



ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL



Directrizes Técnicas para o
Desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidroeléctricas
UNIDADES

Parte 5: Válvulas principais

SHP/TG 003-5: 2019



DECLARAÇÃO DE EXONERAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

O presente documento foi produzido sem edição formal das Nações Unidas. As designações e a apresentação do material do presente documento não reflectem qualquer opinião do Secretariado da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) sobre o estatuto jurídico de qualquer país, território, cidade ou zona das suas autoridades, ou sobre as respectivas fronteiras ou limites, sistema económico ou grau de desenvolvimento. Designações como "desenvolvido", "industrializado" e "em desenvolvimento" são utilizadas para fins estatísticos e não reflectem necessariamente uma opinião sobre o estágio alcançado por um determinado país ou zona no processo de desenvolvimento. A menção de nomes de empresas ou produtos comerciais não constitui uma aprovação por parte da UNIDO. Apesar do extremo cuidado na manutenção da precisão das informações aqui contidas, nem a UNIDO nem os seus Estados membros assumem qualquer responsabilidade pelas consequências que possam advir do uso do material. O presente documento pode ser citado ou reimpresso livremente, mediante indicação da fonte.

© 2019 UNIDO / INSHP- Todos os direitos reservados

Directrizes Técnicas para o
Desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidroelétricas
UNIDADES

Parte 5: Válvulas principais

SHP/TG 003-5: 2019

AGRADECIMENTOS

As directrizes técnicas (DT) são o resultado de um esforço de colaboração entre a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e a Rede Internacional de Pequenas Centrais Hidroelétricas (INSHP). Cerca de 80 peritos internacionais e 40 agências internacionais estiveram envolvidos na preparação do documento e na sua revisão pelos pares, e forneceram sugestões e opiniões concretas para tornar as directrizes técnicas profissionais e aplicáveis.

A UNIDO e a INSHP estão extremamente gratas pelas contribuições recebidas durante a elaboração destas directrizes, em particular as fornecidas pelas seguintes organizações internacionais:

- o Mercado Comum da África Oriental e Austral (COMESA)

- a Rede Global de Centros Regionais de Energia Sustentável (GN-SEC), nomeadamente o Centro de Energia Renovável e Eficiência Energética da CEDEAO (ECREEE), o Centro de Energia Renovável e Eficiência Energética da África Oriental (EACREEE), o Centro de Energia Renovável e Eficiência Energética do Pacífico (PCREEE) e o Centro de Energia Renovável e Eficiência Energética das Caraíbas (CCREEE).

O Governo chinês facilitou a finalização destas directrizes e teve grande importância na sua conclusão.

O desenvolvimento destas directrizes beneficiou extraordinariamente dos pareceres, das análises e das críticas construtivas, bem como dos contributos de Adnan Ahmed Shawky Atwa, Adoyi John Ochigbo, Arun Kumar, Atul Sarthak, Bassey Edet Nkposong, Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Chang Fangyuan, Chen Changjun, Chen Hongying, Chen Xiaodong, Chen Yan, Chen Yueqing, Cheng Xialei, Chileshe Kapaya Matantilo, Chileshe Mpundu Kapwepwe, Deogratias Kamweya, Dolwin Khan, Dong Guofeng, Ejaz Hussain Butt, Eva Kremere, Fang Lin, Fu Liangliang, Garaio Donald Gafiye, Guei Guillaume Fulbert Kouhie, Guo Chenguang, Guo Hongyou, Harold John Annegam, Hou ling, Hu Jianwei, Hu Xiaobo, Hu Yunchu, Huang Haiyang, Huang Zhengmin, Januka Gyawali, Jiang Songkun, K. M. Dhahesan Unnithan, Kipyego Cheluget, Kolade Esan, Lamyser Castellanos Rigoberto, Li Zhiwu, Li Hui, Li Xiaoyong, Li Jingjing, Li Sa, Li Zhenggui, Liang Hong, Liang Yong, Lin Xuxin, Liu Deyou, Liu Heng, Louis Philippe Jacques Tavernier, Lu Xiaoyan, Lv Jianping, Manuel Mattiat, Martin Lugmayr, Mohamedain SeifElnasr, Mundia Simainga, Mukayi Musarurwa, Olumide TaiwoAlade, Ou Chuanqi, Pan Meiting, Pan Weiping, Ralf Steffen Kaeser, Rudolf Hüpfel, Rui Jun, Rao Dayi, Sandeep Kher, Sergio Armando Trelles Jasso, Sindiso Ngwenga, Sidney Kilmete, Sitraka Zaraso Rakotomahefa, Shang Zhihong, Shen Cunke, Shi Rongqing, Sanja Komadina, Tareqemtairah, Tokihiko Fujimoto, Sr. Tovoniaina Ramanantsoa Andriampaniry, Tan Xiangqing, Tong Leyi, Wang Xinliang, Wang Fuyun, Wang Baoluo, Wei Jianghui, Wu Cong, Xie Lihua, Xiong Jie, Xu Jie, Xu Xiaoyan, Xu Wei, Yohane Mukabe, Yan Wenjiao, Yang Weijun, Yan Li, Yao Shenghong, Zeng Jingnian, Zhao Guojun, Zhang Min, Zhang Liansheng, Zhang Zhenzhong, Zhang Xiaowen, Zhang Yingnan, Zheng Liang, Zheng Yu, Zhou Shuhua e Zhu Mingjuan.

