

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

**CEI
IEC
953-1**

Première édition
First edition
1990-12

**Règles pour les essais thermiques de
réception des turbines à vapeur**

Première partie:

**Méthode A — Haute précision, pour turbines à
vapeur à condensation de grande puissance**

**Rules for steam turbine thermal acceptance
tests**

Part 1:

**Method A — High accuracy for large condensing
steam turbines**

© CEI 1990 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé
électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les
microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in
any form or by any means, electronic or mechanical, including
photocopying and microfilm, without permission in writing
from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX XC
PRICE CODE

Pour prix voir catalogue en vigueur
For price see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	8
PRÉFACE	8
INTRODUCTION	10
Articles	
1. Domaine d'application et objet	16
1.1 Domaine d'application	16
1.2 Objet	16
1.3 Points à examiner dans le contrat	16
2. Unités, symboles, termes et définitions	18
2.1 Généralités	18
2.2 Symboles, unités	18
2.3 Indices, exposants et définitions	20
2.4 Définitions des valeurs garanties et des résultats d'essai	26
2.4.1 Rendement thermique	26
2.4.2 Consommation spécifique de chaleur	28
2.4.3 Rendement thermodynamique	28
2.4.4 Consommation spécifique de vapeur	28
2.4.5 Débit de vapeur principale	30
2.4.6 Puissance maximale	30
3. Principes directeurs	30
3.1 Dispositions à prendre dès la conception de l'installation	30
3.2 Accords et dispositions préliminaires aux essais	32
3.3 Organisation des essais	34
3.3.1 Délai pour la réalisation des essais de réception	34
3.3.2 Direction des essais de réception	34
3.3.3 Coût des essais de réception	34
3.4 Préparation des essais	34
3.4.1 Etat de l'installation	34
3.4.2 Etat de la turbine à vapeur	36
3.4.3 Etat du condenseur	36
3.4.4 Isolement du cycle	36
3.4.5 Contrôle d'étanchéité du condenseur et des réchauffeurs d'eau d'alimentation	42
3.4.6 Propreté des filtres de vapeur	42
3.4.7 Contrôle des équipements de mesure	42
3.5 Mesures comparatives	42
3.6 Réglages d'essai	42
3.6.1 Réglages de la puissance	42
3.6.2 Réglages spéciaux	44
3.7 Essais préliminaires	44
3.8 Essais de réception	44
3.8.1 Constance des conditions d'essai	44
3.8.2 Ecart et fluctuations maximaux admissibles des conditions de fonctionnement	46
3.8.3 Durée des essais et fréquence des lectures	46
3.8.4 Lecture des appareils de mesure intégrateurs	48
3.8.5 Autres méthodes	50
3.8.6 Relevé des mesures	50
3.8.7 Mesures supplémentaires	50
3.8.8 Calculs préliminaires	50
3.8.9 Cohérence des essais	50
3.9 Répétition des essais de réception	50
4. Techniques de mesure et appareils de mesure	50
4.1 Généralités	50
4.1.1 Appareils de mesure	50
4.1.2 Incertitude des mesures	60
4.1.3 Etalonnage des appareils de mesure	60
4.1.4 Autres appareils de mesure	60
4.1.5 Le mercure dans l'instrumentation	62
4.2 Mesure de puissance	62
4.2.1 Détermination de la puissance mécanique d'une turbine	62
4.2.2 Mesure de la puissance de la pompe alimentaire de la chaudière	62
4.2.3 Détermination de la puissance électrique d'un groupe turboalternateur	68

