame adicional de peças fundidas por procedimentos de testes não destrutivos adequados geralmente não é exigida exceto em circunstâncias onde exista razão para suspeitar da integridade da peça.

104. Quando requerido pelas Regras relevante a, fundidos devem ser submetidos a teste de pressão antes da aceitação final.

105. No caso de qualquer fundido se mostrar defeituoso durante a usinagem ou teste subsequente, este deve ser rejeitado mesmo que tenha certificação prévia.

200. Retificação de fundidos com defeito

201. À discrição do vistoriador, pequenas marcas de superfície podem ser removidas por esmerilhamento.

202. Sujeito à aprovação prévia do vistoriador, fundidos contendo porosidade local podem ser retificados por impregnação de plástico apropriado, desde que a extensão da porosidade seja tal que não venha a afetar adversamente a resistência do fundido.

203. Em geral, reparos por solda não são permitidos.

D7. IDENTIFICAÇÃO

100. Identificação de peças fundidas

101. O fabricante deverá possuir um sistema de identificação que permitirá a todos os fundidos acabados serem rastreados para o molde original e os vistoriadores devem ter pleno acesso às instalações completas para rastrear as peças fundidas, quando necessário.

102. Antes de aceitação, todas as peças fundidas que tenham sido testadas e inspeccionadas com resultados satisfatórios devem ser claramente marcadas pelo fabricante. A critério RBNA qualquer uma dos seguintes marcações podem ser necessárias:

- a. Qualidade do aço.
- b. Número de identificação, número do fundido ou outra marcação, o que permita o acesso ao histórico completo do fundido.
- c. Nome ou marca comercial do fabricante.
- d. Nome, iniciais ou símbolo do RBNA.
- e. Nome abreviado do escritório local do RBNA.
- f. Selo pessoal do vistoriador responsável pela inspeção.
- g. Se for o caso, pressão de ensaio.

103. Sempre que pequenas peças fundidas são fabricados em grande quantidade, arranjos modificados para identificação das peças podem ser especialmente acordados com o RBNA.

D8. CERTIFICAÇÃO

100. Certificação

101. O fabricante deve fornecer o tipo necessário de certificado de inspeção trazendo as seguintes indicações para cada unidade ou lote de peças fundidas aprovado nos testes:

- a. Nome e número de ordem do comprador.
- b. Descrição das peças fundidas e qualidade do aço.
- c. Número de identificação.
- d. Processo de fabricação de aço, número da corrida e análise química de amostras do cadinho.
- e. Resultados dos ensaios mecânicos.
- f. Resultados dos testes não-destrutivos, quando aplicável.
- g. Detalhes do tratamento térmico, incluindo temperaturas e tempos de espera.
- h. Se for o caso, pressão de ensaio.

CAPÍTULO E FUNDIDOS DE FERRO GRAFITE ESFEROIDAL OU GRANULAR

CONTEÚDO

- E1. ÂMBITO
 - E2. FABRICAÇÃO
 - E3. QUALIDADE DOS FUNDIDOS, COMPOSIÇÃO QUÍMICA
 - E4. TESTES E PROPRIEDADES MECÂNICAS
 - E5. INSPEÇÃO, EXAME METALOGRÁFICO
 - E6. RETIFICAÇÃO DE FUNDIDOS COM DEFEITO, IDENTIFICAÇÃO DE FUNDIDOS
 - E7. CERTIFICAÇÃO
-

E1. ÂMBITO

100. Geral

101. Todos os fundidos importantes de ferro grafite nodular ou esférico, tal como definido nas regras de construção relevantes, devem ser fabricados e testados de acordo com os requisitos dos parágrafos seguintes.

102. Estes requisitos são aplicáveis apenas aos fundidos, onde os testes de projeto e aceitação estão relacionadas com propriedades mecânicas à temperatura ambiente. Para outras aplicações podem ser necessário requisitos adicionais, especialmente quando as peças são destinados para o serviço a temperaturas baixas ou elevadas.

103. Como alternativa, fundidos que cumpram as especificações nacionais ou proprietários podem ser aceitos desde que tais especificações forneçam equivalência razoável ou então sejam especialmente aprovados ou requeridos pelo RBNA.

104. Quando pequenas peças são produzidas em grandes quantidades o fabricante pode adotar procedimentos alternativos para testes e inspeção sujeito à aprovação do RBNA.

105. Os requisitos da Norma ABNT-EB-585-Part 1/79 devem ser respeitadas.

E2. FABRICAÇÃO

100. Fabricação

101. Todos os fundidos importantes devem ser fabricados em fundições onde o fabricante tenha demonstrado a satisfação do RBNA que o necessário de fabricação e instalações para testes estão disponíveis para inspeção e são supervisionados por pessoal qualificado. Um programa de homologação do fabricante pode ser requerido em conformidade com os procedimentos do RBNA.

102. Métodos mecânicos adequados devem ser empregue para a remoção do material em excesso de peças fundidas. Processos de corte térmico não são aceitáveis, exceto como uma operação preliminar.

103. Quando fundidos do mesmo tipo são regularmente produzidos em quantidade, o fabricante deve realizar todos os testes necessários para comprovar a qualidade dos protótipos e também deve fazer inspeções periódicos para verificar a contínua eficácia da técnica de fabricação. O vistoriador deve presenciar estes testes.

E3. QUALIDADE DOS FUNDIDOS, COMPOSIÇÃO QUÍMICA

100. Qualidade de peças fundidas

101. As peças fundidas devem estar livres de defeitos de superfície ou internos que seriam prejudiciais para sua aplicação adequada em serviço. A superfície final de deve estar conforme com a boa prática e quaisquer requisitos específicos do plano aprovado.

102. A composição química do material empregado é deixada a discricção do fabricante, que deve assegurar que a mesma é apropriada para obter as propriedades mecânicas especificadas para os fundidos. Quando requerido pelo RBNA a composição química de amostras de cadinho deve ser informada.

E4. TRATAMENTO TÉRMICO

100. Tratamento térmico

101. Exceto como requerido por E3.102-E3.103, os fundidos podem ser fornecidos na condição fundida ou com tratamento térmico.

102. Para algumas aplicações, como serviço de temperatura alta ou onde a estabilidade dimensional é importante, os fundidos podem requerer têmpera adequada ou tratamento de alívio de tensões.

103. Este deve ser realizado após um tratamento térmico de refinamento e antes da usinar as qualidades especi-

ais com 350 N/mm² e 400 N/mm² de resistência nominal. Os fundidos que sejam submetidos a teste de tração nominal e teste de impacto devem sofrer um tratamento térmico de recozimento “ferrítico” (ver A2.103).

104. Quando for proposto endurecimento local de superfícies de um fundido, detalhes completos e a especificação do procedimento proposto devem ser submetidos à aprovação do RBNA.

E5. TESTES E PROPRIEDADES MECÂNICAS

100. Testes mecânicos

101. Material de teste suficiente para os testes exigidos e para possíveis re-testes deve ser fornecido para cada unidade ou lote de fundidos.

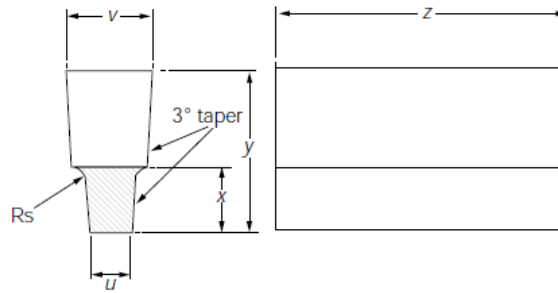
102. As amostras de teste devem ser de um dos padrões definidos nas figuras F.E4.102.1 - F.E4.102.3 com espessura de 25. Amostras de teste de outras dimensões, que não as detalhadas nas figuras F.E4.102.1 - F.E4.102.3 podem, contudo, ser especialmente requeridas para alguns componentes.

103. Pelo menos uma amostra deve ser tomada para cada fundido e, a menos de especificação em contrário, podem ser vazadas para o molde ou fundidas em separado. Alternativamente, material de teste para outras dimensões adequadas pode ser fornecido integrado ao fundido.

104. Para fundidos de grandes dimensões onde mais que um cadinho de metal tratado for utilizado, amostras adicionais devem ser providas de forma a ser representativa de cada cadinho utilizado.

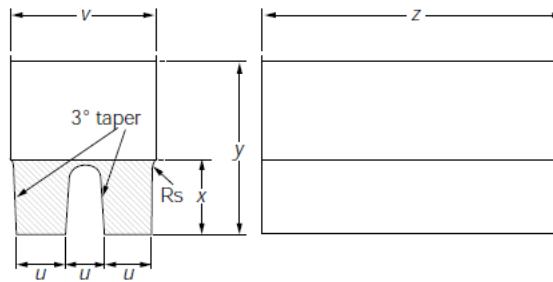
105. Como alternativa a E4.104, um procedimento de teste por lote pode ser adotados com fundidos dos quais foi removido o excesso com massa de 1 tonelada ou menos. Todos os fundidos em um lote devem ser de tipo e dimensões similares, vazados do mesmo cadinho do metal tratado. Uma amostra fundida em separado deve ser providenciada para cada múltiplo de 2,0 toneladas de fundidos dos quais o excesso foi removido, no lote.

FIGURA F.E4.102.1 AMOSTRA DE TESTE TIPO A (EM U)



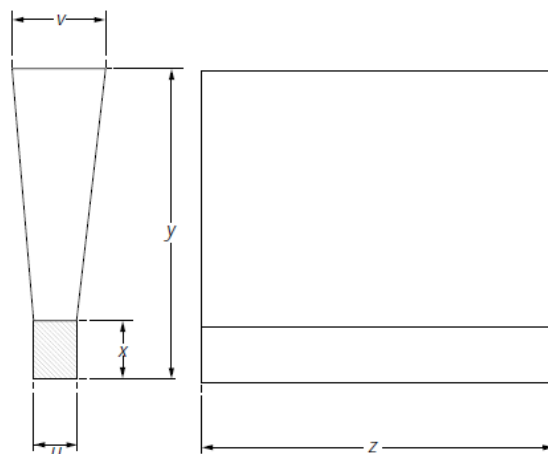
Dimensões	Amostra padrão	Amostras alternativas quando especialmente requerido		
<i>u</i> (mm)	25	12	50	75
<i>v</i> (mm)	55	40	90	125
<i>x</i> (mm)	40	30	60	65
<i>y</i> (mm)	100	80	150	165
<i>z</i>	Para adaptar-se à máquina de teste			
<i>Rs</i>	Aproximadamente 5 mm			

FIGURA F.E4.102.2 AMOSTRA DE TETE TIPO B (U DUPLO)



Dimensões	Amostra padrão
<i>u</i> (mm)	25
<i>v</i> (mm)	90
<i>x</i> (mm)	40
<i>y</i> (mm)	100
<i>z</i>	Para adaptar-se à máquina de teste
<i>Rs</i>	Aproximadamente 5 mm

FIGURA. F.E4.102.3 AMOSTRA TIPO DE (EM Y)



Dimensões	Amostra padrão	Amostras alternativas quando especialmente requerido		
u (mm)	25	12	50	75
v (mm)	55	40	100	125
x (mm)	40	25	50	65
y (mm)	140	135	150	175
z		To suit testing machine		
Espessura de amostra "mould sorrounding"	40 mm min.	40 mm min.	80 mm min.	80 mm min.

106. Sempre que sejam utilizadas amostras de ensaio vazadas separadamente, elas devem ser fundidas em moldes feitos a partir do mesmo tipo de material usado para as peças fundidas e devem ser tomadas na extremidade de derramamento das peças vazadas. As amostras não devem ser removidos dos moldes até que a temperatura esteja abaixo de 500 ° C.

107. Todas as amostras de teste devem ser devidamente marcadas para identifica-las com os fundidos que representam.

108. Quando fundidos são fornecidos na condição de tratamento térmico, as amostras devem ser tratadas termicamente em conjunto com os fundidos que representam.

109. Uma amostra de ensaio de tração deve ser preparado a partir de cada amostra de ensaio e deve ser usinado com as dimensões indicadas na Parte III, Título 61, Seção 2, Capítulo A.

110. Todos os testes de tração devem ser realizadas usando teste pré-procedimento em conformidade com a

Parte III, Título 61, Seção 2, Capítulo A. Salvo acordo em contrário todos os testes devem ser na presença dos inspectores

200. Propriedades mecânicas

201. A Tabela T.E4.201.1 apresenta os requisitos mínimos para 0,2% de alongamento e alongamento correspondente a diferentes níveis de força. V alores de dureza Brinell típicos também são apresentados na Tabela E4.201.1 e destinam-se apenas para fins informativos.

202. Um fundidos pode ser fornecido a qualquer resistência à tração mínima especificada selecionada dentro dos limites gerais detalhados na Tabela T.E4.201.1 mas sujeitos a quaisquer requisitos adicionais das Regras.

203. Salvo acordo em contrário somente a resistência à tração e alongamento necessitam ser apuradas. Os resultados de todos os testes de tração devem estar em conformidade com os requisitos aplicáveis da Tabela T.E4.201.1

TABELA T.E4.201.1 PROPRIEDADES MECÂNICAS

Resistência a tração mínima especificada (N/mm ²)		0,2% tensão de prova (N/mm ²) min.	Alongamento em 5,65 $\sqrt{S_0}$ (%) min.	Valores típicos de dureza (Brinell) (see E4.202)	Energia de impacto		Estrutura típica da matriz (ver E5.203)
					Temp. de teste °C	KV ⁽²⁾ J min	
Qualidades comuns	370	230	17	120-180	-	-	Ferrita
	400	250	12	140-200	-	-	Ferrita
	500	320	7	170-240	-	-	Ferrita/Perlita
	600	370	3	190-270	-	-	Ferrita/Perlita
	700	420	2	230-300	-	-	Perlita
	800	480	2	250-350	-	-	Perlita ou Estrutura temperada
Qualidades especiais	350	220	22 ⁽³⁾	110-170	+20	17(14)	Ferrita
	400	250	18 ⁽³⁾	140-200	+20	14(11)	Ferrita

Nota

- 1 Para valores intermediários de resistência mínima a tração especificados, os valores mínimos de 0,2% de prova e alongamento podem ser obtidos por interpolação.
- 2 O valor médio medido em três amostras para teste Charpy. Um dos resultados pode estar abaixo do valor médio, mas não deve ser inferior aos valores entre parêntesis.
- 3 No caso de amostras fundidas integradas com a peça, o alongamento pode ser 2 pontos percentuais a menos

E6. INSPEÇÃO E EXAME METALGRÁFICO

100. Inspeção

101. Todos os fundidos devem estar limpos e adequadamente preparados para inspeção. As superfícies não devem ser, mateladas ou tratadas de qualquer maneira que possa obscurecer defeitos.