Seria muito bem-vinda a formulação de recomendações e sugestões adicionais para a actualização.

Índice

Prefácio.....	II
Introdução.....	III
1 Âmbito	1
2 Referências normativas.....	1
3 Termos e definições	1
4 Requisitos técnicos.....	2
4.1 Requisitos gerais.....	2
4.2 Requisitos da estrutura	3
4.3 Requisitos do material.....	5
4.4 Soldadura e requisitos dos ensaios não destrutivos	6
4.5 Série de pressões nominais.....	6
5 Âmbito do fornecimento e peças sobressalentes	6
6 Documentos técnicos	6
7 Ensaios.....	7
7.1 Ensaios de entrega	7
7.2 Ensaios no local	8
8 Aceitação e garantia.....	9
8.1 Inspeção e aceitação	9
8.2 Garantia de qualidade/garantia do fabricante.....	9
9 Placa de identificação, embalagem, transporte e armazenamento.....	9
9.1 Placa de identificação	9
9.2 Embalagem	10
9.3 Transporte.....	10
9.4 Armazenamento.....	10
10 Instalação e soldadura	11
11 Operação e manutenção.....	14
Anexo A (Normativo)	15
Peças sobressalentes das válvulas principais	15

Prefácio

A Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) é uma agência especializada no âmbito do sistema das Nações Unidas para promover o desenvolvimento industrial global inclusivo e sustentável (ISID). A relevância do ISID como abordagem integrada aos três pilares do desenvolvimento sustentável é reconhecida pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e pelos Objectivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) correspondentes, que irão enquadrar os esforços das Nações Unidas e dos países rumo ao desenvolvimento sustentável nos próximos quinze anos. O mandato da UNIDO para o ISID engloba a necessidade de apoiar a criação de sistemas energéticos sustentáveis, uma vez que a energia é essencial para o desenvolvimento económico e social e para a melhoria da qualidade de vida. A preocupação e o debate internacional sobre energia têm crescido cada vez mais nas últimas duas décadas, com as questões da redução da pobreza, dos riscos ambientais e das alterações climáticas a assumirem agora um lugar central.

A INSHP (Rede Internacional de Pequenas Centrais Hidrelétricas) é uma organização internacional de coordenação e promoção para o desenvolvimento global de pequenas centrais hidroelétricas (PCH), baseada na participação voluntária de pontos focais regionais, sub-regionais e nacionais, instituições relevantes, serviços públicos e empresas, e cujo principal objectivo são os benefícios sociais. A INSHP visa a promoção do desenvolvimento global de PCH através da cooperação triangular técnica e económica entre países em desenvolvimento, países desenvolvidos e organizações internacionais, a fim de abastecer as zonas rurais dos países em desenvolvimento com energia ambientalmente saudável, acessível e adequada, o que levará ao aumento das oportunidades de trabalho, à melhoria dos ambientes ecológicos, à redução da pobreza, à melhoria dos padrões de vida e de cultura locais e ao desenvolvimento económico.

A UNIDO e a INSHP colaboram no Relatório Mundial de Desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidroelétricas desde 2010. Com base nos relatórios, o desenvolvimento de PCH não responde à procura. Um dos obstáculos ao desenvolvimento na maioria dos países é a falta de tecnologias. A UNIDO, em colaboração com a INSHP, através da cooperação de peritos a nível mundial e com base em experiências de desenvolvimento bem-sucedidas, decidiu desenvolver as directrizes técnicas das PCH para satisfazer a procura dos Estados membros.

Estas directrizes técnicas foram elaboradas de acordo com as regras editoriais das Directivas ISO/IEC, Parte 2 (consultar www.iso.org/directives).

Chama-se especial atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos destas directrizes técnicas possam estar sujeitos a direitos de autor. A UNIDO e a INSHP não serão responsáveis pela identificação desses direitos de patente.

Introdução

As Pequenas Centrais Hidroeléctricas (PCH) são cada vez mais reconhecidas como uma importante solução de energia renovável para a electrificação de zonas rurais remotas. Contudo, embora a maioria dos países europeus, da América do Norte e do Sul e a China tenham elevados níveis de capacidade instalada, o potencial de uma PCH em muitos países em desenvolvimento permanece desconhecido e é prejudicado por vários factores, incluindo a falta de boas práticas ou normas globalmente acordadas para o desenvolvimento de PCH.

As presentes Directrizes Técnicas para o Desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidroeléctricas (TG) vão abordar as actuais limitações das regulamentações aplicáveis às directrizes técnicas para PCH, aplicando conhecimentos especializados e as melhores práticas existentes em todo o mundo. Pretende-se que os países utilizem estas directrizes para apoiar as suas políticas, tecnologias e ecossistemas actuais. Os países com capacidades institucionais e técnicas limitadas poderão melhorar a sua base de conhecimentos no que respeita ao desenvolvimento de PCH, atraindo assim mais investimentos para projectos de PCH, encorajando políticas favoráveis e, conseqüentemente, contribuindo para o desenvolvimento económico a nível nacional. Estas directrizes técnicas serão valiosas para todos os países, mas, sobretudo, permitem a partilha de experiências e boas práticas entre países com conhecimentos técnicos limitados.