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
PREFACE	9
INTRODUCTION	11
Clause	
1. Scope and object	17
1.1 Scope	17
1.2 Object	17
1.3 Matters to be considered in the contract	17
2. Units, symbols, terms and definitions	19
2.1 General	19
2.2 Symbols, units	19
2.3 Subscripts, superscripts and definitions	21
2.4 Definition of guarantee values and test results	27
2.4.1 Thermal efficiency	27
2.4.2 Heat rate	29
2.4.3 Thermodynamic efficiency	29
2.4.4 Steam rate	29
2.4.5 Main steam flow capacity	31
2.4.6 Maximum power output	31
3. Guiding principles	31
3.1 Advance planning for test	31
3.2 Preparatory agreements and arrangements for tests	33
3.3 Planning of the tests	35
3.3.1 Time for acceptance tests	35
3.3.2 Direction of acceptance tests	35
3.3.3 Cost of acceptance tests	35
3.4 Preparation of the tests	35
3.4.1 Condition of the plant	35
3.4.2 Condition of the steam turbine	37
3.4.3 Condition of the condenser	37
3.4.4 Isolation of the cycle	37
3.4.5 Checks for leakage of condenser and feedwater heaters	43
3.4.6 Cleanliness of the steam strainers	43
3.4.7 Checking of the test measuring equipment	43
3.5 Comparison measurements	43
3.6 Settings for tests	43
3.6.1 Load settings	43
3.6.2 Special settings	45
3.7 Preliminary tests	45
3.8 Acceptance tests	45
3.8.1 Constancy of test conditions	45
3.8.2 Maximum deviation and fluctuation in test conditions	47
3.8.3 Duration of test runs and frequency of readings	47
3.8.4 Reading of integrating measuring instruments	49
3.8.5 Alternative methods	51
3.8.6 Recording of tests	51
3.8.7 Additional measurements	51
3.8.8 Preliminary calculations	51
3.8.9 Consistency of tests	51
3.9 Repetition of acceptance tests	51
4. Measuring techniques and measuring instruments	51
4.1 General	51
4.1.1 Measuring instruments	51
4.1.2 Measuring uncertainty	61
4.1.3 Calibration of instruments	61
4.1.4 Alternative instrumentation	61
4.1.5 Mercury in instrumentation	63
4.2 Measurement of power	63
4.2.1 Determination of mechanical turbine output	63
4.2.2 Measurement of boiler feed pump power	63
4.2.3 Determination of electrical power of a turbine generator	69

Articles	Pages	
4.2.4	Mesure de la puissance électrique	68
4.2.5	Branchement des appareils de mesure électriques	68
4.2.6	Appareils de mesure électriques	70
4.2.7	Transformateurs de mesure	70
4.2.8	Mesures comparatives et reprise de l'étalonnage des appareils de mesure et transformateurs	70
4.3	Mesure des débits	72
4.3.1	Détermination des débits à mesurer	72
4.3.2	Mesure du débit d'eau principal	72
4.3.3	Montage et emplacement des dispositifs à pression différentielle	74
4.3.4	Mesures de pression différentielle	78
4.3.5	Fluctuations des débits d'eau	82
4.3.6	Mesure des débits secondaires	82
4.3.7	Débits secondaires occasionnels	88
4.3.8	Masse volumique d'eau et de vapeur	90
4.3.9	Détermination du débit d'eau de refroidissement du condenseur	90
4.4	Mesures de pression (sauf la pression d'échappement des turbines à condensation)	92
4.4.1	Pressions à mesurer	92
4.4.2	Instruments	92
4.4.3	Prises de pression et tuyauteries de raccordement	94
4.4.4	Robinets d'isolement	96
4.4.5	Etalonnage des appareils de mesure de pression	96
4.4.6	Pression atmosphérique	96
4.4.7	Correction des lectures	98
4.5	Mesure de la pression d'échappement des turbines à condensation	100
4.5.1	Généralités	100
4.5.2	Plan de mesure	100
4.5.3	Prises de pression	100
4.5.4	Collecteurs de mesure	104
4.5.5	Tuyauteries de raccordement	104
4.5.6	Appareils de mesure	104
4.5.7	Étanchéité du circuit de mesure	104
4.5.8	Etalonnage	106
4.5.9	Correction des lectures	106
4.6	Mesure de températures	106
4.6.1	Points de mesure des températures	106
4.6.2	Appareils de mesure	106
4.6.3	Mesures de températures principales	108
4.6.4	Mesure des températures du poste d'eau, y compris les températures de vapeur soutirée	108
4.6.5	Mesure des températures de l'eau de refroidissement du condenseur	110
4.6.6	Précision des équipements de mesure de température	110
4.6.7	Poches thermométriques pour thermomètres	110
4.6.8	Précautions à observer lors des mesures de température	110
4.7	Mesure du titre de la vapeur	112
4.7.1	Généralités	112
4.7.2	Technique de mesure par traceur	112
4.7.3	Méthode de condensation	114
4.7.4	Méthode d'injection à débit constant	122
4.7.5	Calcul de l'enthalpie de vapeur soutirée humide par la méthode d'injection à débit constant	122
4.7.6	Les traceurs et leur utilisation	126
4.8	Mesure du temps	128
4.9	Mesure de la vitesse de rotation	128
5.	Dépouillement des essais	128
5.1	Préparation du dépouillement	128
5.2	Calcul des résultats	130
5.2.1	Calcul des valeurs moyennes des lectures des appareils de mesure	130
5.2.2	Correction et conversion des moyennes de lecture	130
5.2.3	Vérification des données mesurées	130
5.2.4	Propriétés thermodynamiques de l'eau et de la vapeur	132
5.2.5	Calcul des résultats d'essai	132
6.	Correction des résultats de l'essai et comparaison avec la garantie	132
6.1	Valeurs et conditions de la garantie	132
6.2	Correction du débit maximal de vapeur à l'admission	132
6.3	Correction de la puissance maximale	134
6.4	Correction du rendement thermique ou thermodynamique	134
6.5	Définition et application des coefficients de correction	136
6.6	Méthode de correction	138
6.6.1	Correction par bilan thermodynamique	138