102. Antes de aceitação, todas os fundidos devem ser examinados visualmente incluindo, quando aplicável, a análise de superfícies internas. Salvo acordo em contrário a verificação das dimensões é de responsabilidade do fabricante.

103. O exame complementar de peças fundidas por procedimentos adequados de ensaios não destrutivos, geralmente não é necessária, exceto em circunstâncias em que haja razão para suspeitar da solidez do fundido.

104. Quando exigido pelas Regras, fundidos devem ser testados sob pressão antes da aceitação final.

105. Em caso de qualquer defeito de fundição observado durante a usinagem ou testes subsequentes o fundido deve ser rejeitado, não obstante qualquer certificação anterior.

106. Árvores de manivela devem ser submetidas a uma inspeção por partículas magnéticas. Trincas como indicações não são permitidos.

200. Inspeção metalográfica

201. A inspeção metalográfica da árvore de manivela é obrigatória.

202. Quando necessário, uma amostra representativa de cada cadinho de metal tratado deve ser preparado para exame metalográfico. Estas amostras podem ser convenientemente feitas a partir dos corpos de prova de tração, mas alternativamente, providências para a disposição das amostras podem ser adoptadas desde que sejam tomadas a partir do colher de fundição para o fim do período de moldagem.

203. A análise das amostras deve mostrar que pelo menos 90% da grafite está em forma dispersa esferoidal ou nodular. Detalhes de estruturas matriciais típicos são apresentados na Tabela T.E4.201.1 e destinam-se apenas para fins informativos.

E7. RETIFICAÇÃO DE FUNDIDOS COM DEFEITO, IDENTIFICAÇÃO DOS FUNDIDOS

100. Retificação de fundidos com defeito

101. À discrição do vistoriador, pequenas marcas de superfície podem ser removidas por esmerilhamento.

102. Sujeito à aprovação prévia do vistoriador, fundidos contendo porosidade local podem ser retificados por impregnação de plástico apropriado, desde que a extensão da porosidade seja tal que não venha a afetar adversamente a resistência do fundido.

103. Em geral, reparos por solda não são permitidos.

200. Identificação de peças fundidas

201. O fabricante deverá possuir um sistema de identificação que permitirá a todos os fundidos acabados serem rastreados para o molde original e os vistoriadores devem ter pleno acesso às instalações completas para rastrear as peças fundidas, quando necessário.

202. Antes de aceitação, todas as peças fundidas que tenham sido testadas e inspeccionadas com resultados satisfatórios devem ser claramente marcadas pelo fabricante. A critério RBNA qualquer uma dos seguintes marcações podem ser necessárias:

a. Qualidade do aço.

b. Número de identificação, número do fundido ou outra marcação, o que permita o acesso ao histórico completo do fundido.

c. Nome ou marca comercial do fabricante.

d. Nome, iniciais ou símbolo do RBNA.

e. Nome abreviado do escritório local do RBNA.

f. Selo pessoal do vistoriador responsável pela inspeção.

g. Se for o caso, pressão de ensaio.

203. Sempre que pequenas peças fundidas são fabricados em grande quantidade, arranjos modificados para identificação das peças podem ser especialmente acordados com o RBNA.

E8. CERTIFICAÇÃO

100. Certificação

101. O fabricante deve fornecer o tipo necessário de certificado de inspeção trazendo as seguintes indicações para cada unidade ou lote de peças fundidas aprovado nos testes:

a. Nome e número de ordem do comprador.

b. Descrição das peças fundidas e qualidade do aço.

c. Número de identificação.

- d. Processo de fabricação de aço, número da corrida e análise química de amostras do cadinho.
- e. Resultados dos ensaios mecânicos.
- f. Resultados dos testes não-destrutivos, quando aplicável.
- g. Detalhes do tratamento térmico, incluindo temperaturas e tempos de espera.
- h. Se for o caso, pressão de ensaio

CAPÍTULO F BARRAS DE AÇO LAMINADO A QUENTE

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

F1. CARACTERÍSTICAS

F1. CARACTERÍSTICAS

100. Prescrições

101. As características, os requisitos para teste e o tratamento são os estabelecidos na Parte III Título 61 Seção 2 destas Regras.

CAPÍTULO G LIGAS DE COBRE FUNDIDO PARA HÉLICES

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- G1. ABRANGÊNCIA
 - G2. APROVAÇÃO DA FUNDIÇÃO
 - G3. MOLDAGEM E FUNDIÇÃO
 - G4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO FUNDIDO
 - G5. DIMENSÕES, TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS E GEOMÉTRICAS
 - G6. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA
 - G7. CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS
 - G8. INSPEÇÕES E TESTES
 - G9. TESTES NÃO DESTRUTIVOS
 - G10. IDENTIFICAÇÃO E MARCAÇÃO
 - G11. CERTIFICADOS DOS FABRICANTES
 - G12. DEFINIÇÃO DE SKEW E ZONAS DE SEVERIDADE
 - G13. CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO PARA INSPEÇÃO POR LÍQUIDO PENETRANTE
 - G14. REPARO DE DEFEITOS
 - G15. DESEMPENO
 - G16. REPARO POR SOLDA
 - G17. TESTES PARA PROCEDIMENTOS DE SOLDA E QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES
-

G1. ABRANGÊNCIA

100. Abrangência

101. Os requisitos presentes são aplicáveis aos procedimentos de moldagem, fundição, inspeção e reparo de ligas de cobre fundido hélices, pás e bossos. Mediante consideração especial do RBNA estes requisitos também podem ser aplicados para o reparo e inspeção de hélices danificados durante o serviço.

G2. APROVAÇÃO DA FUNDIÇÃO

100. Aprovação do fornecedor

101. Todos os hélices propulsores e componentes devem ser fabricados por fundições aprovadas pelo RBNA. Para tal finalidade, as fundições devem demonstrar que têm disponíveis os meios necessários e pessoal qualificado para a fabricação adequada de hélices de forma a satisfazer as Regras.

102. Solicitação de homologação: A homologação deve ser requerida para o RBNA. Os pedidos devem ser acompanhados de especificações dos materiais do hélice, processos de fabricação, reparação, procedimentos de inspeção de END (ensaios não destrutivos) e uma descrição das instalações de fundição, incluindo a capacidade máxima dos cadinhos.

103. Âmbito da homologação: O âmbito da homologação, deve ser acordado com o RBNA. Deve incluir a apresentação de especificações de teste dos materiais hélice em questão para testes de aprovação, a fim de verificar se a composição química e as propriedades mecânicas destes materiais atendem ao cumprimento destas Regras.

104. Instalações de inspeção: A fundição deve ter um laboratório devidamente equipado, operado por pessoal experiente, para o ensaio de análises químicas dos materiais moldados, ensaios mecânicos e testes de microestrutura de materiais metálicos. Provisão também deve ser feita para inspeção END. Se estas instalações de teste não estão presentes na fundição, detalhes devem ser fornecidos de um laboratório local aprovado que irá fornecer tais serviços.

G3. MOLDAGEM E FUNDIÇÃO

100. Moldagem e fundição

101. Derramamento: O derramamento deve ser realizado em moldes secos usando metal líquido desgaseificado. O derramamento deve ser controlado a fim de evitar turbulências do fluxo. Dispositivos e / ou procedimentos especiais devem evitar que escória venha a fluir para dentro do molde.

G4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO FUNDIDO

100. Ausência de defeitos

101. Todos os fundidos devem ter um acabamento adequado e devem ser livres de defeitos susceptíveis de prejudicar a sua utilização. Defeitos de fundição menores que ainda podem ser visíveis após a usinagem, tais

como areia e escória pequenas inclusões, gotas frias(*) e crostas será cortado fora pelo fabricante, cf. G14 subcapítulo.

(*) *Informação*

“Gotas frias”, ou “cold shut” decorre de duas correntes de metal fundido que não se fundem adequadamente quando encontrando-se na cavidade do molde, gerando assim uma discontinuidade e um ponto fraco no fundido.

Fim da informação

102. Alívio de tensões: um tratamento térmico subsequente para alívio das tensões pode ser realizado para reduzir as tensões residuais. Para tal efeito, o fabricante deve apresentar uma especificação que contenha detalhes do tratamento térmico para aprovação do RBNA. Para temperaturas de alívio de tensões e tempo de espera ver tabelas T.G15.301.1 e T.G15.306.

200. Remoção de defeitos

201. Defeitos de fundição que possam prejudicar a manutenção das peças fundidas, por exemplo, principais inclusões não metálicas, cavidades devidas a encolhimento, bolhas de ar (ou gás) e rachaduras, não são aceitos. Tais defeitos podem ser removidos por um dos métodos descritos no subcapítulo G14 adiante e reparados dentro dos limites e restrições para as zonas de severidade. Descrição completa e documentação devem estar disponíveis para o vistoriador.

Informação

Pequenas bolhas de gás são denominadas porosidades, enquanto bolhas maiores são denominadas bolhas de ar (blowhole or blisters). Tais defeitos podem ser causados por ar preso no metal fundido, vapor ou fumaça oriunda da areia do molde, ou ainda por gases do metal fundido ou do molde. Furos por vácuo causado pelo encolhimento do metal também são denominados bolhas de gás. Por serem muitas vezes contidos em uma camada de metal fundido sem defeitos, são difíceis de serem detectados, requerendo testes de análise harmônica, ultrassom, partícula magnética ou raios-x.

Fim da instrução

G5. DIMENSÕES, TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS E GEOMÉTRICAS

100. Tolerâncias dimensionais e geométricas

101. As dimensões e as tolerâncias dimensionais e geométricas são regidas pelos dados contidos nos desenhos de homologação ou nos documentos requeridos. Estes devem ser apresentados ao vistoriador no momento do teste. A precisão e verificação das dimensões são de

responsabilidade do fabricante, salvo acordo em contrário.

102. As presentes Regras requerem conformidade com as normas ISO 484 parte 1 e parte 2 ou equivalente.

103. O balanceamento estático deve ser realizado em todos os hélices de acordo com o desenho aprovado.

104. O balanceamento dinâmico deve ser realizado para hélices que vão operar acima de 500 rpm.

G6. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

100. Composição química

101. Ligas típicas de cobre para hélices estão agrupadas em quatro tipos: CU 1, CU 2, CU 3 e CU 4 dependendo de sua composição química, tal como mostrado na tabela T.G6.101.1. Ligas de cobre cuja composição química apresenta desvios em relação aos valores típicos de T.G6.101.1 devem ser aprovados de forma especial pelo RBNA.

TABELA T.G6.101.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA TÍPICA DE LIGAS FUNDIDAS DE COBRE PARA HÉLICES

Tipo de liga	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)							
	Cu	Al	Mn	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb
CU1	52-62	0,5-3,0	0,5-4,0	35-40	0,5-2,5	max 1,0	0,1-1,5	max. 0,5
CU2	50-57	0,5-2,0	1,0-4,0	33-38	0,5-2,5	3,0-8,0	max. 0,15	max. 0,5
CU3	77-82	7,0-11,0	0,5-4,0	max 1,0	2,0-6,0	3,0-6,0	max. 0,1	max. 0,03
CU4	70-80	6,5-9,0	8,0-20,0	max 6,0	2,0-5,0	1,5-3,0	max. 1,0	max. 0,05

200. Características metalúrgicas

201. Os principais constituintes da microestrutura nas ligas à base de cobre CU CU 1 e 2 são as fases alfa e beta.

202. As propriedades importantes tais como a ductilidade e a resistência à fadiga de corrosão são fortemente influenciadas pela proporção relativa da fase beta (uma percentagem muito elevada de fase beta possuindo um efeito negativo sobre estas propriedades). Para assegurar a adequada resistência à corrosão e ductilidade de fadiga frio, a proporção de fase beta deve ser mantida baixa.

203. O conceito do equivalente de zinco deve ser usado como controle uma vez que resume o efeito da tendência de vários elementos químicos para produzir fase beta na estrutura.

204. A estrutura das ligas de tipo CU 1 e CU 2 deve conter um componente de fase alfa de pelo menos 25%, medido num corpo de provas plano pelo fabricante. Para assegurar a adequada resistência à corrosão e ductilidade a fadiga, a proporção de fase beta deve ser mantida baixa. Para este efeito, o zinco equivalente definido pela seguinte fórmula não deve exceder um valor de 45%:

$$\text{Zinco equivalente (\%)} = 100 - \frac{100\% \text{ Cu}}{100 + A}$$

onde A é a soma algébrica dos seguintes valores:

1	% Sn
5	% Al
-0,5	% Mn
-0,1	% Fe
-2,3	% Ni

205. Nota: O sinal negativo na frente dos elementos Mn, Fe e Ni significa que tais elementos tendem a r7.

G7. CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

100. Ligas padronizadas

101. As características mecânicas devem estar em conformidade com os valores mostrados na tabela T.G7.101.1. Estes valores são aplicados para testar corpos de prova de amostras tomadas em moldes de acordo com a Fig. F.G7.101.1, ou com qualquer outra norma nacional reconhecida.

102. **Nota:** Estas propriedades são uma medida da qualidade me-mecânica do metal em cada corrida; e não são geralmente representativos das propriedades mecânicas da fundição hélice em si, que pode ser até 30% mais bai-

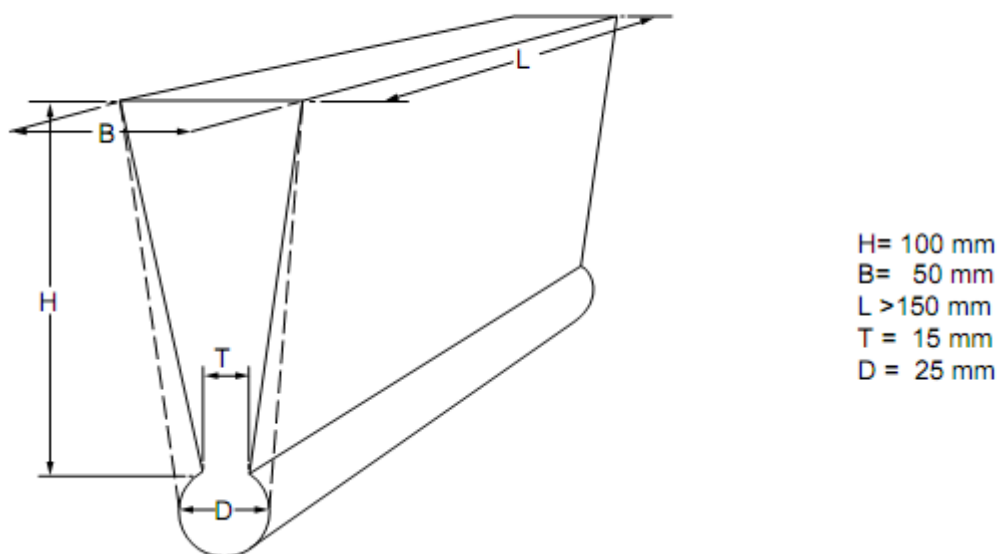
do que o de um corpo de prova fundido separadamente.