As directrizes técnicas podem ser utilizadas como princípios e fundamentos para o planeamento, estruturação, construção e gestão de PCH até 30 MW.

- Os termos e definições presentes nas directrizes técnicas especificam os termos e definições técnicas profissionais normalmente utilizados para PCH.
- As Directrizes de Concepção fornecem directrizes para os requisitos básicos, metodologia e procedimentos em termos de selecção do local, hidrologia, geologia, plano do projecto, configurações, cálculos de energia, hidráulica, selecção de equipamentos electromecânicos, construção, estimativas de custo, avaliação económica, financiamento, avaliações sociais e ambientais do projecto - com o objectivo último de obter as melhores soluções de concepção.
- As Directrizes das Unidades especificam os requisitos técnicos para turbinas, geradores, sistemas de regulação de turbinas hidráulicas, sistemas de excitação e válvulas principais, bem como para sistemas de vigilância, controlo, protecção e alimentação de corrente contínua, de PCH.
- As Directrizes de Construção podem ser utilizadas como documentos de orientação técnica para a construção de projectos de PCH.
- As Directrizes de Gestão fornecem orientações técnicas para a gestão, operação e manutenção, renovação técnica e aceitação de projectos de PCH.

Directrizes Técnicas para o Desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidroeléctricas - Unidades

Parte 5: Válvulas principais

1 Âmbito

Esta parte das Directrizes das Unidades especifica os requisitos técnicos, bem como os requisitos básicos para o âmbito do fornecimento, peças sobressalentes, documentos técnicos, inspecção, embalagem, transporte, armazenamento, instalação, arranque, operação e manutenção das válvulas principais da turbina da pequena central hidroeléctrica (PCH).

Este documento é aplicável aos tipos de válvulas principais da PCH: válvulas borboleta, válvulas esféricas e válvulas corrediças.

2 Referências normativas

Os seguintes documentos são referidos no texto de tal forma que parte ou a totalidade do seu conteúdo constitui uma exigência deste documento. Para referências datadas, é apenas aplicável a edição citada. Para referências não datadas, é aplicável a mais recente edição do documento referido (incluindo eventuais alterações).

ISO 780:2015, *Embalagem MOD - Marcação pictórica para manuseamento da mercadoria*

IEC/TR 61364, *Nomenclatura das máquinas das centrais hidroeléctricas*

AWS D1.1/D1.1M: 2008, *Código de soldadura estrutural - Aço*

SHP/TG 001, *Directrizes técnicas para o desenvolvimento de pequenas centrais hidroeléctricas - Termos e definições*

3 Termos e definições

Para efeitos do presente documento, são aplicáveis os termos e definições constantes de IEC TR 61364, SHP/TG 001 e seguintes.

3.1

Diâmetro nominal da válvula principal

Diâmetro interno do corpo da válvula na ligação entre a válvula principal e os flanges da conduta forçada a montante/a jusante. Se os diâmetros interiores de ambos os lados forem diferentes, diz respeito ao menor, em milímetros (mm).

3.2

Pressão hidrostática máxima

Pressão hidráulica desenvolvida pela coluna de água desde a linha central horizontal da válvula principal até ao nível de água máximo a montante após o fecho da válvula principal, em MPa

3.3

Pressão transiente máxima

Pressão máxima gerada na linha central horizontal a montante da válvula principal no processo transitório de fecho repentino, em MPa

3.4

Pressão de concepção

Pressão que os componentes de passagem de fluxo da válvula principal são concebidos para suportar (do ponto de vista da resistência) e que não deve ser inferior à pressão transiente máxima, em MPa

3.5

Pressão nominal

Indicação digital da sinalização relativa à pressão especificada para conveniência da concepção, construção e utilização da válvula principal e dos acessórios relevantes, que é um valor de pressão de concepção serializado de acordo com a norma nacional, em MPa

4 Requisitos técnicos

4.1 Requisitos gerais

4.1.1 A válvula principal deve ser escolhida de acordo com a pressão nominal, que deve ser superior à pressão de concepção.

4.1.2 A válvula principal deve ser concebida, fabricada, inspeccionada e testada de acordo com os requisitos de serviço das turbinas hidráulicas e as disposições indicadas nas características mecânicas da construção.

4.1.3 A válvula principal deve poder ser fechada com segurança quando a unidade for sujeita a paragem de emergência.

4.1.4 A válvula principal deve poder ser fechada em água corrente normal sem provocar vibrações prejudiciais em todas as condições de funcionamento da unidade.

4.1.5 A válvula principal deve poder ser aberta normalmente quando a diferença de pressão entre ambos os lados não for superior a 30% da pressão hidrostática máxima.

4.1.6 O disco/rotor da válvula principal só deve ter duas posições: totalmente aberto ou totalmente fechado. A válvula principal não deve abrir parcialmente para regular a descarga.

4.1.7 A fonte de alimentação de serviço da válvula principal deve ser fiável. A válvula pode ser fechada manualmente numa emergência quando a fonte de alimentação de serviço avariar.