Clause	Page	
4.2.4	Measurement of electrical power	69
4.2.5	Electrical instrument connections	69
4.2.6	Electrical instruments	71
4.2.7	Instrument transformers	71
4.2.8	Comparison measurement and recalibration of instruments and transformers	71
4.3	Flow measurements	73
4.3.1	Determination of flows to be measured	73
4.3.2	Measurement of primary water flow	73
4.3.3	Installation and location of differential pressure devices	75
4.3.4	Differential pressure measurements	79
4.3.5	Water flow fluctuation	83
4.3.6	Secondary flow measurements	83
4.3.7	Occasional secondary flows	89
4.3.8	Density of water and steam	91
4.3.9	Determination of cooling water flow of condenser	91
4.4	Pressure measurements (excluding condensing turbine exhaust pressure)	93
4.4.1	Pressures to be measured	93
4.4.2	Instruments	93
4.4.3	Pressure tapping holes and connecting lines	95
4.4.4	Shut-off valves	97
4.4.5	Calibration of pressure measuring devices	97
4.4.6	Atmospheric pressure	97
4.4.7	Correction of readings	99
4.5	Condensing turbine exhaust pressure measurement	101
4.5.1	General	101
4.5.2	Plane of measurement	101
4.5.3	Pressure taps	101
4.5.4	Manifolds	105
4.5.5	Connecting lines	105
4.5.6	Instruments	105
4.5.7	Tightness of measuring system	105
4.5.8	Calibration	107
4.5.9	Correction of readings	107
4.6	Temperature measurement	107
4.6.1	Points of temperature measurement	107
4.6.2	Instruments	107
4.6.3	Main temperature measurements	109
4.6.4	Feed train temperature measurements (including bled steam)	109
4.6.5	Condenser cooling water temperature measurement	111
4.6.6	Accuracy of temperature measuring equipment	111
4.6.7	Thermometer wells	111
4.6.8	Precautions to be observed in the measurement of temperature	111
4.7	Steam quality measurement	113
4.7.1	General	113
4.7.2	Tracer technique	113
4.7.3	Condensing method	115
4.7.4	Constant rate injection method	123
4.7.5	Extraction enthalpy determined by constant rate injection method	123
4.7.6	Tracer and their use	127
4.8	Time measurement	129
4.9	Speed measurement	129
5.	Evaluation of tests	129
5.1	Preparation of evaluation	129
5.2	Computation of results	131
5.2.1	Calculation of average values of instrument readings	131
5.2.2	Correction and conversion of averaged readings	131
5.2.3	Checking of measured data	131
5.2.4	Thermodynamic properties of steam and water	133
5.2.5	Calculation of test results	133
6.	Correction of test results and comparison with guarantee	133
6.1	Guarantee values and guarantee conditions	133
6.2	Correction of initial steam flow capacity	133
6.3	Correction of maximum output	135
6.4	Correction of thermal and thermodynamic efficiency	135
6.5	Definition and application of correction values	137
6.6	Correction methods	139
6.6.1	Correction by heat balance calculation	139