103. Para os corpos de prova integrais os requisitos devem especialmente acordados com o RBNA para reduzir a proporção da fase beta.

TABELA T.G7.101.1 – CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DE LIGAS DE COBRE PARA HÉLICES (CORPOS DE PROVA FUNDIDOS SEPARADAMENTE)

Tipo de liga	Tensão de prova	Resistência à tração	Alongamento
	Rp 0,2	R _m	A ₅
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]
	min.	min.	min.
CU1	175	440	20
CU2	175	440	20
CU3	245	590	16
CU4	275	630	18

FIG. F.G7.101.1 - CORPO DE PROVA PARA FUNDIÇÃO



200. Outras ligas

201. As características mecânicas de ligas não atendendo os valores limites da tabela T.G7.101.1 deve estar de acordo com um caderno de especificações aprovado pelo RBNA.

G8. INSPEÇÃO E TESTES

100. Inspeção e testes

101. Os seguintes testes e inspeções devem ser realizados. Para as dimensões do corpo de prova e procedimentos de testes referência é feita à Parte III, Título 61, Seção 2, capítulo A.

200. Composição química

201. O fabricante deve fornecer evidência da composição de cada cadinho.

300. Ensaio de tração

301. A resistência à tração, 0,2% de alongamento serão determinados por ensaio de tração. Para este efeito, pelo menos um corpo de prova deve ser tomado de cada cadinho.

302. Geralmente, os corpos de prova serão tomadas a partir de peças de amostra tomadas separadamente (ver G7.10). Os corpos de prova devem ser fundidos em moldes feitos do mesmo material do molde para o hélice e devem ser resfriados sob as mesmas condições que o hélice.

303. Se hélices são submetidos a um tratamento térmico, as amostras de teste devem ser tratadas termicamente em conjunto com eles.

304. Quando corpos de prova devem ser tomadas a partir de amostras integrais com a peça, devem ser objecto de um acordo especial com o RBNA. Sempre que possível, os corpos de prova devem estar localizados nas pás em uma área situada entre 0,5 a 0,6 R, onde R é o raio do hélice. O material do corpo de prova deve ser removido a partir do molde por meio de procedimentos não térmicos.

400. Exame micrográfico

401. A estrutura micrográfica de tipos de liga CU 1 e Cu 2 deve ser verificada através da determinação da proporção de fase alfa. Para tal fim, pelo menos, uma amostra deverá ser tomada de cada corrida. A proporção da fase alfa deve ser determinada como o valor médio de 5 contagens. Devem ser cumpridos os requerimentos de G6.200 produto.

500. Qualidade da superfície e as dimensões

501. Hélices fundidos devem ser inspeccionados visualmente em todas as fases de fabricação e de toda a superfície deve ser submetida a uma inspeção visual detalhada no estado acabado pelo vistoriador. Tal inspeção deve incluir o furo.

502. As dimensões devem ser verificadas pelo fabricante e o relatório sobre a inspeção dimensional deve ser entregue ao vistoriador, que pode exigir que verificações a serem feitas na sua presença.

503. O vistoriador pode ser exigido teste de contraste de áreas (por exemplo, por cloreto de ferro) com o objetivo de verificar os reparos de solda.

G9. TESTES NÃO DESTRUTIVOS

100. Inspeção por líquido penetrante

101. As zonas severas "A" (ver subcapítulo G12) devem ser submetidas a uma teste de líquido penetrante na presença do vistoriador. Para a norma de inspeção e aceitação ver subcapítulo G.13. Em zonas de "B" e "C" o teste de líquido penetrante deve ser realizado pelo fabricante e pode ser testemunhado pelo vistoriador caso requisitado.

102. As reparações forem sido feitos quer por esmerilhamento ou por solda das áreas reparadas devem, adicionalmente, ser submetidas ao teste de líquido penetrante independente de sua localização e / ou zona de gravidade.

200. Inspeção radiográfica ou de ultrassom

201. Onde existem sérias dúvidas de que os fundidos não estão livres de defeitos internos inspeções não destrutivas adicionais devem ser realizadas a pedido do vistoriador, por exemplo, exames radiográficos e / ou de ultra-som. Para este propósito, os critérios de aceitação devem ser acordados entre o fabricante e o RBNA em conformidade com um padrão reconhecido.

202. Orientação

a. A absorção dos raios-X e raios gama é mais forte em ligas à base de cobre que no aço. Para hélices de bronze, raios-X de 300 kV normalmente podem ser utilizados até 50 mm e raios gama Co60 até 160 mm de espessura. Devido à faixa limitada de espessuras que podem ser radiografadas, bem como por outras razões práticas, a radiografia não é geralmente um método para verificar as partes mais espessas de grandes hélices.

b. Como regra geral, os testes de ultrassom de CU CU 1 e 2 não são viáveis devido a elevada capacidade de amortecimento destes materiais. Para CU 3 e 4 CU, a inspeção ultrassônica de defeitos subsuperficiais é possível.

300. Registro de defeitos e inspeções

301. Todos os defeitos que exigem reparo de solda em peças fundidas devem ser documentadas de preferência em desenhos ou desenhos especiais que mostrem as suas dimensões e localizações. Além disso, o procedimento de inspeção deve ser relatado. A documentação deve ser apresentada ao vistoriador antes que quaisquer reparações por solda sejam realizadas.

G10. IDENTIFICAÇÃO E MARCAÇÃO

100. Identificações

101. O fabricante deve utilizar um sistema de monitoramento que permite que todos os fundidos sejam rastreada até suas origens.

102. Sob requisição, será apresentada evidência disso ao vistoriador.

200. Marcação

201. Antes da inspeção final pelo vistoriador cada fundido deve ser marcado pelo fabricante com os seguintes símbolos:

a. grau de material fundido ou correspondente designação abreviada

b. marca do fabricante

c. número de corrida, número de fundição ou outro sinal que permita que o processo de fabricação seja rastreado

d. número do corpo de prova

e. data de inspeção final

f. número de certificado de teste pelo RBNA

g. notação de “ice-class”, quando necessário

h. ângulo de inclinação para a hélices com alto grau de “skew”.

G11. CERTIFICADOS DO FABRICANTE

100. Certificados do fabricante

101. Para cada hélice o fabricante deve entregar ao vistoriador um certificado contendo os seguintes detalhes:

a. comprador e número da ordem de compra;

b. número de construção do estaleiro, de disponível;

c. descrição do fundido com o número do plano;

d. diâmetro, número de pás, passo, sentido de giro;

e. grau da liga e composição química para cada corrida;

f. número da corrida ou da fundição;

g. peso final;

h. resultados de testes não destrutivos e detalhes do procedimento de teste onde aplicável;

i. porção da estrutura alfa para ligas CU 1 e CU 2;

j. resultados dos testes mecânicos;

k. número de identificação do fundido;

l. ângulo do skew para hélices com alto grau de “skew”, ver G12.100;

G12. DEFINIÇÃO DE SKEW E ZONAS DE SEVERIDADE

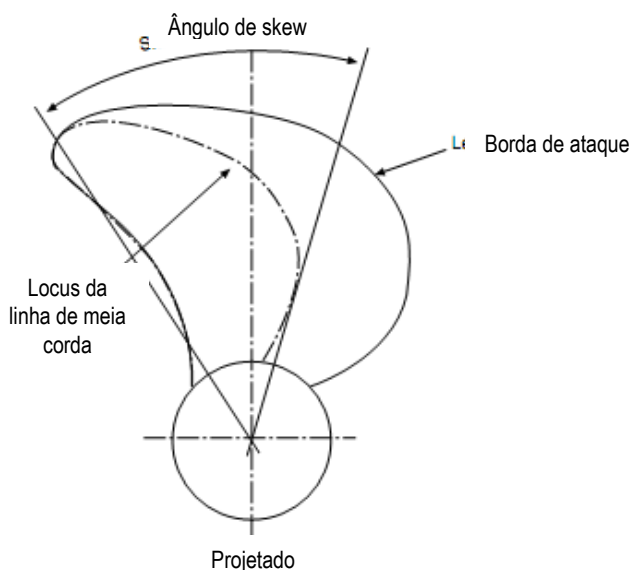
100. Definição de skew

101. O ângulo de skew de um hélice é definido como se segue:

a. o ângulo de skew máximo de uma pá de hélice é definido como o ângulo, em vista projetada da pá, entre uma linha desenhada através da ponta da pá e a linha da linha de centro do eixo com uma segunda linha através do centro do eixo, que atua como uma tangente ao locus de os pontos médios da seção helicoidal da pá, ver Fig F.G12.101.1.

b. hélices grau alto de “skew” têm um ângulo de skew maior que 25°, hélices de baixo grau “skew” um ângulo de até 25

FIGURA F.G12.101.1 – DEFINIÇÃO DO ÂNGULO DE SKEW



200. Zonas de gravidade

201. Visando relacionar o grau de inspeção referente a criticidade de defeitos em pás de hélices e para ajudar a reduzir o risco de falha por trincas devidas a fadiga após o reparo, as pás do hélice foram divididas em três zonas designadas A, B e C.

202. A zona A é a região levando as maiores tensões de funcionamento e que, portanto, requerem o mais alto grau de inspeção. De um modo geral, as espessuras de pá são maiores nesta área dando o maior grau de retenção em soldas de reparação e isto por sua vez leva a maiores as tensões residuais e em torno de quaisquer soldadas de reparo. Alta elasticidade residual freqüentemente leva à trincas por fadiga durante o serviço subsequente de forma que o alívio dessas tensões através de tratamento é essencial para qualquer soldas feitas nesta zona. Em geral não é permitido soldar na Zona A e só será permitido soldar após uma análise específica pelo RBNA. Todos os esforços devem ser feitos para corrigir um hélice defeituoso ou avariado neste espaço sem o recurso da solda, mesmo que isso conduza a uma redução dos escantilhões, se este for aceitável. Se um reparo com solda for acordado, o tratamento térmico pós-solda para alívio de tensões é obrigatório.

203. A zona B é uma região onde as tensões de operação podem ser altas. Soldas devem, preferencialmente, ser evitadas, mas geralmente podem ser permitidas sujeita à aprovação prévia do RBNA. Os detalhes completos do defeito / avaria e o procedimento de reparo devem submetidos para cada instância a fim de obter essa aprovação

204. A zona C é uma região em que as tensões de operação são baixas e em que as espessuras de pás são relativamente pequenas de modo que a solda é mais segura e reparos, se feitos em conformidade com um procedimento aprovado, são permitidos livremente.

205. Hélices de baixo skew

a. a zona A é a área do lado da pressão da lâmina, a partir de e incluindo a curva (filet) de $0,4R$, e delimitada em cada lado por linhas a uma distância de $0,15$ vezes o comprimento da corda C_r a partir do bordo de ataque e $0,2 C_r$ vezes a partir do bordo de fuga, respectivamente (ver Figura F.G12.205.1). Quando o raio do cubo (R_b) excede $0,27R$, sendo o outro limite da zona A deve ser aumentado para $1,5R_b$.

b. a zona A inclui também as partes do bosso do hélice oriundas de molde separado, que se encontram na zona das janelas, tal como descrito na Figura F.G12.205.3 e a área de flange e curvatura (filet) de hélices de passo controlável e as pás de hélices parafusadas, tal como descrito na Figura F.G12.205.4

c. a zona B é no lado de pressão da área remanescente até $0,7R$ e no lado de sucção da área da curvatura (filet) para $0,7R$ (veja figura F.G12.101.1).

d. a zona C é a área fora $0,7R$ em ambos os lados da pá. Também inclui a superfície do bosso de um hélice monobloco e todas as superfícies do bosso de um passo de hélice de passo controlável outros que os designados acima na zona A.