4.1.8 A válvula principal deve ser anti-séptica. A superfície de aço da válvula (excepto aço inoxidável) deve ser pulverizada electrostaticamente com resina epóxi não tóxica em pó, ou pulverizada ou escovada com tinta epóxi não tóxica semelhante com uma espessura não inferior a 0,3 mm após ter sido tratada com removedor de ferrugem ou areia até Sa2,5 através de grenalhagem.

4.2 Requisitos da estrutura

4.2.1 A válvula principal deve dispor de válvula de derivação ou utilizar outra estrutura com a mesma função para a operação de abertura em água corrente. A tubagem de derivação ao longo do acoplamento de expansão da conduta forçada deve dispor de acoplamento de expansão. O diâmetro nominal da válvula de derivação não deve ser inferior a 10% do diâmetro nominal da válvula principal.

4.2.2 A linha do molde do disco da válvula borboleta deve ser concebida de modo a evitar a vibração provocada pelo vórtice Karman. O coeficiente de resistência da válvula borboleta deve ser inferior a 0,15 quando a válvula estiver totalmente aberta.

4.2.3 A válvula principal deve, então, ser montada nas instalações do fabricante. Após a montagem final na obra e a instalação na central hidroeléctrica, a válvula principal deve funcionar sem problemas e as suas posições totalmente aberta e totalmente fechada devem ser rigorosas.

4.2.4 A concepção da válvula principal deve garantir a substituição das seguintes peças sem desmontar a válvula:

- a) Vedantes da extremidade do eixo da válvula borboleta e vedante periférico do disco de válvula;
- b) Vedantes da extremidade do eixo e vedante em serviço da válvula esférica (se existir).

4.2.5 A válvula corrediça utilizada como válvula principal da turbina deve utilizar a estrutura em tamanho real. A estrutura da válvula corrediça deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) O disco da válvula não deve ficar obstruído e o veio da válvula não deve ficar separado;
- b) Os materiais dos vedantes do corpo da válvula e do disco da válvula devem apresentar diferentes durezas para evitar o excesso de aperto;
- c) A altura de elevação do disco da válvula não deve ser inferior a 1,1 vezes o diâmetro da válvula corrediça quando a válvula estiver aberta;
- d) A superfície vedante do disco de válvula deve apresentar tolerância suficiente e o centro deve ser superior ao centro da superfície vedante do corpo da válvula. Quando a superfície vedante do disco da válvula estiver desgastada, as superfícies vedantes do corpo da válvula e do disco de válvula devem coincidir completamente após o disco de válvula assentar completamente no corpo;
- e) A válvula corrediça deve dispor de abertura mecânica ajustável e de limitadores de fecho e indicador de abertura para evitar que o disco da válvula bata directamente no corpo da válvula.

4.2.6 As válvulas principais devem dispor de acoplamento de expansão para facilitar a sua remoção e instalação. Após ser instalado na central hidroeléctrica, o vedante do acoplamento de expansão deve ser estanque.

4.2.7 A válvula principal pode ser operada manual, eléctrica e hidráulicamente. Em centrais hidroeléctricas com elevados requisitos de automação, a válvula principal deve utilizar o modo de transmissão eléctrica ou hidráulica.

4.2.8 A válvula principal deve dispor dos seguintes dispositivos de sinalização:

- a) Sinal de posicionamento totalmente aberto e totalmente fechado do disco de válvula;
- b) Posicionamento do fuso de bloqueio - Válvula principal bloqueada/desbloqueada;
- c) Sinal de válvula de derivação totalmente aberta e totalmente fechada;
- d) Sinais de pressões a montante/a jusante do disco de válvula e de diferenças de pressão;
- e) Sinais indicativos de pressão baixa e pressão muito baixa do óleo do sistema hidráulico da válvula principal;
- f) Os dispositivos de revisão da sinalização de engate/desengate do vedante são necessários para a realização da revisão geral dos vedantes, quando necessário.

4.2.9 O dispositivo eléctrico da válvula principal deve respeitar as disposições de concepção e o funcionamento das máquinas eléctricas.

4.2.10 A válvula principal accionada hidráulicamente deve utilizar o contrapeso, o acumulador de ar-óleo de alta pressão ou o dispositivo de controlo hidráulico tipo acumulador cheio de azoto e deve dispor de um dispositivo de trava mecânico ou hidráulico do rotor.

4.2.11 A válvula principal operada manualmente deve estar sinalizada com uma seta legível indicando a direcção de abertura/fecho.

4.2.12 A válvula de libertação de ar deve ser instalada no lado a jusante da válvula principal e o seu diâmetro nominal não deve ser inferior a 5% a 10% do diâmetro nominal da válvula principal. A válvula de libertação de ar deve poder libertar automaticamente o ar retido quando a caixa espiral/distribuidor estiver cheio de água e não deve apresentar fugas de água quando a unidade estiver em funcionamento.

4.3 Requisitos do material

4.3.1 O material da válvula principal deve ser escolhido de acordo com as condições de serviço e os requisitos do contrato.