Articles	Pages
6.6.2 Correction par l'utilisation des courbes de correction fournies par le constructeur	140
6.6.3 Essais pour la détermination des coefficients de correction	142
6.7 Variables à considérer dans la correction	142
6.7.1 Turbines avec poste de réchauffage de l'eau alimentaire	142
6.8 Comparaison avec la garantie	144
6.8.1 Comparaison avec une courbe de valeurs garanties	146
6.8.2 Comparaison avec un point de fonctionnement garanti	146
6.8.3 Comparaison avec les garanties aux charges partielles	146
ANNEXE A — Contrôles des fuites au condenseur et aux réchauffeurs d'eau alimentaire	150
ANNEXE B — Tuyères avec prise de pression au col	152
ANNEXE C — Utilisation de tranquilliseurs d'écoulement dans les mesures de débit de fluide	160



Clause	Page
6.6.2 Correction by use of correction curves prepared by the manufacturer	141
6.6.3 Tests to determine correction values	143
6.7 Variables to be considered in the correction	143
6.7.1 Turbines with regenerative feed-water heating	143
6.8 Guarantee comparison	145
6.8.1 Guarantee comparison with locus curve	147
6.8.2 Guarantee comparison with guarantee point	147
6.8.3 Guarantee comparison for turbines with throttle regulation	147
APPENDIX A — Feedwater heater leakage and condenser leakage tests	151
APPENDIX B — Throat tap nozzle	153
APPENDIX C — The use of flow straighteners in fluid flow measurements	161

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÈGLES POUR LES ESSAIS THERMIQUES DE RÉCEPTION DES
TURBINES À VAPEUR**

**Première partie: Méthode A — Haute précision, pour turbines à vapeur
à condensation de grande puissance**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 5 de la CEI: Turbines à vapeur.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
5(BC)23	5(BC)27

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La publication suivante de la CEI est citée dans la présente norme:

Publication n° 34-2(1972): Machines électriques tournantes, Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction).

Autre publication citée:

Norme ISO 5167(1980): Mesure de débit des fluides au moyen de diaphragmes, tuyères et tubes de Venturi insérés dans des conduites en charge de section circulaire.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RULES FOR STEAM TURBINE THERMAL ACCEPTANCE TESTS

Part 1: Method A – High accuracy for large condensing steam turbines

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 5: Steam turbines.

The text of this standard is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
5(CO)23	5(CO)27

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Report indicated in the above table.

The following IEC publication is quoted in this standard:

Publication No. 34-2(1972): Rotating electrical machines. Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles).

Other Publication quoted:

ISO Standard 5167(1980): Measurement of fluid flow by means of orifice plates, nozzles and Venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full.

RÈGLES POUR LES ESSAIS THERMIQUES DE RÉCEPTION DES TURBINES À VAPEUR

Première partie: Méthode A — Haute précision, pour turbines à vapeur à condensation de grande puissance

INTRODUCTION

L'évolution rapide des techniques de mesure, l'augmentation de la puissance des turbines à vapeur et le développement des centrales nucléaires ont rendu nécessaire la révision de la Publication 46 de la CEI (1962) concernant les essais de réception.

Tous les besoins de l'industrie électrique en divers points du globe ne pouvant pas être couverts par une seule publication, la norme complète comporte deux parties qui décrivent deux façons différentes, à divers égards, de réaliser, de dépouiller et d'interpréter les essais de réception de turbines à vapeur et qui peuvent être utilisées indépendamment l'une de l'autre:

- a) La méthode A, qui fait l'objet de la première partie de la norme (CEI 953-1), est destinée aux essais thermiques de réception de la plus grande précision possible et s'applique aux turbines à vapeur à condensation de grande puissance.
- b) La méthode B, qui fait l'objet de la deuxième partie de la norme (CEI 953-2), est destinée aux essais thermiques comportant divers degrés de précision pour tenir compte de la multiplicité des modèles et des tailles de turbines à vapeur.

1) *Principes de base – Estimation de l'incertitude de mesure*

Cette première partie prévoit des essais très précis de turbines à vapeur en vue d'obtenir les valeurs des performances avec le minimum d'incertitude de mesure. Les spécifications portant sur les conditions de fonctionnement pendant l'essai sont strictes et obligatoires.

La méthode A se fonde sur l'usage exclusif d'instruments étalonnés avec précision et sur les meilleures procédures de mesure existantes. L'incertitude qui en découle sur le résultat de l'essai est toujours suffisamment petite pour qu'il ne soit pas nécessaire de la prendre en compte dans la comparaison du résultat d'essai avec la valeur garantie. Cette incertitude ne dépassera pas 0,3% environ pour une tranche thermique à combustible fossile et 0,4% environ pour une tranche thermique nucléaire.