FIGURA F.G12.205.1 – ÂNGLO DE SEVERIDADE PARA HÉLICES DE FUNDIÇÃO INTEGRADA DE BAIXO GRAU DE SKEW

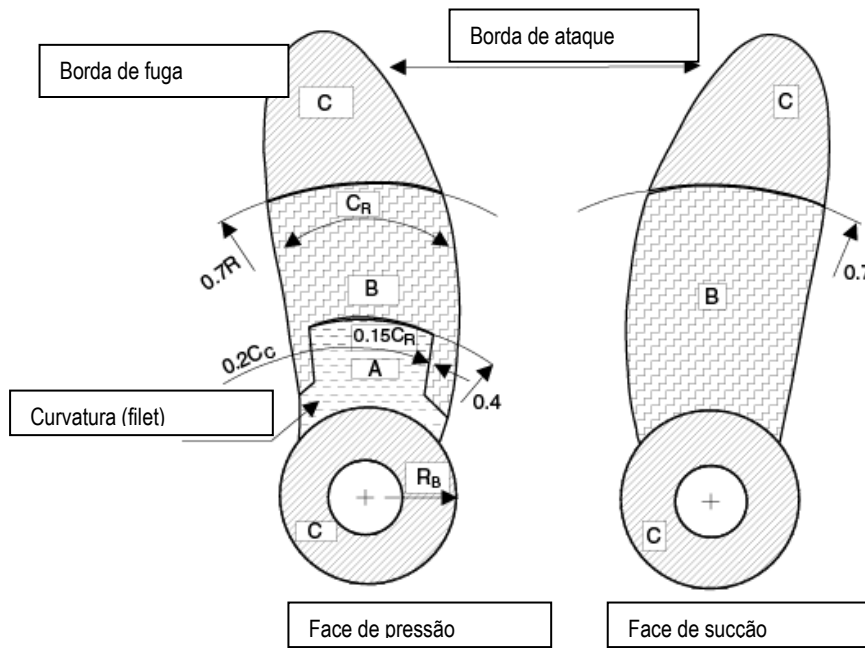


FIGURA F.G12.205.3 – ZONAS DE SEVERIDADE PARA O BOSSO DE HÉLICES DE PASSO CONTROLÁVEL

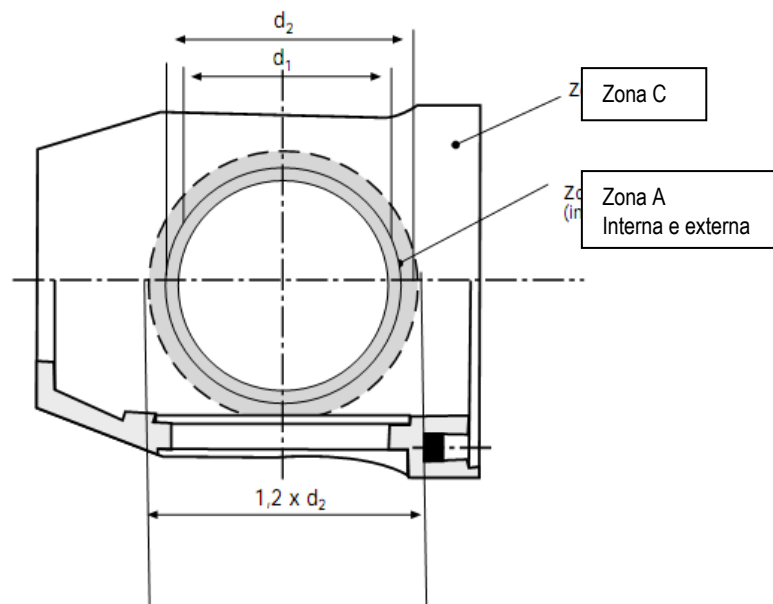
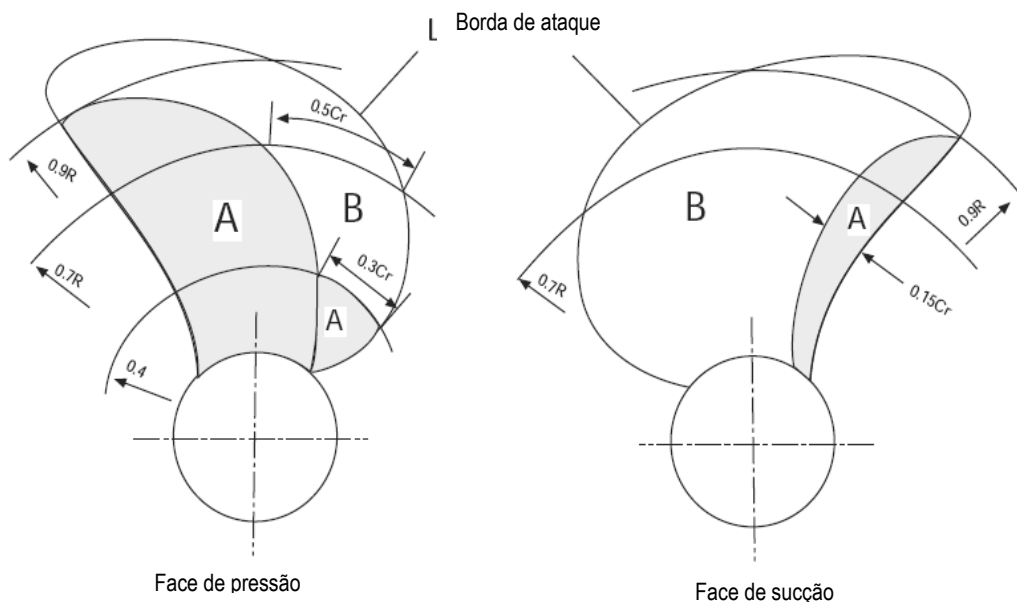
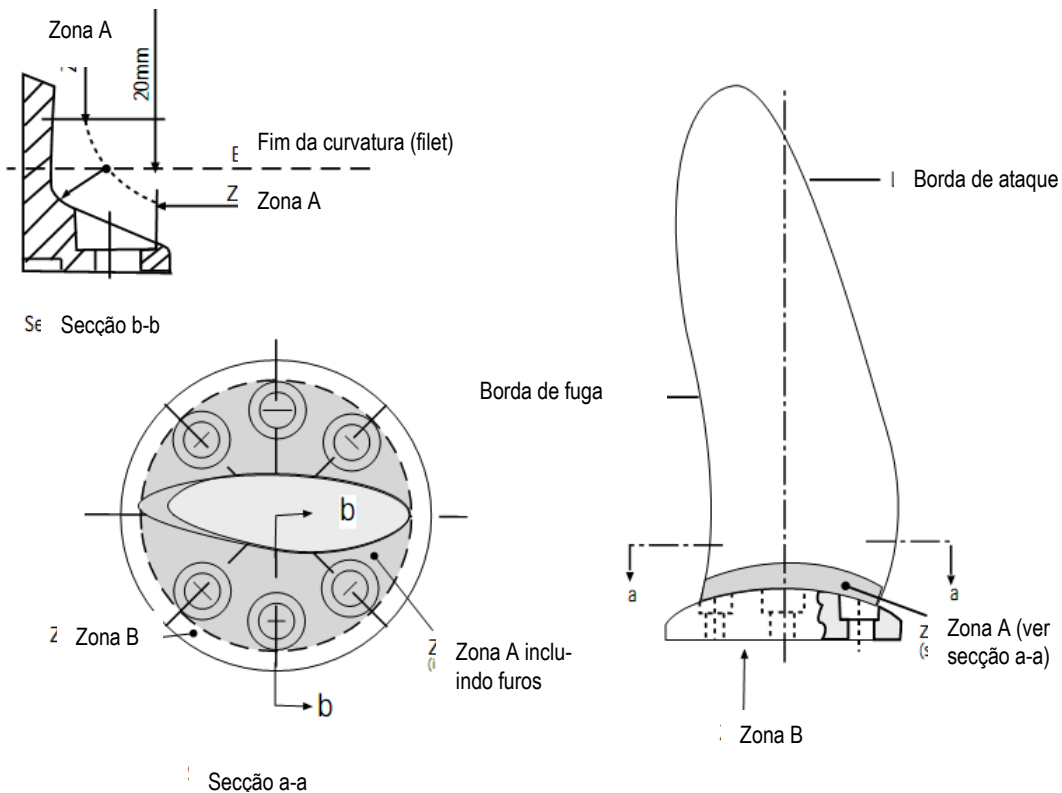


FIG. F. G12.303.1 – ZONAS DE SEVERIDADE EM PÁS COM ÂNGULO DE SKEW MAIOR QUE 25°



FIGURAF.G12.205.4 ZONAS DE SEVERIDADE PARA HÉLICES DE PASSO CONTROLÁVEL E HÉLICES COM PÁS PARAFUSADAS



300. Hélices com skew elevado

301. **Zona A** é a área na face da pressão contida dentro da curvatura (filet) da raiz da pá-cortada e uma linha traçada a partir da junção do bordo de ataque com curvatura de raiz no bordo de fuga em 0,9 R e, passando pelo ponto médio da corda da pá, a 0,7 R e um ponto situado a

0,3 do comprimento da corda a partir do bordo de ataque em 0,4 R. Também inclui uma área ao longo do bordo de fuga na face de sucção da pá desde a raiz até 0,9 R e com seu limite interno a 0,15 dos comprimentos da corda a partir do bordo de fuga.

302. **Zona B** consiste na totalidade das superfícies restantes das pás.

303. As zonas A e B são ilustrados na Figura F.G12.303.1

304. Nota: o restante das superfícies das pás do hélice devem ser dividida em zonas de severidade da forma como foi feito para hélices fundidas sólida conforme Figura F.G12.205.1 e F.G12.303.1.

G13. CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO PARA INSPEÇÃO POR LÍQUIDO PENETRANTE

100. Procedimento de inspeção

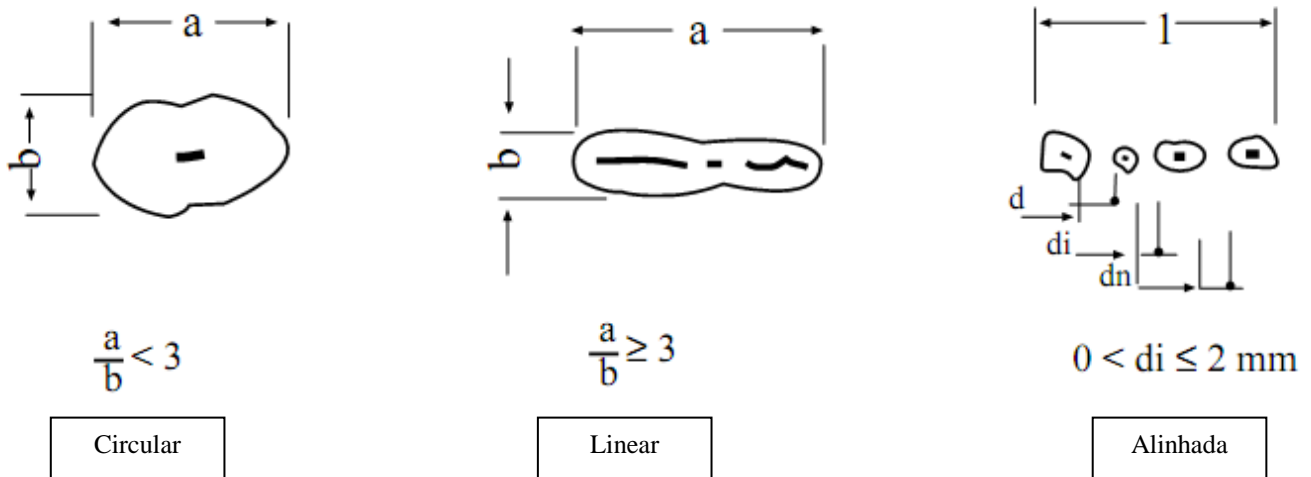
101. A inspeção a líquido penetrante deve ser executada de acordo com as normas ou especificações aprovadas pelo RBNA.

200. Definições

201. **Indicação:** Na inspeção por líquido penetrante uma indicação é definida como a presença de vazamento detectado do líquido penetrante nas descontinuidades do material aparecendo pelo menos 10 minutos depois que foi aplicado o revelador.

202. **Forma das indicações** Distingão deve ser feita entre indicações circulares, lineares e alinhadas. Ver figura F.G13.202.1

FIGURA F.G13.202.1 FORMAS DAS INDICAÇÕES



203. **Área de referência:** a área de referência é definida como uma área de 100 cm² a qual pode ser quadrada ou retangular com a dimensão maior não excedendo 250 mm.

300. Padrão aceitável

301. Para avaliar a superfície a ser inspecinada esta deve ser dividida em áreas de referência de 100 cm² tal como definido em G13.200. As indicações detectadas podem não exceder os valores da Tabela T.G13.301.1. A área deve ser tomada no local mais desfavorável relativa a indicação sendo avaliada., em relação a suas dimensões e quantidade.

302. Áreas que forem preparadas para solda dependendo de sua localização, devem ser sempre avaliadas de

acordo como sendo Zona A. O mesmo aplica-se a áreas soldadas depois de receberem o acabamento final por usinagem ou esmerilhamento.

TABELA T.G13.301.1 – QUANTIDADE E DIMENSÕES DAS INDICAÇÕES NUMA ÁREA DE REFERÊNCIA DE 100 CM², DEPENDENDO DA ZONA DE SEVERIDADE

Zona de severidade	Quantidade total máxima de indicações	Tipo de indicação	Quantidade máxima de cada tipo ^{1) 2)}	Valor máximo aceitável “a” ou “l” de indicações [mm]
A	7	Circular	5	4
		Linear	2	3
		Alinhado	2	3
B	14	Circular	10	6
		Linear	4	6
		Alinhado	4	6
C	20	Circular	14	8
		Linear	6	6
		Alinhado	6	6

Notes:

1) Indicações singulares circulares de menos que 2 mm para zona A e menos que 3 mm para as outras zonas podem descartadas.

2) A quantidade total de indicações circulares pode ser aumentada para a quantidade máxima de partes represenadas pela ausência de indicações lineares / alinhadas.

G14. REPARO DE DEFEITOS

100. Definição

101. Indicações que excedem o padrão de aceitação da Tabela T.G3.301.1, trincas, cavidades de contração, areia, escória e outras inclusões não metálicas, gerando bolhas e outras descontinuidades que possam prejudicar o serviço de segurança do hélice são definidos como defeitos e devem ser reparados.

200. Procedimentos de reparo

201. Em geral, os reparos devem ser realizados por meios mecânicos como ,por exemplo, por esmerilhamento, talhadeira ou usinagem. Soldas podem ser aplicadas com a aprovação do vistoriador doa RBNA, se os requisitos dos itens G14.300, G14.400 e / ou G14.500 forem cumpridos.

202. Após a usinagem ou talhadeira, esmerilhamento deve ser apoiado para defeitos que não serão submetidos a solda. Usinagem deve ser efetuada de tal maneira que o contorno da ranhura esmerilhada seja tão liso quanto possível, a fim de evitar concentrações de tensões ou para minimizar cavitação corrosão.

203. Solda em áreas menos de 5 cm 2 deve ser evitada.

300. Reparo de defeitos na zona A

301. Na zona A, reparos por solda geralmente não devem ser permitidos a menos que especialmente aprovados pelo RBNA.

302. Usinagem pode ser efetuada de uma forma que mantnha a espessura da pá conforme o desenho aprovado.

303. O eventual reparo dos defeitos que são mais profundas do que os referidos acima poderá ser considerado pelo RBNA.

400. Reparo de defeitos na zona B

401. Os defeitos que não são mais profundas do que $dB = (t / 40)$ mm (t = espessura mínima local em mm de acordo com as regras) ou 2 mm (o que for maior) abaixo da espessura mínima dada pelas Regras devem ser removidos por esmerilhamento.

402. Defeitos que são mais profundas do que o permitido para remoção por usinagem podem ser reparado por solda.

500. Reparo de defeitos na zona C

501. Na zona C, soldas de reparo geralmente são permitidas.

G15. REPARO POR SOLDA

100. Requisitos gerais

101. As empresas que desejam realizar um trabalho de solda em hélices devem ter à sua disposição as oficinas necessárias, dispositivos de elevação, equipamentos de soldagem, pré-aquecimento e, se necessário, instalações de recozimento, testando dispositivos, bem como soldadores certificados e supervisores de solda para capacitá-los a realizar corretamente o trabalho. Evidências devem ser apresentados ao vistoriador que estas condições são preenchidas antes do início do trabalho de solda.

102. A empresa em causa deverá elaborar e apresentar ao RBNA uma especificação detalhada de solda cobrindo a preparação de solda, procedimento de soldagem, metais de enchimento, o pré-aquecimento e procedimentos de tratamento térmico e de inspeção pós-solda.