4.3.2 O corpo da válvula e o disco da válvula borboleta ou do rotor da válvula esférica podem ser feitos através de forjamento ou fundição sólidos, ou através de soldadura. O corpo da válvula corrigida deve ser feito de aço fundido. Os vedantes da extremidade do eixo/fuso devem ser de aço inoxidável. Os casquilhos devem ser de latão de alumínio fundido ou de bronze de alumínio fundido.

4.3.3 Os tubos de aço de ligação na parte posterior e inferior da válvula principal devem ser feitos de materiais de propriedades semelhantes quando são ligados às condutas forçadas a montante e a jusante por soldadura.

4.3.4 Devem ser tomadas as devidas medidas anti-corrosão para o elemento de contacto entre o veio da válvula e os vedantes do rolamento e da extremidade do eixo da válvula principal, como o aço inoxidável ou o material composto com funções auto-lubrificantes.

4.3.5 Os vedantes da válvula principal devem ser feitos de materiais resistentes à corrosão, cavitação e erosão de areias. Em relação à válvula esférica com estrutura vedante dupla, o anel vedante móvel e o elemento deslizante correspondente devem ser feitos de aço inoxidável. Os vedantes em contacto com óleos devem ser feitos de materiais vedantes resistentes ao óleo.

4.3.6 O disco de válvula borboleta pode dispor de um vedante pesado metálico ou de um vedante suave não metálico. Os vedantes móveis do vedante de serviço e o vedante de revisão geral da válvula esférica devem ser feitos de aço inoxidável e os pares vedantes devem ser bem ajustados.

4.4 Soldadura e requisitos dos ensaios não destrutivos

4.4.1 Os métodos e procedimentos de soldadura e os soldadores da válvula principal devem respeitar as disposições relevantes indicadas em AWS D1.1/D1.1M.

4.4.2 Todos os componentes fundidos/forjados/construídos devem ser distensionados de acordo com o procedimento especificado antes de a maquinaria terminar.

4.4.3 As soldaduras devem ser submetidas a ensaios não destrutivos rigorosos de acordo com o disposto nos requisitos do desenho e técnicos.

4.5 Série de pressões nominais

A pressão nominal da válvula principal deve ser escolhida, de preferência, entre os seguintes valores, em MPa: 0,6, 1,0, 1,6, 2,5, 4,0, 6,4, 10,0 e 16,0.

5 Âmbito do fornecimento e peças sobressalentes

5.1 O âmbito do fornecimento e as peças sobressalentes devem ser especificados pelo fornecedor e pelo utilizador no documento contratual. Consultar o Apêndice A para as peças sobressalentes.

5.2 O pacote completo do equipamento da válvula principal deve incluir:

- a) Corpo da válvula principal, mecanismo de funcionamento, acoplamento de expansão, tubos de união na parte posterior/inferior, válvula de derivação e tubagem de derivação, válvula de ar, válvula de drenagem, outras tubagens e anéis vedantes;
- b) Dispositivo de pressão do óleo ou mecanismo de funcionamento electro-manual e quadro de comando eléctrico;
- c) Componentes e instrumentos automáticos;
- d) Ferramentas especiais para remoção, instalação e manutenção;
- e) Peças sobressalentes de peças de desgaste rápido e peças sobressalentes adicionais encomendadas no contrato assinado por e entre o fornecedor e o utilizador.

6 Documentos técnicos

O fornecedor deve enviar os documentos técnicos necessários ao utilizador, incluindo principalmente:

- a) Certificado de conformidade e relatório de inspeção de qualidade;

- b) Manual de instalação, operação e manutenção no local ou instruções de funcionamento;
- c) Esquema de instalação, diagrama da tensão da fundação, vista exterior, diagrama esquemático do sistema de operação hidráulica, diagrama esquemático eléctrico e diagrama de circuitos eléctricos, diagrama do sistema de operação automática e desenho das peças principais;
- d) Guia de entrega.

7 Ensaios

7.1 Ensaios de entrega

7.1.1 Requisitos do ensaio da resistência hidrostática:

- a) O corpo da válvula e os tubos de ligação curtos a montante/a jusante devem ser submetidos ao ensaio da resistência hidrostática. A pressão de ensaio deve ser pelo menos 1,5 vezes a pressão nominal da válvula principal e deve durar 30 minutos. Após o ensaio, os elementos não devem apresentar qualquer deformação ou fugas prejudiciais permanentes;
- b) O disco da válvula deve ser submetido ao ensaio da resistência hidrostática. A pressão de ensaio deve ser pelo menos 1,2 vezes a pressão nominal da válvula principal e deve durar 30 minutos. Após o ensaio, o disco não deve apresentar qualquer deformação ou fugas prejudiciais permanentes (excepto no vedante do disco da válvula);
- c) O acoplamento de expansão da válvula principal deve ser submetido a ensaios hidrostáticos na fábrica em conjunto com a válvula principal.

7.1.2 Requisitos do ensaio do vedante:

- a) Em relação à válvula principal concebida e construída de acordo com a pressão nominal serializada, a pressão de ensaio do vedante deve ser 1,1 vezes a pressão nominal, a duração deve ser de 30 minutos e deve ser inspeccionada em relação a fugas. Relativamente à válvula não serializada, a pressão de ensaio do vedante deve ser 1,1 vezes a pressão de concepção, a duração deve ser de 30 minutos e deve ser inspeccionada em relação a fugas. O vedante da extremidade do eixo e a superfície de separação do corpo da válvula não devem apresentar fugas. As fugas por gotejamento ou as fugas por imersão são aceitáveis no vedante de revisão geral e no vedante em serviço, mas as fugas por pulverização devem ser rejeitadas;
- b) O acoplamento de expansão da válvula principal deve ser submetido a ensaios de vedação na fábrica em conjunto com a válvula principal.