Le coût de l'instrumentation et les efforts déployés pour préparer et réaliser les essais sont, en général, économiquement justifiés pour les tranches de grande puissance et/ou les tranches prototypes.

La méthode B prévoit des essais de réception de turbines à vapeur de types et puissances variés avec une incertitude de mesure appropriée. Les instruments et procédures de mesure doivent être choisis en fonction de l'objectif fixé par la norme. Celle-ci prévoit principalement des instruments et procédures normalisés, mais peut éventuellement s'étendre à des clauses de très haute précision, nécessitant l'étalonnage des instruments. L'incertitude de mesure qui en découle sur le résultat de l'essai est donc déterminée par les méthodes de calcul présentées dans la norme. Sauf stipulation contraire du contrat, cette incertitude est normalement prise en compte dans la comparaison du résultat d'essai à la valeur garantie. Le coût total de l'essai de réception peut être maintenu en rapport avec l'intérêt économique présenté par les valeurs garanties à vérifier.

Dans cette méthode, les spécifications portant sur les conditions de fonctionnement pendant l'essai sont un peu plus souples; en outre, des procédures sont recommandées pour le cas où ces spécifications ne pourraient être tenues.

RULES FOR STEAM TURBINE THERMAL ACCEPTANCE TESTS

Part 1: Method A — High accuracy for large condensing steam turbines

INTRODUCTION

The rapid development of measuring techniques, the increasing capacity of steam turbines and the introduction of nuclear power plants necessitated a revision of IEC Publication 46 (1962) regarding acceptance tests.

Since all the needs of the power industry in the different parts of the world could not be satisfied by one single publication, the complete standard is divided into two parts, describing two different approaches for conducting and evaluating thermal acceptance tests of steam turbines and which can be used separately:

- a) Method A, which is Part 1 of the standard (IEC 953-1), deals with thermal acceptance tests with high accuracy for large condensing steam turbines.
- b) Method B, which is Part 2 of the standard (IEC 953-2), deals with thermal acceptance tests with a wide range of accuracy for various types and sizes of steam turbines.

1) *Basic philosophy and figures on uncertainty*

Part 1 provides for very accurate testing of steam turbines to obtain the level of performance with minimum measuring uncertainty. The operating conditions during the test are stringent and compulsory.

Method A is based on the exclusive use of the most accurate calibrated instrumentation and the best measuring procedures currently available. The uncertainty of the test result is always sufficiently small that it normally need not be taken into account in the comparison between test result and guarantee value. This uncertainty will not be larger than about 0.3% for a fossil fired unit and 0.4% for a nuclear unit.

The cost for instrumentation and the efforts for preparing and conducting the tests will generally be justified economically for large and/or prototype units.

Method B provides for acceptance tests of steam turbines of various types and capacities with appropriate measuring uncertainty. Instrumentation and measuring procedures have to be chosen accordingly from a scope specified in the standard which is centred mainly on standardized instrumentation and procedures, but may extend eventually up to very high accuracy provisions requiring calibration. The resulting measuring uncertainty of the test result is then determined by calculating methods presented in the standard and normally, if not stated otherwise in the contract, taken into account in the comparison between test result and guarantee value. The total cost of an acceptance test can therefore be maintained in relationship with the economic value of the guarantee values to be ascertained.

The specifications of the operating conditions during the test are somewhat more flexible in this method; furthermore, procedures are recommended for treating cases where these specifications cannot be met.

Lorsqu'un essai est réalisé avec des instruments et des procédures bien normalisés, l'incertitude de mesure de résultat est habituellement de 0,9% à 1,2% pour une tranche thermique classique à condensation de grande puissance, de 1,1% à 1,4% pour une tranche thermique nucléaire, et de 1,5% à 2,5% pour les turbines à contre-pression, les turbines à prélèvement et les petites turbines à condensation. Il est possible de réduire ces valeurs en améliorant encore l'instrumentation, essentiellement par des mesures supplémentaires du débit masse où par l'étalonnage du dispositif de mesure de ce débit masse.

2) Principales différences entre les méthodes A et B

Sur la préparation et la réalisation des essais, ainsi que sur les techniques de mesure, la méthode A comporte beaucoup plus d'instructions détaillées à respecter par les parties intéressées que la méthode B. Dans cette dernière, le détail des moyens propres à atteindre les objectifs est sans doute plus à la discrétion et au bon vouloir des participants à l'essai et dépend d'une expérience et d'une compétence suffisante de leur part.