103. Antes da solda ser iniciada, o teste dos processos de soldagem e testes de qualificação de soldadores devem ser realizados na presença de vistoriador do RBNA. Cada soldador / operador deve demonstrar sua capacidade para realizar a solda proposta usando o mesmo processo, consumível e posição que deverão ser usados no reparo real (o âmbito de testes é dado no Subcapítulo G17.).

200. Preparação da solda

201. Defeitos a serem reparados por soldagem devem ser esmerilhados até encontrar material sem defeitos de acordo com os requisitos mostrados em G14.200. Para assegurar a remoção completa dos defeitos as áreas esmerilhadas devem ser examinadas por métodos de líquido penetrante na presença do vistoriador. As ranhuras de solda devem ser preparados de tal maneira que permitam uma boa fusão do fundo da ranhura.

300. Procedimento de reparo por solda

301. **Soldagem a arco:** Soldagem a arco é recomendada para todos os tipos de reparo de hélices de bronze. Para espessura de material inferior a 30 mm, solda a gás pode dar uma soldagem satisfatória para os materiais CU 1 e CU 2. Soldagem a arco com eletrodos revestidos e processo de soldagem a arco com gás de blindagem de metais (GMAW) devem em geral ser aplicados. Soldagem com blindagem a argônio de tungstênio (GTAW) deve ser usada com cuidado, devido a geração de calor mais elevada deste processo. Metais recomendados de preenchimento, pré-aquecimento e alívio de tensão temperaturas estão listadas na Tabela T.G15.301.1

302. Pré-aquecimento adequado deve ser realizado com cuidado, para evitar o sobreaquecimento local, conforme Tabela T.G15.301.1

303. Para todas as ligas para hélice deve em geral ser utilizada em posição horizontal (flat). Quando isto não pode ser feito, solda por arco protegido com gás deve ser empregada. A seção a ser soldada deve estar limpa e seca. Eletrodos de fluxo revestido devem estar secos antes de soldar de acordo com as instruções do fabricante. Para minimizar a distorção e o risco de trincas, temperaturas entre passes devem ser mantidas baixas. Este é especialmente o caso com ligas CU 3. Escória, recortes e outros defeitos devem ser removidos antes de depositar a próxima camada.

304. Todo o trabalho de soldagem deve ser realizado preferencialmente em local livre de correntes de ar e influências do clima.

305. Com exceção da liga CU 3 (Ni-Al-bronze) todos os reparos de solda devem ser submetidos a tratamento térmico de alívio de a fim de evitar trincas por corrosão sob tensão. No entanto, o tratamento térmico de alívio de tensões da liga fundida CU 3 para hélice pode ser necessária após grandes reparos na zona B (e especialmente aprovados para soldagem na Zona A) ou ainda se um consumível suscetível à corrosão sob tensão for usado. Em tais casos, o hélice deve ser submetido a tratamento térmico para alívio de tensões na temperatura de 450 °C a 500 °C ou recozidos no intervalo de temperatura 650-800°C, dependendo da extensão do reparo, conforme a Tabela T.G15.301.1

306. Os tempos de imersão para tratamento térmico de alívio de tensões de hélices de liga de cobre deve ser de acordo com a Tabela T.G15.306.1. O aquecimento e arrefecimento é para ser realizado lentamente sob condições controladas. A velocidade de arrefecimento após qualquer tratamento térmico de alívio de tensões não deve ser superior a 50°C / h até que a temperatura de 200°C seja atingida.

TABELA T.G15.301.1 – METAIS DE ENCHIMENTO E TRATAMENTOS TÉRMICOS RECOMENDADOS

Tipo de liga	Metal de enchimento	Temperatura de pré-aquecimento °C [min]	Temperatura inter fase °C [min]	Temperatura de alívio de tensões °C	Temperatura de desempenho a quente °C
CU1	Al-bronze ¹⁾ Mn-bronze	150	300	350-500	500-800
CU2	Al-bronze Ni-Mn-bronze	150	300	350-550	500-800
CU3	Al-bronze Ni-Al-bronze ²⁾ Mn-Al-bronze	50	250	450-500	700-900
CU4	Mn-Al-bronze	100	300	450-600	700-850

Notes:
1) Ni-Al-bronze e Mn-Al-bronze são aceitáveis
2) Alívio de tensões não requerido, se o metal de enchimento Ni-Al-bronze for empregado

TABELA T.G15.306.1- TEMPOS DE ABSORÇÃO PARA TRATAMENTO TÉRMICO DE ALÍVIO DE TENSÕES PARA HÉLICES DE LIGAS DE COBRE

Temperatura de alívio de tensões °C [min]	Grau de liga CU1 e CU2		Alloy grade Cu3 and CU4	
	Horas para cada 25 mm de espessura	Total máximo de horas recomendado	Horas por 25 mm de espessura	Total máximo de horas recomendado
350	5	15	-	-
400	1	5	-	-
450	1/2	2	5	15
500	1/4	1	1	5
550	1/4	1/2	1/2 ¹⁾	2 ¹⁾
600	-	-	1/4 ¹⁾	1 ¹⁾

Nota: ¹⁾ 550 °C e 600 °C somente aplicáveis para ligas CU4.

G16. DESEMPENO

100. Aplicação da carga

101. Para fins de correções a quentes a frio, apenas cargas estáticas devem ser empregadas.

200. Desempeno a quente

201. O desempenho de uma pá de hélice empenada ou uma modificação de passo deve ser realizado após o aquecimento da região empenada e de zonas de cerca de 500 mm de largura em de ambos os lados do mesmo dentro da gama de temperatura dada sugerido em T.G15.301.1.

202. O aquecimento deve ser lento e uniforme e as chamas concentradas tais como as oxi-acetileno e oxi-propano não devem ser empregadas. Tempo suficiente deve ser permitido para que a temperatura seja razoavelmente uniforme por toda a espessura da secção da pá.

A temperatura deve ser mantida dentro da gama sugerida durante toda a operação de desempenho. Um acoplamento térmico ou Indicador de temperatura deve ser utilizado para medir a temperatura.

300. Desempeno a frio

301. Desempeno a frio deve ser empregado apenas para pequenos reparos de pontas e bordas. Endireitamento a frio em 1 Cu, Cu 2 e 4 bronze Cu deve ser sempre seguida de um tratamento térmico para alívio de tensões. Ver T.G15.301.1.

G17. TESTES PARA PROCEDIMENTOS DE SOLDA E QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES

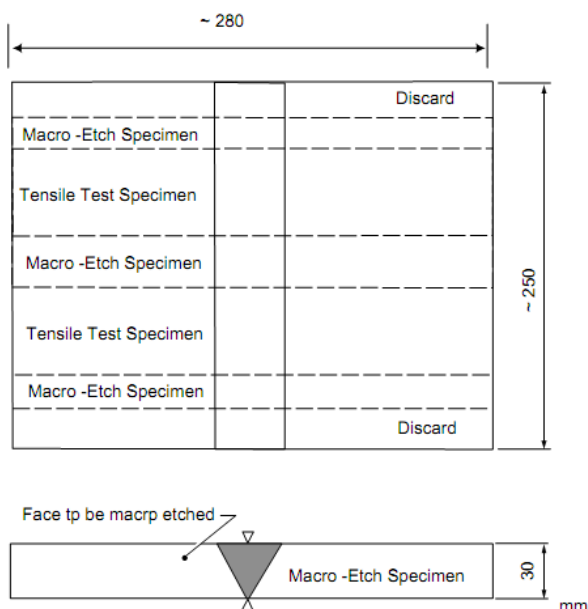
100. Geral

101. O teste de qualificação deve ser realizado com o mesmo procedimento, metal de enchimento, pré-aquecimento e tratamento térmico de alívio de tensões que o que vai ser aplicado no trabalho físico de reparo.

200. Corpo de prova

201. Um corpo de prova de no mínimo 30 mm de espessura deve ser soldado em posição de solda horizontal (flat). Os corpos de prova a serem preparados e suas dimensões são mostrados na figura F.G17.201.1.

TABELA T.G17.201.1 – CORPO DE PROVA



300. Teste de qualificação

301. **Teste não destrutivo:** Depois do término, a solda deve ser 100% testada pelo método de teste de líquido penetrante. Não são aceitas trincas.

302. **Caustificação:** Três corpos de prova para caustificação devem ser preparados (ver Figura F.G17.201.1. Um produto corrosivo apropriado para esta finalidade é composto de:

- a. 5 g de cloreto de ferro (III),
- b. 30 ml de ácido clorídrico (cone)
- c. 100 ml de água.

303. Nota: Poros superiores a 3 mm e trincas não são permitidos.

304. **Ensaio mecânico:** Dois testes de tração devem ser preparados como se mostra na Parte III, Título 61, Seção 2, Subcapítulo A5. A tabela de requerimentos para a resistência à tração, tal como indicado na tabela T.G17.303.1, devem ser cumpridos. Podem ser utilizados corpos de prova alternativos de tração de acordo com padrões reconhecidos.

TABELA T.G17.303.1 – VALORES REQUERIDOS DE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO

TIPO DE LIGA	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO, N/mm ² , min
CU 1	370
CU 2	410
CU 3	500
CU 4	550

CAPÍTULO H TESTE DE MOTORES DE LINHA DE FABRICAÇÃO

CONTEUDO DO CAPÍTULO

- H1. APLICAÇÃO
- H2. PROGRAMA PARA TESTE DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA NÃO PRODUZIDOS EM SÉRIE
- H3. PROGRAMA PARA TESTE DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PRODUZIDOS EM SÉRIE
- H4. PROGRAMA PARA TESTES DE TODOS OS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PARA AVALIAR A CAPACIDADE OPERACIONAL
- H5. COMPONENTES DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PARA OS QUAIS SÃO REQUERIDOS TESTES DE MATERIAL
- H6. COMPONENTES DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PARA OS QUAIS SÃO REQUERIDOS TESTES NÃO DESTRUTIVOS
- H7. PRESSÕES DE TESTE PARA PEÇAS DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA
- H8. MOTORES PRODUZIDOS EM SÉRIE: TURBO ALIMENTADORES MOVIDOS A GÁS DE DESCARGA PRODUZIDOS EM SÉRIE
- H9. RESFRIADORES DE TURBO ALIMENTADORES DE ADMISSÃO DE AR

H1. APLICAÇÃO

100. Geral

101. Estas Regras aplicam-se a motores de combustão interna motores produzidos por unidade, por lote ou em série, que são fabricados em conformidade com as Regras do RBNA e para o qual o fabricante recebeu uma homologação.

102. Para efeitos desses requisitos, motores de combustão interna são motores diesel.

103. O âmbito destes requisitos é limitado a motores com diâmetro de cilindro de ≤ 300 mm.

104. O RBNA irá decidir quais os tipos de motores / série de motores unitários que cumprem os requisitos para a aplicação das presentes Regras.

105. Motores para o quais já tenha sido emitido um aprovação para produção em massa e que estão a ser fornecidos com Classe RBNA estão sujeitos aos requisitos dos ensaios em H5 abaixo.

200. Condições Ambientais de Referência

201. As seguintes condições ambiente de referência aplicáveis aos navios para serviços sem restrições:

- a. pressão barométrica total 1000 mbar
- b. temperatura do ar + 45 ° C
- c. umidade relativa de 60%
- d. temperatura da água do mar a 32 ° C. (Temperatura de admissão do líquido de resfriamento do turbo compressor de ar sujeita a temperatura da água do mar)

202. Nota: O fabricante de motor não deve ser requisitado a fornecer condições ambientes simuladas em uma bancada de teste.

300. Definição do tipo de motor diesel

301. Os motores são considerados como sendo do mesmo tipo se eles não variam em qualquer detalhe incluído na definição em H1.302 abaixo. Quando dois motores são considerados do mesmo tipo, será assumido que não diferem substancialmente em projeto e seus detalhes tais como árvore de manivela, etc., e os materiais utilizados estão em conformidade com os requisitos Regra e são aprovados pelo RBNA.

302. O tipo de motor de combustão interna expresso por designação do fabricante é definido por:

- a. Diâmetro do cilindro,
- b. Curso,
- c. Método de injeção (injeção direta ou indireta),
- d. Tipo de combustível (líquido, dual-fuel, gás),
- e. Ciclo de trabalho (4 tempos, 2 tempos);
- f. Aspiração (aspiração natural ou sobrealimentado);
- g. Potência máxima contínua por cilindro a velocidade máxima contínua e / ou máxima pressão média efetiva de freio;
- h. Método de pressão de carga (sistema pulsante, sistema de pressão constante) ¹;
- i. Sistema de arrefecimento de ar de de alimentação (com ou sem intercooler, número de estágios);

j. Arranjo de cilindros (em linha, V) ²

303. Nota: 1. Depois de um grande número de motores ter sido testado com sucesso pela experiência de serviço, um aumento de potência até no máximo de 10% pode ser permitido, sem qualquer tipo de teste adicional, desde que seja dada aprovação para tal potência.

304. Nota 2. Um tipo de teste é suficiente para toda a gama de motores mesmo possuindo diferente quantidade de cilindros.

400. Definição de produção em série

401. A produção em série pode ser definida, em relação à construção de motores marítimos principais e auxiliares, como segue:

- a. em quantidade sob rigoroso controle de qualidade, materiais e peças especificadas pelo fabricante do motor e reconhecidos pelo RBNA;
- b. pelo uso de gabaritos e máquinas automáticas destinadas a usinar componentes de maquinaria para tolerâncias objetivando a intercambialidade, e que devem ser verificadas em inspeção regular;
- c. por montagem com peças retiradas de estoque e que exigem pouca ou nenhum ajuste das mesmas
- d. testes de bancada realizados em motores individuais com base em um programa de testes aprovado;
- e. avaliação pelos testes finais de componentes selecionados aleatoriamente após teste de bancada.

402. Deve-se notare que todas as peças fundidas, forjadas e outras peças para uso nas máquinas devem também a ser produzidas por métodos semelhantes com inspeções apropriadas.

403. A especificação para as máquinas produzidas pelo método exposto acima deve definir os limites de fabricação de todos os componentes. A produção total deve ser certificada pelo fabricante e verificada pelos responsáveis pela inspeção.

Informação:

O procedimento a seguir aplica-se ao controle dos motores de combustão interna produzidos em série com um diâmetro de cilindro não superior a 300 mm.

Os componentes de motores produzidos em série devem ser fabricados em unidades de usinagem que foram especialmente adaptados para esse efeito e que são submetidos a inspeções necessárias para a garantia da qualidade.