7.1.3 Requisitos do ensaio de funcionamento da válvula principal:

- a) Todos os ensaios eléctricos devem ser realizados no quadro de comando eléctrico da válvula principal na fábrica;
- b) Os ensaios de funcionamento de abertura/fecho devem ser realizados após a montagem da válvula principal. O processo de abertura/fecho deve ser suave e não apresentar sinais de obstrução;
- c) Após os ensaios, a válvula principal e correspondentes acessórios devem ser cuidadosamente inspeccionados e não devem apresentar sinais anormais, como deformações prejudiciais permanentes e fugas.

7.1.4 Requisitos do ensaio do servomotor da válvula principal:

- a) Após a montagem, o servomotor deve ser submetido ao ensaio de estanquidade. A pressão de ensaio deve ser 1,5 vezes a pressão máxima do óleo suportada pela válvula principal operada em qualquer condição e o ensaio deve ter uma duração de 30 minutos;
- b) O vedante do pistão do servomotor deve ser submetido ao ensaio de estanquidade correspondente. A pressão de ensaio deve ser a pressão máxima do óleo suportada pela válvula principal operada em qualquer condição e o ensaio deve ter uma duração de 30 minutos. O vedante do pistão não deve apresentar infiltrações ou fugas por imersão.

7.2 Ensaio no local

7.2.1 Se o disco da válvula e a válvula de derivação forem operados com a bomba de óleo quando não houver água na conduta forçada, as respectivas operações devem ser estáveis e o tempo de abertura/fecho deve cumprir os requisitos de concepção. O desvio admissível da posição totalmente aberta real do disco de válvula deve ser de $\pm 1^\circ$ e deve ser registado o valor mínimo de pressão do óleo necessário para o funcionamento.

7.2.2 A válvula principal operada com um contrapeso ou com óleo de pressão do acumulador de pressão deve ser submetida, respectivamente, a ensaios de funcionamento de acordo com os requisitos de concepção quando não houver água na conduta forçada ou a água estiver estagnada, devendo o tempo de fecho da válvula ser registado.

7.2.3 As tubagens de óleo, ar e água soldadas no local devem ser submetidas a ensaios de pressão hidráulica. A pressão de ensaio deve ser 1,5 vezes a pressão nominal da tubagem correspondente e o ensaio deve ter uma duração de 30 minutos.

7.2.4 Para o ensaio do fecho em água corrente no local, deve ser elaborado o cronograma detalhado do ensaio de forma a garantir a segurança. Após os ensaios, a válvula principal e respectivos acessórios devem ser inspeccionados detalhadamente e não devem apresentar qualquer dano prejudicial.

8 Aceitação e garantia

8.1 Inspeção e aceitação

8.1.1 Os elementos da válvula principal, bem como as peças principais e o quadro de comando eléctrico, devem ser aprovados na inspecção do fabricante antes de serem entregues e devem ser acompanhados dos documentos relevantes que comprovem a conformidade do produto.

8.1.2 Devem ser fornecidos relatórios do ensaio não destrutivo para as soldaduras principais das soldaduras da válvula principal realizadas na fábrica. Para as demais soldaduras, deve ser fornecido o relatório de inspecção da aparência da soldadura.

8.1.3 Os conteúdos do ensaio especificados no contrato devem ser realizados na fábrica e devem ser fornecidos os relatórios do ensaio correspondentes do corpo da válvula principal, das partes principais e do quadro de comando eléctrico.

8.2 Garantia de qualidade/garantia do fabricante

8.2.1 Sob a premissa de que o produto é devidamente armazenado, instalado e utilizado, o período de garantia de qualidade do produto será de um ano após a data em que o funcionamento experimental de 72 horas é concluído ou dois anos após a data de entrega do último lote de mercadorias, ou aquele que ocorrer primeiro.

8.2.2 Dentro do período de garantia de qualidade, as fugas de água das válvulas principais em condições normais de serviço devem estar em conformidade com as disposições do contrato.

9 Placa de identificação, embalagem, transporte e armazenamento

9.1 Placa de identificação

Todos os produtos devem dispor de placa de identificação do produto numa posição visível. Os conteúdos principais devem incluir:

- a) Nome do produto;
- b) Nome do fornecedor;
- c) Modelo do produto;

- d) Diâmetro nominal;
- e) Pressão nominal;
- f) Número de fábrica;
- g) Data de produção.

9.2 Embalagem

9.2.1 Antes da embalagem, deve ser feita a seguinte preparação:

- a) Tomar as medidas anti-corrosão necessárias em relação à superfície exposta do produto acabado;
- b) Remover os componentes e aparelhos de medição frágeis e sensíveis a vibrações e embalá-los separadamente;
- c) Fixar as partes móveis do produto ao corpo da máquina;
- d) Anexar os documentos técnicos e as peças sobressalentes fornecidas juntamente com o produto e fixá-los nas posições adequadas.