3) Principes directeurs

Les exigences concernant la préparation et les conditions de l'essai, en particulier les points tels que durée de l'essai, écart et constance des conditions de l'essai, écart admissible entre doubles mesures, sont plus strictes dans la méthode A.

Il convient de réaliser l'essai de préférence dans les huit semaines suivant la mise en exploitation. On recherche, en fixant cette période, à minimiser la détérioration des performances et les risques de dégradation de la turbine.

Les essais préliminaires, dont la mesure de chute d'enthalpie, devront être effectués durant cette période pour contrôler les performances des corps de turbine haute et moyenne pression. Toutefois, ces essais ne permettent pas de déduire les performances du corps basse pression; c'est pourquoi il est impératif d'effectuer dès que possible les essais de réception.

En tout état de cause, si la mesure de la chute d'enthalpie lors de l'application de la méthode A met en évidence une détérioration possible du corps haute pression (HP) ou basse pression (BP), ou si les conditions de la tranche reportent les essais de plus de quatre mois après le premier démarrage, alors les essais de réception devront être différés.

Lors de l'application de la méthode A, une correction des résultats d'essai selon les rendements de chute enthalpique au démarrage, ou selon les effets du vieillissement, n'est pas admise.

Si l'essai devait être différé, la méthode A propose de le réaliser après la première grande visite d'inspection; plusieurs méthodes sont proposées pour déterminer approximativement l'état de la turbine avant l'essai.

4) Instruments et méthodes de mesure

a) Mesure de la puissance électrique

En plus des conditions requises pour la mesure de la puissance électrique, qui sont semblables dans les deux méthodes, la méthode A exige un contrôle des instruments par une mesure comparative après chaque essai; l'écart admissible entre des mesures doubles est limité à 0,15%.

b) Mesure des débits

La méthode A impose l'utilisation de dispositifs étalonnés à pression différentielle pour la mesure des débits principaux. Elle recommande la tuyère avec prise de pression au col, dispositif qui ne fait pas l'objet de normes internationales, et donne des détails de sa configuration et de son utilisation.

L'étalonnage de ces dispositifs doit se faire avec les tuyauteries amont et aval et le tranquilliseur. Des méthodes permettant l'extrapolation nécessaire du coefficient de décharge à partir des valeurs étalonnées sont indiquées.

Dans la méthode B, des dispositifs normalisés à pression différentielle sont normalement utilisés pour la mesure des débits. L'étalonnage est recommandé lorsqu'on souhaite réduire l'incertitude

When good-standardized instrumentation and procedures are applied in a test, the measuring uncertainty of the result will usually amount to 0.9% to 1.2% for a large fossil fuel fired condensing unit, to 1.1% to 1.4% for a nuclear unit and to 1.5% to 2.5% for back pressure, extraction and small condensing turbines. It is possible to reduce these values by additional improvement in instrumentation, primarily by additional measurements of primary mass flows and/or calibration of measuring devices for primary mass flow.

2) *Main difference between Methods A and B*

In Method A, much more detailed information concerning the preparation and conduct of the tests and the measuring techniques are contained for guidance of the parties to the test than in Method B. In Method B, the detailed treatment of these objectives is left somewhat more to the discretion and decisions of the participants and necessitates sufficient experience and expertise on their part.

3) *Guiding principles*

The requirements concerning the preparation and conditions of the test and especially such conditions of the test as duration, deviations and constancy of test conditions and acceptable differences between double measurements are more stringent in Method A.

The test should be conducted preferably within eight weeks after the beginning of the operation. It is the intent during this period to minimize performance deterioration and risk of damage to the turbine.

Preliminary tests including enthalpy drop tests should be made during this period to monitor HP and IP turbine section performance. However, these tests do not provide LP section performance and for this reason it is imperative to conduct the acceptance tests as soon as practicable.

Whatever the case, when using Method A, if an enthalpy drop test indicates a possible deterioration of the HP or IP section, or if the plant conditions require that the tests be postponed more than four months after the initial start, then the acceptance tests should be delayed.

An adjustment of the heat rate test results to start-up enthalpy drop efficiencies or for the effects of aging is not permitted when using Method A.

If the test has to be postponed, Method A proposes that the test be carried out after the first major internal inspection; several methods are proposed for establishing the approximate condition of the turbine prior to the tests.