Os componentes do motor, os materiais e as peças devem satisfazer completamente os requisitos de qualidade do fabricante do motor e reconhecidos por RBNA, devem ser intercambiáveis e deve ser possível montá-los sem reformulação ou adaptação.

Fim da informação

H2. PROGRAMA PARA TESTE MODELO (TYPE TESTING) DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA NÃO PRODUZIDOS EM SÉRIE

100. Geral

101. Após a conclusão do projeto para a produção de cada novo tipo de motor destinado para a instalação a bordo dos navios classificados pelo RBNA, um motor deve ser selecionado para o teste de tipo (type approval), tal como exigido pelo RBNA. Para esta finalidade um ensaio de homologação de acordo com os requisitos de H2.104 abaixo deverá ser realizado.

102. Um teste de tipo realizado para um determinado tipo de motor em qualquer lugar, em qualquer fabricante será aceito para todos os motores do mesmo tipo construído pelos licenciados e licenciadores.

103. Motores que são submetidos a testes devem ser testados de acordo com os requisitos especificado abaixo.

104. É assumido que:

a. Este motor é otimizado, conforme necessário para a condição do tipo

b. As auditorias e medidas necessárias para uma operação confiável do motor foram realizados durante testes internos pelo fabricante do motor e

c. A aprovação do projeto foi obtida para o tipo de motor em questão, com base na documentação solicitada Parte II, Título 11, Seção 5, subcapítulo E3 e o RBNA foi informado sobre a natureza e extensão das auditorias realizadas durante as fases de pré-produção.

105. O tipo de teste é subdividido em três fases, a saber:

a. **Fase A - Testes internos.** Testes funcionais e colheita de valores operacionais, incluindo horas de testes durante os testes internos, cujos resultados relevantes devem ser apresentados ao RBNA durante o ensaio de tipo. Horas de teste de componentes que são inspecionadas de acordo com H3.300 devem ser mencionadas;

b. **Fase B - teste de tipo.** Teste de tipo na presença de representantes do RBNA;

c. **Fase C - inspeção de componentes.** Inspeções de componentes pelo RBNA após a conclusão do programa de teste.

106. O fabricante de modo devem compilar todos os resultados e as medidas para o motor testado durante o teste de tipo em um relatório de ensaio de tipo, que terá de ser entregue ao RBNA.

200. Fase A - Testes internos

201. **Fase A - Testes internos** Durante os testes internos o motor será operado nos pontos importantes para o fabricante e os valores operacionais relativos devem ser registradas. Os pontos de carga podem ser selecionados de acordo com a faixa de aplicação.

202. Se um motor pode ser operado satisfatoriamente em todos os pontos de carga sem o uso de lubrificadores dos cilindros acionados mecanicamente, tal condição deve ser verificada.

203. No caso dos motores que podem funcionar com óleo pesado, essa condição deverá ser evidenciada de forma adequada, pelo fabricante (Licenciante ou Licenciado) na bancada de teste do fabricante, mas onde não for possível, testada a bordo no primeiro motor a ser colocado em serviço.

204. **Caso normal.** O caso normal inclui os pontos de carga de 25%, 50%, 75%, 100% e 110% da potência nominal máxima:

a. ao longo da curva nominal (teórica) do hélice e em velocidade constante para motores de propulsão

b. a uma velocidade constante para os motores auxiliares para geradores.

205. **Pontos-limite da gama de funcionamento admissível:** estes pontos-limite devem ser definidos pelo fabricante do motor.

206. Situações de operação de emergência

207. Para motores com turbo compressor a saída contínua alcançável deve ser determinada no caso de danos ao turbocompressor.

a. motores com um turbocompressor, quando rotor é bloqueado ou removido

b. motores com dois ou mais turbocompressores, quando turbocompressores avariados sejam desligados.

300. Estágio B – Teste de tipo (Type Approval Test)

301. Durante o teste de tipo os testes listados abaixo devem ser realizadas na presença do RBNA e os resultados obtidos devem ser registrados e assinados pelos representantes presentes. Desvios em relação a este programa, se houver, devem ser acordados entre o fabricante e o RBNA.

302. **Pontos de Carga:** Pontos de carga para a qual o motor deve ser operado devem estar de acordo com o diagrama de potência / velocidade (figura F.H2.302.1). Os dados a serem medidos e registados ao testar o motor em vários pontos de carga devem incluir todos os parâmetros necessários para o funcionamento do motor.

303. O tempo de operação para cada ponto de carga depende do tamanho do motor (realização de condição de estado estacionário) e do tempo para a coleta dos valores de funcionamento. Normalmente, um tempo de operação de 0,5 horas por ponto de carga pode ser assumido.

304. Na potência nominal conforme H2.206 e tempo de operação de duas horas é necessário. Dois conjuntos de leituras devem ser tomados a um intervalo mínimo de uma hora.

305. Potência nominal, isto é, de saída de 100% a 100% de torque e velocidade de 100%, correspondendo ao ponto de carga 1.

306. 100% de potência com a máxima velocidade permitida correspondente ao ponto de carga 2.

307. Torque máximo admissível (normalmente 110%) a 100% velocidade correspondente ao ponto de carga 3. ou potência máxima permitida (normalmente 110%) e velocidade de acordo com a curva de hélice nominal correspondente ao ponto de carga 3-A.

308. Velocidade mínima permitida a 100% do binário correspondente ao ponto de carga 4.

309. Velocidade mínima admissível a 90% do binário correspondente ao ponto de carga 5.

310. Cargas parciais, por exemplo, 75%, 50%, 25% da potência e velocidade nominal de acordo com a curva de hélice nominal correspondente aos pontos 6, 7 e 8. e à velocidade nominal com ajuste governador constante correspondente aos pontos 9, 10 e 11.

311. Operação de emergência. Potência máxima atingida quando operando ao longo da curva nominal do hélice e quando estiver operando com ajuste constante do regulador de velocidade para a velocidade nominal conforme H2.207.

312. Testes operacionais. Menor rotação do motor segundo curva nominal do hélice. Testes de partida, para motores não reversíveis e / ou testes testes de partida e inversão, para motores reversíveis.

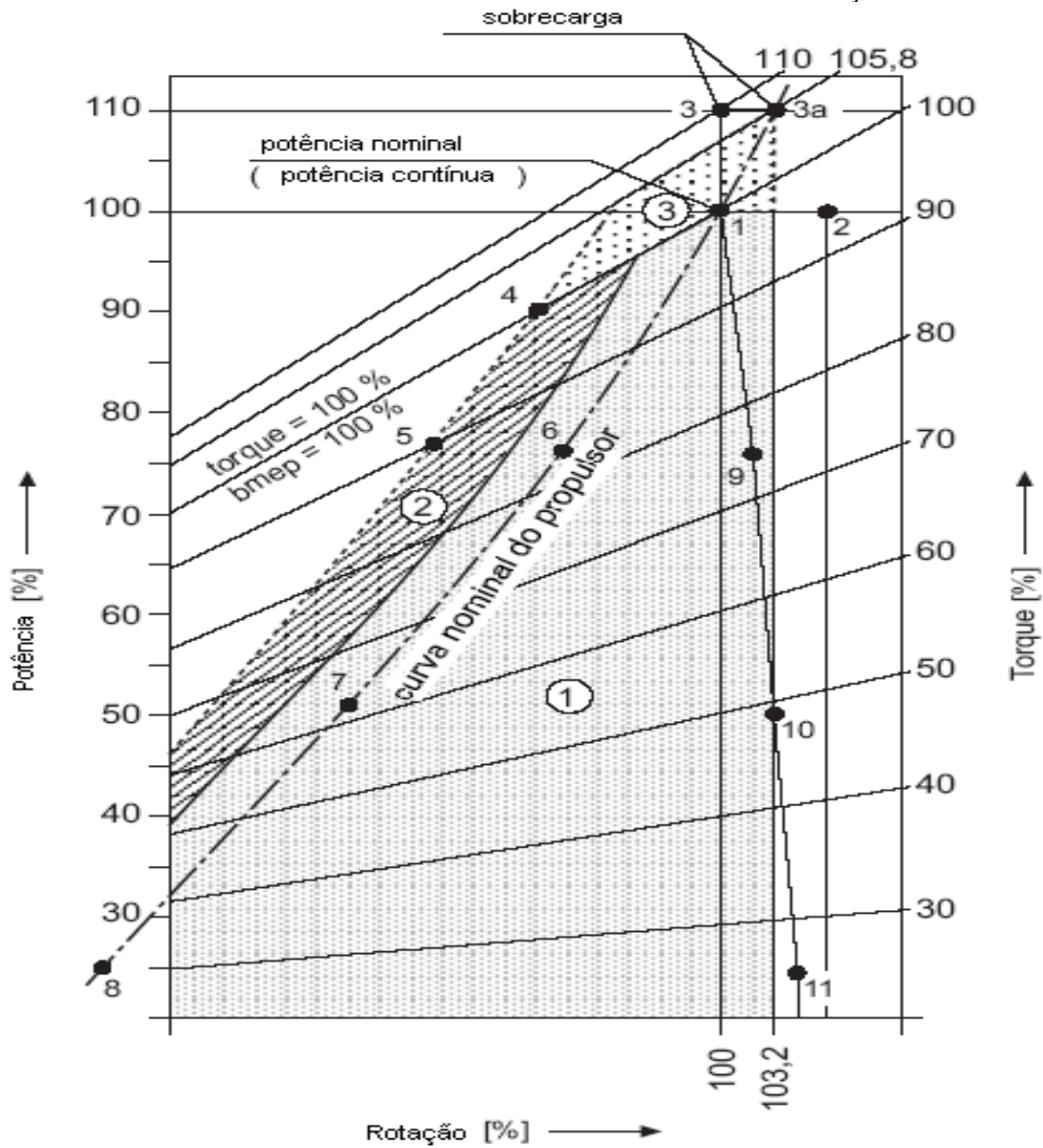
313. Teste do regulador de velocidade:. Testar o sistema de segurança, particularmente para sobrevelocidade e baixa pressão do óleo.

314. Teste de Integração: Para testes de integração de motores diesel eletronicamente controlados deve-se verificar se a resposta do sistema mecânico, hidráulico e eletrônico completo é como prevista para todos os modos operacionais. O âmbito destes testes deve ser acordado com o RBNA para casos selecionados com base na FMEA tal como exigido na Parte II, Título 11, Seção 5, subcapítulo E3

315. Para os motores, destinados a utilização nos serviços de emergência, testes complementares podem ser requeridos de acordo com os regulamentos aplicáveis.

316. Os pontos de desempenho devem obedecer ao diagrama de potência / velocidade F.H2.302.1 e Tabela T.H2.316.

FIGURA. F.H2.302.1. DIAGRAMA POTÊNCIA / ROTAÇÃO



- ① = Faixa de operação contínua
- ② = Faixa de operação intermitente
- ③ = Faixa de operação com pulso de sobrecarga em aplicações especiais

TABELA T.H2.316.1 – PROGRAMA PARA TESTE MOTORES PRODUZIDOS POR UNIDADE

PROGRAMA DE TESTES			
Potência nominal (contínua)	80 horas	Ponto 1	100% da potência
			100% do torque
			100% da rotação
Potência a 100%	1 hora	Ponto 2	100% da potência
			Rotação máxima permissível
Torque máximo permissível	8 horas	Ponto 3	100% do torque
			100% da rotação
		Ponto 3a	Potência máxima permissível (geralmente 110%)
			Rotação de acordo com a curva nominal do propulsor
Rotação mínima permissível para operação intermitente	0,5 hora	Ponto 4	100% do torque
	0,5 hora	Ponto 5	90% do torque
Operação com carga parcial	8 horas	Ponto 6	75% da potência nominal
			Rotação de acordo com a curva nominal do propulsor
		Ponto 7	50% da potência nominal
			Rotação de acordo com a curva nominal do propulsor
		Ponto 8	25% da potência nominal
			Rotação de acordo com a curva nominal do propulsor
		Pontos 9, 10 e 11	Partida de rotação nominal com as configurações do regulador constantes
		Carga intermitente	-
Sem carga			
Teste funcional	-	-	Inverter manobras, quando aplicável
			Teste do regulador de velocidade
			Teste dos sistemas de segurança - Dispositivo contra rotação excessiva - Contra falha do sistema de óleo lubrificante
			Teste do motor com turbo alimentador inoperante
			Teste de velocidade mínima com carga para motores de propulsão principais e em marcha lenta para motores auxiliares

PROGRAMA DE TESTES			
Teste funcional (cont.)			Teste de integração: para motores eletronicamente controlados, testes de integração deverão ser feitos para verificar que a resposta dos sistemas mecânicos, hidráulicos e eletrônicos completos foi como prevista para todos os modos de operação. A abrangência desses testes deve ser objeto de acordo prévio com o RBNA baseadas no FMEA requerido da Parte II, Título 11, Seção 5, Subcapítulo E3.

NOTA: Para motores destinados a aplicações diversas onde diferem as condições de potência e rotação, o programa de aprovação de tipo e os períodos de teste devem ser ampliados para cobrir a faixa completa de saída de potência e rotação do tipo de motor. O programa de teste deve ser acordado com o RBNA.

400. Fase C - inspeção de componentes

401. Imediatamente após o teste de funcionamento os componentes de um cilindro para motores em linha e dois cilindros para motores V serão apresentados para inspeção.

402. Os seguintes componentes devem ser inspecionados:

- a. Pistão removido e desmontado;
- b. Mancais da cruzeta, desmontados;
- c. Mancias da árvore de manivela e mancal principal, desmontados;
- d. Camisa do cilindro na condição instalada;
- e. Cabeça do cilindro, válvulas desmontadas;
- f. Acessórios elétricos, eixo de cames e cárter com tampas abertas.

403. **NOTA:** Se considerado necessário pelo representante do RBNA a continuação de desmontagem de componentes do motor pode ser necessária.

500. Notas

501. Se um motor testado que tem confiabilidade comprovada em serviço é aumentado na saída de potência por não mais de 10%, novo processo de aprovação não é necessário, como previsto no H1.300. O acordo para a concessão de uma potência aumentada estará sujeito à aprovação do plano anterior.

502. Cada tipo de motor deve ser ensaiados conforme definição dada em H1.300.

503. Se um motor diesel controlado eletronicamente foi testado como um motor convencional o RBNA pode-

rá isentar testes requeridos para tais motores, desde que os re-sultados dos testes individuais sejam semelhantes.

H3. PROGRAMA PARA TESTE DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PRODUZIDOS EM SÉRIE

100. Aprovação de fabricantes de motores rodizados em massa

101. Os procedimentos para a emissão de Certificado de Modelo Aprovado compreendem a aprovação dos fabricantes às prescrições no que se segue.