9.2.2 A embalagem, o transporte e o armazenamento do produto devem respeitar as disposições relevantes da norma ISO 780.

9.2.3 O contentor de embalagem deve ser construído de acordo com o desenho da embalagem. As marcações devem estar em conformidade com as disposições pertinentes da norma ISO 780.

9.2.4 O nome e a quantidade listada na guia da embalagem devem corresponder aos materiais e aos desenhos do contentor.

9.3 Transporte

A válvula principal deve ser transportada completa, se os limites de transporte assim o permitirem. O transporte e o manuseamento devem ser efectuados de acordo com a marcação dos contentores de embalagem. O número de embalagens e de caixas, as marcações, o prazo de entrega e o número de série serão comunicados pelo fornecedor ao utilizador no acto de entrega.

9.4 Armazenamento

9.4.1 Os produtos devem ser guardados em armazéns sem poeiras e impermeáveis à chuva, com temperatura ambiente entre -5 °C e +40 °C, humidade relativa não superior a 85% e sem ácidos, álcalis, sal e gases corrosivos ou explosivos, ou campo electromagnético forte.

9.4.2 A partir da data de entrega pelo fornecedor, este deve garantir que o produto não apresenta sinais de corrosão e de redução da precisão devido a embalagem inadequada no ano seguinte, em condições de armazenamento normais.

10 Instalação e soldadura

10.1 Requisitos gerais da instalação da válvula principal:

- a) A instalação deve ser realizada no local da construção de acordo com os desenhos de projecto e os requisitos dos documentos técnicos relevantes;
- b) A folga do rolamento deve cumprir os requisitos de concepção;
- c) As superfícies vedantes do corpo da válvula devem ser lisas e não apresentar rebarbas. A folga deve cumprir os seguintes requisitos:
 - 1) A folga da junta deve ser inspeccionada com um calibrador de 0,05 mm, e este não deve trespassá-la;
 - 2) As folgas locais são aceitáveis e, quando forem inspeccionadas com um calibrador de 0,10 mm, a sua profundidade não deve exceder 1/3 da largura das superfícies vedantes e o seu comprimento total não deve exceder 20% do perímetro;
 - 3) Não devem existir folgas à volta dos parafusos e pinos de montagem;
- d) Quando a válvula principal for instalada, a linha central ao longo da direcção do fluxo de água deve ser determinada de acordo com o centro real da caixa espiral e da conduta forçada e a diferença para o local de concepção não deve ser superior a 3 mm. O desvio entre a linha central transversal da válvula borboleta e da válvula esférica (posições a montante e a jusante) e a linha central projectada não deve exceder os 10 mm. A horizontalidade e perpendicularidade devem ser medidas após o flange estar soldado e o desvio admissível é de 1 mm/m;
- e) Deve ser reservado um espaço suficiente entre o parafuso da fundação e o furo roscado do corpo da válvula principal na direcção oposta ao acoplamento de expansão e o seu valor não deve ser inferior à espessura do material vedante entre os flanges.

10.2 Requisitos de instalação da válvula borboleta:

- a) Em relação à válvula borboleta com vedantes duplos, a folga entre o vedante de revisão e o invólucro da válvula deve ser uniforme quando o disco de válvula está na posição fechada e o desvio admissível deve ser de $\pm 20\%$ do valor da folga média real;

- b) Se o vedante de borracha insuflável for utilizado, a folga do vedante de água deve cumprir os requisitos de concepção e o desvio admissível deve ser $\pm 20\%$ do valor de folga de projecto quando o disco de válvula estiver na posição fechada e o vedante de água de borracha não estiver insuflado. Na pressão de ar de serviço, o vedante de água de borracha não deve apresentar folgas;
- c) Os parafusos da fundação do corpo da válvula suportam todo o peso da válvula principal, bem como a resistência e o binário gerados durante o funcionamento da válvula principal. Deve ser reservada uma folga de 30 mm a 50 mm na direcção axial da válvula principal no espaço entre os parafusos da fundação e os furos.

10.3 Requisitos de instalação da válvula esférica:

- a) O contacto da superfície vedante do vedante de serviço e do vedante de revisão geral da válvula esférica deve ser estanque. Quando inspeccionado com o calibrador de 0,05 mm, o calibrador não deve trespassá-lo;
- b) O curso e a dimensão de encaixe da tampa do vedante devem cumprir os requisitos de concepção, o curso real não deve ser inferior a 80% da respectiva válvula de concepção e a acção deve ser suave;
- c) A rotação da válvula deve ser suave e a folga do componente fixo não deve ser inferior a 2 mm;
- d) A folga máxima entre a tampa do vedante e o anel vedante deve ser mais pequena do que o curso real da tampa do vedante;
- e) A válvula esférica deve ser submetida ao ensaio de estanquidade à pressão após a instalação no local. Na pressão hidrostática máxima, a fuga de água dos vedantes posteriores e inferiores não deve exceder o valor permitido de concepção numa duração de 30 minutos.