102. A aprovação de um fabricante de motores de linha se refere a um modelo/série por solicitação do fabricante.

103. Para ser aprovado, os procedimentos internos de garantia da qualidade do fabricante e os processos de fabricação do motor devem ser aprovados pelo RBNA.

104. A fabricação de cada motor, individualmente, deve atender às exigências de qualidade reconhecidas pelo RBNA, e os testes estipulados pelo RBNA podem ser executados pelo fabricante do motor. Os certificados de teste de trabalho do motor são aceitos como componentes para o teste compulsório.

105. O teste do motor completo a ser classificado deve ser executado na presença de um vistoriador do RBNA antes que o mesmo seja entregue.

106. Documentos devem ser submetidos para aprovação quando da solicitação de aprovação para motores de linha de um determinado tipo. O fabricante deve submeter todas as informações necessárias referentes ao tipo de motor em pauta:

- a. Planos

- b. Especificações técnicas das operação das partes principais
- c. Manuais de manutenção
- d. Lista de subcontratados para as peças principais

200. Auditoria dos processos de fabricação e procedimentos de controle de qualidade

201. O fabricante fornecerá informação completa referente aos processos de fabricação e procedimentos de controle de qualidade aplicados nas oficinas. Estes processos e procedimentos serão cuidadosamente inspecionados no local pelos vistoriadores. A inspeção será especialmente referente aos seguintes pontos:

- a. organização dos sistemas de controle de qualidade
- b. registro das operações de controle de qualidade
- c. qualificação e independência do pessoal encarregado do controle de qualidade.

202. Tipo de teste: Um teste de execução de pelo menos 100 horas da duração será realizado em um motor escolhido na linha de produção. O programa deste teste é examinado especialmente para cada caso.

203. No final do teste, as partes principais do motor deverão ser desmontadas e examinadas.

204. A isenção dos testes para motores de tipo bem conhecido será considerado.

205. Validade de aprovação: A Sociedade Classificadora reserva-se o direito de limitar o período de validade da aprovação.

300. Avaliação contínua da produção

301. Os vistoriadores do RBNA devem ter livre acesso às oficinas instalações do serviço de controle e arquivos.

302. Levantamento de produção

- a. Registros de inspeção e teste devem ser mantidos à satisfação do vistoriador;
- b. O sistema de identificação das peças deve ser aprovado;
- c. O fabricante deve fornecer todas as informações sobre o controle das peças para as quais certificação é requerida fornecidas por subcontratados.

303. O RBNA reserva-se o direito de procedimentos de inspeção diretos e individuais para peças fornecidas por subcontratantes quando julgar necessário.

304. Teste individual de bancada o RBNA pode requerer que um teste de bancada ser feita na presença do vistoriador.

400. Certificação e marcações

401. Após a conclusão satisfatória dos testes e avaliação dos documentos exigidos, o RBNA emitirá um certificado com um número de aprovação que ateste a aprovação como fornecedor de motores produzidos em massa.

402. Certificado de Aprovação de Tipo de Projeto (*Design Type Approval*)

a. Mediante resultado satisfatório das análises de planos e/ou da inspeção e teste de um protótipo ou de uma unidade, será emitido certificado válido por 5 anos, passados os quais o fabricante deverá confirmar que não houve alterações do projeto;

b. O fabricante deverá comunicar quaisquer alterações no projeto que impliquem em modificação da eficiência do produto;

c. O certificado será cancelado se forem constatadas alterações não comunicadas ao RBNA.

403. Certificado do processo de fabricação.

404. Quando as instalações que foram auditadas com resultados satisfatórios e que:

a. Tiveram o Design Type Approval emitido para os produtos para os quais requisitaram aprovação de tipo;

b. Estão em conformidade com o padrão de qualidade; e;

c. Possuem sistema de controle de qualidade em conformidade com os requisitos das Regras ou com o padrão industrial aplicado, ou com as especificações do fabricante,

405. Será emitido um Certificado de Aprovação do fabricante certificado válido por 5 anos, passados os quais o fabricante deverá solicitar a revalidação da aprovação.

a. O fabricante deverá comunicar quaisquer alterações no produto ou no processo que impliquem em modificação da eficiência do produto;

b. O certificado será cancelado se forem constatadas alterações não comunicadas ao RBNA.

406. Certificado de Aprovação de Tipo de Produto (*Product Type Approval*)

407. Após conclusão satisfatória das inspeções e testes, o Certificado de Aprovação de Tipo (Product Type Approval) do produto relevante será emitido válido por 5 anos, passados os quais o fabricante deverá solicitar a revalidação da provação.

a. O fabricante deverá comunicar quaisquer alterações no produto ou no processo que impliquem em modificação da eficiência do produto;

b. O certificado será cancelado se forem constatadas alterações não comunicadas ao RBNA.

500. Renovação dos certificados

501. Para renovação dos certificados, o fabricante deve solicitar ao RBNA uma proposta e deve submeter quaisquer alterações no projeto, processo ou produto.

502. O RBNA seguirá o seguinte programa para renovação dos certificados:

a. Reavaliar o projeto e verificar se quaisquer alterações estão em conformidade com as Regras;

b. Realizar nova auditoria no fabricante;

c. Realizar uma inspeção para verificar que o sistema de qualidade foi mantido e continua em conformidade com os requisitos das Regras;

d. Verificar se o fabricante está sendo capaz de manter a qualidade do produto de forma contínua e regular.

503. Toda a aprovação como fornecedor de motores produzidos em massa está sujeita à condição de que o RBNA tem o direito de verificar a fabricação e garantia de qualidade, a qualquer momento e de realizar vistorias inopinadas para garantir que os requisitos indicados no H2.300 estão sendo observados. O RBNA deve ter acesso permitido a todos os documentos necessários.

504. O fabricante do motor é obrigado a notificar o RBNA de qualquer desenho ou mudanças funcionais significativas, bem como de todas as alterações nas características de operação. O RBNA decidirá se vistorias complementares adicionais para o ensaio do tipo precisam ser realizadas para a manutenção da aprovação concedida.

H4. PROGRAMA DE ENSAIOS DE MOTORES PRODUZIDOS MASSA PARA AVALIAR A CAPACIDADE OPERACIONAL

100. Testes em serviço

101. O programa de testes foi elaborado no pressuposto de que RBNA pode exigir que, após os testes o sistema de fornecimento de óleo combustível será bloqueado, de modo a limitar os motores para serem operados em não mais do que 100% de potência.

102. Motores, que sejam submetidos a testes de bancada nas instalações do fabricante sob a supervisão do RBNA devem ser testados de acordo com o âmbito da aplicação, conforme especificado abaixo. Exceções requerem acordo prévio com o RBNA.

200. Âmbito dos testes de serviço

201. Para todas as etapas nas quais o motor vai ser testado os parâmetros de operação devem ser medidos e registrados pelo fabricante do motor. Todos os resultados devem ser compilados em um protocolo de aceitação a serem emitidas pelo fabricante do motor.

202. Em cada caso, todas as medições realizadas nos diferentes pontos de carga devem ser feitas em condições de funcionamento estáveis. As leituras de potência 100% (potência nominal à velocidade nominal) devem ser tomados duas vezes em um intervalo de pelo menos 30 minutos.

203. Motores principais acionando hélices:

a. Potência de 100% (potência nominal) a uma rotação n nominal do motor: pelo menos 60 minutos depois de ter atingido condições estáveis.

b. 110% de potência de aà uma rotação $n = 1,032$: 30-45 min depois de ter atingido condições estáveis. NOTA: Depois de realizar o teste de bancada, o sistema de fornecimento de combustível dos motores principais é normalmente regulado para que a potência de sobrecarga não possa ser atingida em serviço.

c. 90% (ou de alimentação contínua de cruzeiro normal), 75%, 50% e 25% de potência de acordo com a curva nominal do hélice.

d. Manobras de partida e reversão.

e. Teste do dispositivo independente do regulador de velocidade para proteção de sobrevelocidade.

f. Dispositivo de corte.

204. Motores principais acionando geradores para propulsão O teste deve ser realizado a uma velocidade no-

minal com regulador de velocidade constante ajuste em condições de:

a. potência de 100% (potência nominal) a velocidade nominal do motor: pelo menos 50 min - depois de ter atingido condições estáveis.

b. 110% de potência: 30 min - depois de ter atingido condições estáveis.

205. Nota: depois de realizar o teste de bancada, o sistema de fornecimento de combustível dos motores principais é normalmente regulado para que a potência de sobrecarga não possa ser atingida em serviço.

a. 75%, 50% e 25% de energia e marcha lenta.

b. testes de partida.

c. teste do dispositivo independente do regulador de velocidade para proteção de sobrevelocidade.

d. dispositivo de corte.

206. Motores acionando auxiliares: Teste a ser realizado de acordo com H4.204.

207. NOTA: Depois de realizar o teste de bancada, o sistema de fornecimento de óleo combustível de motores diesel de acionamento de geradores ajustado de tal modo que a sobrecarga (110%) de potência possa ser atingida em serviço após a instalação a bordo, de modo que as características que regem incluindo a ativação de dispositivos de proteção do gerador podem ser cumprida em todos os momentos.

208. Inspeção de componentes: verificações aleatórias de componentes a serem apresentados para inspeção após os testes de serviço são deixados ao critério do RBNA.

209. Parâmetros a serem medidos: Os dados a serem medidos e gravados ao testar o motor em vários pontos de carga devem incluir todos os parâmetros necessários para a operação do motor. A deflexão da árvore de manivelas deve ser verificada quando exigido pelo fabricante durante o tempo de vida operacional do motor.

210. Além disso, o âmbito dos ensaios pode ser expandido de acordo com a utilização do motor.

211. Testes de integração: para testes de motores controlados eletronicamente será verificado se a resposta do sistema mecânico, hidráulico e eletrônico está de acordo com o previsto para todos os modos operacionais previstos. O âmbito destes testes deve ser acordado com o RBNA para casos selecionados com base na FMEA exigido na Parte II, Título 11, Seção 5, subcapítulo E3.

300. Testes a bordo

301. Âmbito dos testes. Após a conclusão do programa de amaciamento, prescrita pelo fabricante do motor, os motores devem ser submetidas aos testes conforme especificado abaixo:

302. Motores de propulsão principais que impulsionam hélices fixas

a. Rotação n_0 nominal do motor: pelo menos 4 horas; rotação correspondente à potência de cruzeiro normal contínua: pelo menos 2 horas;

b. À rotação do motor $n = 1,032 n_0$: 30 minutos (onde as licenças do fabricante do motor permitirem, ver H4.203 b);

c. Na rotação mínima de carga (on-load speed);

d. Manobras de partida e reversão;

e. Em sentido inverso de rotação do hélice durante os testes de cais ou de mar a uma rotação mínima do motor de $n = 0,7 n_0$: 10 minutos;

f. Sistemas de monitoramento, alarme e de segurança.

303. Motores de propulsão principal de acionamento de hélices de passo controlável ou caixas reversoras H4.302 se aplica como apropriado. Hélices de passo controlável devem ser testados em diversas condições de passo.

304. Motores principais acionando geradores de propulsão: Os testes a serem realizados à rotação nominal com uma regulação de velocidade constante ajustado em condições de:

a. potência 100% (a potência de propulsão classificada): pelo menos 4 horas; e potência de cruzeiro contínua de propulsão normal de: pelo menos 2 horas;

b. potência de 110% (potência de propulsão classificada): 30 minutos;

c. em sentido inverso da rotação da hélice, a uma rotação de mínima de 70% da rotação nominal do hélice: 10 minutos;

d. manobras de partida;

e. sistemas de monitoramento, alarme e de segurança.

Informação

Testes de componentes. Todos os componentes sujeitos a uma inspeção obrigatória conforme as Regras do

RBNA serão testados pelo fabricante e marcados com a evidência dos testes aplicados. A marcação de componentes individuais pelo RBNA não é necessária.

Para os testes de materiais da árvore de manivelas e bielas, certificados de teste de aceitação (de acordo com DIN 50 049 - 3.1.B) devem ser apresentados ao vistoriador do RBNA dos quais devem constar as exigências e os valores reais das características mecânicas e composição química do material. Deve ser possível identificar os componentes em função dos Certificados.

O fabricante do motor deve garantir que as peças de reposição e peças de reserva sujeitas a inspeção obrigatória pelas Regras do RBNA estejam em conformidade com as normas vigentes.

O fabricante deve marcar as peças de reposição de modo que elas podem ser reconhecidas como tal. A marcação de originais de componentes individuais pelo RBNA não é necessária.

Os resultados do ensaio de homologação devem ser compilados em um relatório que será submetido à RBNA.

O relatório do teste contendo os resultados deve ser analisado pelo RBNA para conclusão da aprovação.

No relatório deve conter:

a. Dados técnicos do motor;

b. Condições as quais o teste foi submetido:

- b.1. Temperatura ambiente;*
- b.2. Pressão barométrica;*
- b.3. Umidade relativa do ar;*
- b.4. Características do combustível e óleo lubrificante;*
- b.5. Temperatura de entrada da água de resfriamento externa;*

c. Parâmetros de operações, que devem ser medidos em intervalos regulares em vários pontos críticos:

- c.1 rotação do motor;*
- c.2 potência do motor;*
- c.3 torque ou carga de ruptura;*

- c.4 índice de escurecimento da fumaça de exaustão;*
- c.5 pressão máxima de combustão;*
- c.6 temperatura e pressão do óleo lubrificante;*
- c.7 temperatura e pressão da água de resfriamento;*
- c.8 temperatura do gás de exaustão na exaustão do manifold e se possível, na saída de cada cilindro;*

d. Para motores com turbo alimentador:

- d.1. Rotação do turbo alimentador;*
- d.2. Temperatura e pressão do gás de exaustão na entrada e saída da turbina a gás;*
- d.3. Temperatura de entrada da água de resfriamento do ar de alimentação;*
- d.4. Temperatura e pressão do ar no turbo alimentador e na entrada e saída do resfriamento do ar de alimentação;*

e. Após o teste realizado, todas as maiores partes do motor devem ser desmontadas para inspeção. As partes mais importantes devem ser fotografadas, e os resultados da inspeção devem ser inseridos no relatório.

f. Para motores com turbo alimentador:

- f.1. Rotação do turbo alimentador;*
- f.2. Temperatura e pressão do gás de exaustão na entrada e saída da turbina a gás;*
- f.3. Temperatura de entrada da água de resfriamento do ar de alimentação;*
- f.4. Temperatura e pressão do ar no turbo alimentador e na entrada e saída do resfriamento do ar de alimentação;*

Fim da informação

400. Documentos do motor a serem submetidos

401. Documentos do motor a serem apresentados pelo fabricante ao vistoriador do RBNA na ocasião do teste de bancada:

a. comprovação do fabricante do motor de que o motor apresentado para classificação encontra-se de acordo com os requisitos de qualidade do fabricante do motor baseado na aprovação de motores de linha pelo RBNA.

b. certificados de teste de trabalho para testes do material do eixo de manivelas, testes do material da haste de conexão para motores com cilindros de furos com diâmetros maiores que 150mm, acessórios importantes onde requeridos pelo vistoriador do RBNA.

500. Marcação do motor

501. O certificado do teste com o número da aprovação será emitido pelo RBNA para cada motor da linha, após a conclusão dos testes. Cada motor receberá um carimbo com o número da aprovação e data do teste, conforme tabela abaixo:

TABELA T.H 4.501.1 – EXEMPLO DE MARCAÇÃO

RBNA 250 WCV 23.08.02

H5. COMPONENTES DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PARA OS QUAIS TESTES DE MATERIAL SÃO REQUERIDOS

100. Materiais aprovados

101. As características mecânicas dos materiais utilizados para os componentes dos motores diesel deve estar em conformidade com RBNA Regras Parte III, Título 62, Seção 5, os capítulos de A a F.

102. Peças para os quais são necessários testes de material, tal como consta no item H5.103 são os seguintes:

- a. Virabrequim;
- b. Flange de acoplamento do eixo de manivela (não integral) para as tomadas de potência principais;
- c. Parafusos de acoplamento para árvore de manivelas;
- d. Coroa do pistão de aço;
- e. Biela;
- f. Biela juntamente com conexão dos mancais da haste;
- g. Cruzeta;
- h. Camisa do cilindro, peças de aço;
- i. Tampa do cilindro de aço;
- j. Cantoneiras de construção soldada: placas e vigas transversais de mancais de aço forjados ou fundidos;

k. Bloco e cárter de construção soldada;

l. Entablaturas de construção soldada;

m. Tirantes;

n. Turbo-compressor: eixo e rotor, incluindo lâminas;

o. Parafusos e prisioneiros para cabeçotes, cruzetas, mancais principais, bielas;

p. Engrenagens do eixo de cames.

103. Testes de material são requeridos de acordo como a tabela T.H5. 103,1 abaixo:

TABELA T.H5.103.1 – TESTES DE MATERIAL

Diâmetro do cilindro b (mm)	Partes a serem testadas (os números correspondem à lista em H6.100)
$b \leq 300$	1,6,10,11,12,13
$300 < b \leq 400$	1,6,8,9,10,11,12,13,14,15
$b > 400$	Todas as partes

104. Esta lista não cobre os seguintes itens para os quais também podem ser exigidos os testes de materiais: tubos e acessórios do sistema de ar de partida e, eventualmente, outros sistemas de pressão, que são partes de motores.

105. Todos os testes de material necessários devem ser testemunhados por representante do RBNA.

H6. COMPONENTES DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PARA OS QUAIS SÃO REQUERIDOS TESTES NÃO DESTRUTIVOS

100. Peças cujos testes são necessários

101. A lista abaixo cobre apenas motores produzidos por unidade.

102. Peças para os quais são necessários ensaios não destrutivos como dado na H6.103 e H6.104 são os seguintes:

a. elementos de aço fundido, incluindo suas conexões soldadas, para jacentes (por exemplo, caixas de mancais principais)

b. árvores de manivelas sólidas forjados

- c. partes fundidas, laminadas ou forjadas de árvores de manivelas de construção integral em aço
- d. peças fundidas ou forjadas de árvores de manivela semi-construídas de aço
- e. bielas
- f. hastes de pistão
- g. coroas de pistão de aço
- h. tirantes (nota: teste de partículas magnéticas de tirantes ser realizado a cada porção roscada, que é o dobro do comprimento da rosca.)
- i. parafusos que recebem uma carga flutuante direta: parafusos de mancais principais, parafusos da haste de conexão, parafusos de mancais da cruzeta, parafusos do cabeçote
- j. cabeçotes de aço
- k. rodas de engrenagem de aço para unidades do eixo de cames.

103. Testes de partículas ou líquido penetrante magnéticos são necessários, de acordo com o seguinte e devem estar em posições mutuamente acordadas pelo vistoriador e fabricante, onde a experiência mostra que defeitos são mais susceptíveis de ocorrer:

TABELA T.H6.103.1 – TESTES DE PARTÍCULA MAGNÉTICA OU LÍQUIDO PENETRANTE

Diâmetro do cilindro b (mm)	Partes a serem testadas (os números correspondem à lista em H6.100)
b ≤ 400	1,2,3,4,5
b > 400	Todas as partes

104. Testes ultrassônicos são requeridos, juntamente com o certificado assinado do fabricante, de acordo com o seguinte:

TABELA T.H6.104.1 – TESTES DE ULTRASSOM

Diâmetro do cilindro b (mm)	Partes a serem testadas (os números correspondem à lista em H6.100)
b ≤ 400	1,2,3,4,7,10
b > 400	1,2,3,4,5,6,7,10

105. Para partes estruturais importantes do motor, a inspeção de cordões de solda por métodos aprovados de inspeção poderá ser requerida.

106. Em adição aos testes mencionados acima, onde houver evidência que coloque em dúvida a integridade de qualquer component do motor, um teste não destrutivo aprovado poderá ser requerido.

H7. PRESSÕES DE TESTE PARA PEÇAS DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

100. Pressões de teste

101. Os componentes individuais de motores de combustão interna estão sujeitos a testes de pressão nas pressões especificadas na tabela T.H7.100.1. Certificados RBNA devem ser emitidos para os resultados dos testes de pressão.

TABELA T.H7.101.1.PRESSÕES DE TESTE PARA COMPONENTES DE MOTORES DIESEL ¹⁾

No.	Item	Test pressure ²⁾ [bar] ³⁾	
1.	Cabeçote , espaço de resfriamento ⁴⁾	7	
2.	Camisa de cilindro , em toda a região de resfriamento do cilindro	7	
3.	Jaqueta do cilindro , espaço de resfriamento	4 mas não menos que 1.5 P	
4.	Válvula de saída , espaço de resfriamento	4 mas não menos que 1.5 P	
5.	Coroa do pistão , espaço de resfriamento (quando o espaço de resfriamento é selado pela haste do pistão ou pela haste e saia do pistão, depois do teste de montagem) ⁴⁾	7	
6.	Sistema de injeção de alta pressão	Corpo da bomba injetora, lado sob pressão	1.5.P or P+300 o que for menor
		Válvula injetora	1.5.P or P+300 o que for menor
		Tubulação de injeção	1.5.P or P+300 o que for menor
7.	Sistema hidráulico	Tubulação, bombas, atuadores, etc. para acionamento hidráulico de válvulas	1.5.P
8.	Cilindro da bomba de lavagem (scavenge air pump)	4	
9.	Turboalimentador , espaço de resfriamento	4 mas não menos que 1.5 P	
10.	Duto de descarga , espaço de resfriamento	4 mas não menos que 1.5 P	
11.	Compressor de ar acionado pelo motor (cilindro, cabeçotes, intercoolres a after coolers)	Lado do ar	1.5.P
		Lado da água	4 mas não menos que 1.5 P
12.	Resfriadores , cada lado ⁵⁾	4 mas não menos que 1.5 P	
13.	Bombas acionadas pelo motor (óleo, água, combustível e esgoto)	4 mas não menos que 1.5 P	

102. Notas:

1) Em geral, os itens devem ser testados na pressão hidráulica indicada na Tabela T.H7.100.1. Quando o projeto ou características de teste requeiram a modificação desses requisitos de teste, atenção especial será dada.

2) P é a pressão máxima de trabalho na parte em pauta.

3) 1 bar = 0,1 MPa = 0,1 N / mm².

4) Para cabeçotes de aço forjado e aço forjado e coroas de pistão forjadas outros métodos de teste que não teste de pressão podem ser aceitos, como por exemplo inspeção não destrutiva e controle dimensional adequadamente registrados.

pode ser aceite. por exemplo. exame não destrutivo adequado e controle dimensional devidamente registrados.

5) Resfriadores de compressores de ar de alimentação necessitam ser testados apenas pelo lado da água.

H8. MOTORES PRODUZIDOS EM SÉRIE: TURBO ALIMENTADORES MOVIDOS A GÁS DE DESCARGA PRODUZIDOS EM SÉRIE [IACS UR M23]

100. Campo de aplicação

101. O procedimento a seguir se aplica à inspeção das turbo alimentadores impulsados a gás de descarga que são fabricados com base em métodos de produção em série e para o qual o fabricante requereu a aprovação.

200. Pedido de Aprovação: documentos a serem apresentados

201. Quando o fabricante de turboalimentadores construídos com base em métodos de produção em série solicita um método simplificado de inspeção, a seguinte documentação deve ser apresentada em triplicado:

- a. desenhos transversais com as dimensões principais,
- b. desenhos com as dimensões necessárias e especificações de materiais, bem como detalhes de soldagem das peças rotativas (eixo, rodas e lâminas),
- c. especificações técnicas, incluindo as condições de funcionamento máximo (rpm máxima admissível e temperatura máxima admissível),
- d. lista dos principais fornecedores atuais e subcontratados para as peças de giro,
- e. operação e manutenção.

300. Material e controle de qualidade

301. O fabricante fornecerá informação completa referente organização e controle bem como os métodos de inspeção, o procedimento de registros e frequência proposta, eo método de teste de materiais de peças importantes. Estes processos e procedimento serão cuidadosamente examinados no local pelo vistoriador.

400. Tipo de teste

401. O tipo de teste deve ser realizado numa unidade padrão tirada da linha de montagem e deve ser testemunhado pelo vistoriador.

402. Normalmente, o teste do tipo é constituído por um teste de funcionamento a quente de duração de uma hora, na velocidade e temperatura máxima admissíveis. Após o teste, o turboalimentador deve ser aberto e examinado.

403. Notas:

a. os dados de desempenho que devem ser verificados devem ser disponibilizados no momento do ensaio de tipo.

b. para os fabricantes que têm instalações para testar a unidade de turboalimentação em um motor para o qual o turboalimentador deve ser homologado, a substituição do teste de funcionamento a quente por um teste com duração de uma hora, na sobrecarga (110% da potência nominal) pode ser considerado.

500. Validade da aprovação

501. RBNA reserva-se o direito de limitar a duração da validade da de aprovação.

502. A aprovação não será válida se houver qualquer alteração no projeto, nos processos de fabricação ou de controle ou nas características dos materiais que não foram previamente aprovadas pelo RBNA.

600. Inspeção contínua de unidades individuais

601. Inspeção pelo vistoriador: Os vistoriadores devem ter o direito de inspecionar de forma aleatória as medidas de controle de qualidade e de testemunhar testes como necessário, bem como ter acesso livre a todos os registros de controle e certificados de subcontratados.

602. Teste de unidades individuais. Cada unidade individual deve ser testada em conformidade com H8.604 - H8.607 pelo fabricante o qual deve emitir um certificado final.

603. Identificação dos componentes. Peças rotativa do turboalimentador devem ser marcados para facilitar a identificação com o certificado apropriado.

604. Testes de materiais. Testes de materiais para os componentes rotativos devem ser realizadas pelo fabricante ou o seu subcontratante de acordo como aprovado pelo RBNA. O certificado relevante deve ser emitido e apresentado à satisfação do vistoriador.

605. Testes de pressão. O espaço de resfriamento da carga de cada entrada e saída de gás deve ser testado hidraulicamente à pressão de 0,4 N / mm² (4bar) ou a 1,5 vezes a pressão máxima de trabalho, o que for maior.

606. Balanceamento e teste de sobrevelocidade.

a. cada eixo e roda com pás, bem como o conjunto rotativo completo deve ser individualmente equilibrado dinamicamente de acordo com o procedimento aprovado pelo controle de qualidade.

b. todas as rodas (impulsores e indutores) devem ser submetidas a um teste de sobrevelocidade durante 3 minutos a 20% acima da velocidade máxima à temperatura ambiente ou 10% acima da velocidade máxima na temperatura de trabalho.

c. se cada uma das rodas forjadas é controlada individualmente por um método de teste não destrutivo aprovado, nenhum teste de sobrevelocidade será necessário, exceto para as rodas da unidade para o teste de tipo.

700. Teste de bancada

701. Um teste de funcionamento mecânico de cada unidade durante 20 minutos à velocidade máxima deve ser realizado.

702. NOTA. Sob reserva do acordo com o RBNA, a duração do teste de corrida pode ser reduzida para 10 minutos, desde que o fabricante seja capaz de verificar a distribuição de defeitos estabelecidos durante os testes de funcionamento com base em um número suficiente de turboalimentadores testados.

703. Para os fabricantes que têm instalações para teste dos turboalimentadores em um motor para o qual os turboventiladores se destinam, o teste de bancada pode ser substituído por um teste de 20 minutos, a sobrecarga (110% da potência nominal) neste motor.

800. Conformidade e certificação

801. Para cada unidade de turboalimentadores passível de ser instalada em um motor destinado a um navio classificado pelo RBNA, o fabricante deve fornecer uma declaração que certifique que o turboalimentador é idêntico ao que realizou os testes especificados em H8.400 e que os testes previstos foram realizados. Os resultados desses testes devem ser também relatados.

802. Esta declaração deve ser feita em formulário acordado com a Sociedade Classificadora e cópia deverá ser enviada à Sociedade Classificadora.

803. Cada declaração traz um número que deve aparecer no turboalimentador.

804. NOTA. Em geral, os testes de pressão devem ser realizados como indicado. Consideração especial será dada quando o projeto ou as características do teste requirem uma modificação nos requisitos de teste.

H9. RESFRIADORES DE TURBO ALIMENTADORES DE AR DE ALIMENTAÇÃO

100. Aprovação de resfriadores de ar de alimentação

101. Aprovação de planos. Para resfriadores de ar de admissão, não são necessários planos para aprovação.

102. Solda e materiais. Os materiais devem ser fornecidos com certificados de trabalho. Procedimentos de soldagem e soldadores qualificados por um organismo reconhecido devem ser empregados.

103. Teste. Deve ser realizado teste hidrostático no resfriador de ar de alimentação do lado da água em 0,4 Nmm² (mas não inferior a 1,5 vezes a pressão máxima de trabalho).

Rgim16pt-PIII62s5-adehgh-00