10.4 Requisitos de instalação da válvula corrediça:

- a) Antes da instalação, é necessário verificar se as especificações e o modelo correspondem à concepção. Verificar se os componentes da válvula estão intactos e se a superfície vedante está danificada;
- b) O desvio central da válvula corrediça não deve ser superior a 3 mm e a instalação do mecanismo de funcionamento deve cumprir os requisitos do fabricante e de concepção.

10.5 Requisitos de instalação do acoplamento de expansão:

- a) A folga entre as mangas interiores e exteriores do acoplamento de expansão deve ser ajustada de forma uniforme e não deve ficar obstruída. O desvio admissível da largura da abertura do vedante deve ser inferior a 2 mm;
- b) A distância da expansão entre o acoplamento de expansão e as mangas interiores/exteriores deve cumprir os requisitos de concepção, o desvio admissível deve ser de ± 6 mm e deve ser considerada a dimensão de retracção da soldadura do ajustador;
- c) O acoplamento de expansão deve ser ligado à válvula principal através de parafusos flangeados. O anel vedante deve ser instalado na junta de dilatação e pressionado com o anel de compressão para evitar fugas de água da junta de dilatação.

10.6 Requisitos de instalação e do ensaio da válvula de derivação:

Após a instalação, a válvula de derivação deve ser submetida ao ensaio de estanquidade à pressão em conjunto com a tubagem de derivação.

10.7 Requisitos de instalação do mecanismo de funcionamento:

- a) A instalação do dispositivo de pressão do óleo deve cumprir os requisitos de concepção;
- b) A instalação do servomotor que opera a válvula principal deve cumprir os requisitos de concepção. Além disso, a instalação da placa de fundação e da base do servomotor articulado deve ser determinada de acordo com a posição real do furo de ligação do braço da manivela quando o disco/rotor da válvula estiver na posição totalmente fechada. O desvio posicional da placa de fundação não deve ser superior a 3 mm. Após a instalação, o desvio horizontal ou vertical do servomotor não deve ser superior a 1 mm/m, o desvio admissível da elevação da base deve ser de $\pm 1,5$ mm e a ligação do veio do pino deve ser flexível.

10.8 Requisitos de soldadura no local das válvulas principais:

- a) Em relação ao acoplamento de expansão, tubagem de ligação soldada ao invólucro da turbina e conduta forçada no local, a deformação da soldadura deve ser evitada no processo de soldadura de modo a garantir a perpendicularidade da superfície do flange e a coaxialidade em relação à linha central da válvula principal;
- b) A folga à volta do acoplamento de expansão deve ser uniforme. Após a soldadura, a distância de expansão do acoplamento de expansão deve ser inspeccionada. O desvio não deve exceder $\pm 15\%$ da válvula de expansão de concepção.

11 Operação e manutenção

11.1 Antes de encher de água o sistema de desvio de água/câmara de carga da central hidroeléctrica pela primeira vez, devem ser cuidadosamente limpas as substâncias estranhas contidas no sistema de desvio de água de forma a evitar danos nas válvulas principais.

11.2 Para evitar danos na válvula principal provocados pelo enchimento de água, deve ser realizado o enchimento com caudal leve nas centrais eléctricas de alta pressão hidrostática da água e nas centrais eléctricas das condutas forçadas longas. No processo de enchimento de água, a situação da válvula principal deve ser rigorosamente inspeccionada. Na ocorrência de qualquer situação anormal, o enchimento de água deve ser imediatamente interrompido para inspecção e tratamento. O ensaio de enchimento de água não pode continuar até todos os problemas estarem resolvidos.

11.3 A operação e a manutenção diárias da válvula principal devem ser realizadas de acordo com os documentos técnicos relevantes e os procedimentos de operação automática. A manutenção do equipamento e dos acessórios principais da válvula principal deve ser realizada periodicamente.

11.4 Para a válvula principal equipada com trava mecânica manual, verificar se o dispositivo de trava mecânica manual foi posto em funcionamento antes da revisão da unidade. Verificar se o dispositivo de trava mecânica manual é extraído antes da válvula principal ligar após a conclusão da revisão.

11.5 Para as centrais eléctricas com muitos sedimentos e condições de funcionamento difíceis, deve ser dada atenção à manutenção e reparação das válvulas principais.

Anexo A
(Normativo)

Peças sobressalentes das válvulas principais

Quadro A.1 Peças sobressalentes das válvulas principais

Unidade: Conjunto

N.º	Nome das peças sobressalentes	Quantidade		Observações
		1-2 unidades	3 unidades ou mais	
1	Anel de vedação em O de várias especificações	1	2	
2	Vedante da extremidade do eixo do disco da válvula	1	2	
3	Vedantes circulares do disco da válvula	1	2	Apenas limitados à válvula borboleta
4	Vedantes no anel vedante móvel	1	2	
5	Vedante do pistão do servomotor	1	2	
6	Vedante da haste do pistão do servomotor	1	2	
7	Vedante do acoplamento de expansão	1	2	
8	Anel vedante fixo e anel vedante móvel	1	1	
9	Lingueta bipartida ou pino	1	1	
10	Manga do veio de várias especificações	1	2	
11	Casquilhos de rolamentos de várias especificações	1	2	No veio da válvula
12	Molas de várias especificações	1	2	
13	Interruptor de curso	1	2	