4) *Instruments and methods of measurement*

a) *Measurement of electrical power*

In addition to the conditions required for the measurement of electric power, which are similar in both methods, Method A requires a check of the instruments by a comparison measurement after each test run; the permissible difference between double measurements is limited to 0.15%.

b) *Flow measurement*

For the measurement of main flows the use of calibrated pressure difference devices is required in Method A. The application of a device not covered by international standardization, the throat-tap nozzle, is recommended therein and details of design and application are given.

The calibration of these devices shall be conducted with the upstream and downstream piping and flow-straightener. Methods for the necessary extrapolation of the discharge coefficient from the calibration values are given.

In Method B standardized pressure-difference devices are normally applied for flow measurement. Calibration is recommended where a reduction of overall measuring uncertainty

de mesurage. Des mesures doubles ou multiples du débit principal sont également recommandées pour réduire cette incertitude et une méthode de vérification de compatibilité est décrite.

c) Mesure des pressions

Les méthodes imposées ou recommandées pour la mesure des pressions sont pratiquement identiques. Seules les méthodes de mesure de la pression d'échappement des turbines à condensation diffèrent quelque peu.

d) Mesure des températures

Les prescriptions sont pratiquement les mêmes dans les deux méthodes. Mais dans le détail, les exigences de la méthode A sont plus strictes:

- étalonnage avant et après l'essai,
- double mesure de la température principale avec un écart maximal de 0,5 K,
- thermocouples à ligne continue,
- exigences sur la précision d'ensemble.

e) Mesures du titre de la vapeur

Les méthodes A et B sont identiques.

5) Dépouillement et interprétation des résultats

Le travail préparatoire au dépouillement et au calcul des résultats d'essai est traité de façon très semblable dans les méthodes A et B. Toutefois, les exigences quantitatives sont plus strictes dans la méthode A.

La méthode B comporte des propositions pour traiter les cas où certaines conditions n'ont pas été remplies, afin d'éviter le rejet de l'essai.

Elle contient en outre des méthodes détaillées pour le calcul de l'incertitude sur les variables mesurées et sur les résultats d'essai.

La méthode B recommande d'autres moyens pour l'exécution et l'interprétation des essais après la période spécifiée et sans inspection préalable.

6) Correction des résultats d'essai et comparaison avec la garantie

La correction des résultats d'essai pour les ramener aux conditions de garantie est traitée dans les deux méthodes A et B.

La méthode A permet la comparaison des résultats d'essai avec la garantie sans tenir compte de l'incertitude du mesurage.

La méthode B présente un choix plus large de procédés de correction. De plus, l'incertitude de mesurage est prise en compte dans la comparaison avec la garantie.

7) Propositions d'application

La méthode d'essai de réception appliquée devant être prise en compte dans les détails de conception de l'installation, on précisera dès que possible, de préférence dans le contrat de la turbine, la méthode à utiliser.

La méthode B peut s'appliquer à des turbines à vapeur de tous types et toutes puissances. L'incertitude de mesure souhaitée doit être décidée suffisamment tôt pour en tenir compte dans la conception de l'installation.

Si la garantie inclut la totalité ou une large part de la centrale, les parties de ces règles s'y rapportant peuvent être appliquées à un essai de réception conformément à la garantie.

is desirable. Double or multiple measurement of primary flow is recommended for the reduction of measuring uncertainty and a method for checking the compatibility is described.

c) Pressure measurement

The requirements and recommendations for pressure measurements are essentially similar. Only the methods for the measurement of exhaust-pressure of condensing turbines differ to some extent.

d) Temperature measurement

The requirements are essentially similar in both methods. However detail requirements are more stringent in Method A:

- calibration before and after the test,
- double measurement of the main temperature with 0.5 K maximum difference,
- thermocouples with continuous leads,
- required overall accuracy.

e) Steam quality measurements

Methods A and B are identical.

5) *Evaluation of tests*

The preparatory work for the evaluation and calculation of the test results is covered in a very similar manner in Methods A and B. However, quantitative requirements are more stringent in Method A.

Method B contains some proposals for handling cases where some requirements have not been met to avoid rejection of the test.

In addition, Method B contains detailed methods for calculation of measuring uncertainty values of measured variables and test results.

Method B recommends other methods for conducting and evaluating of the tests after the specified period and without a previous inspection.

6) *Correction of test results and comparison with guarantees*

The correction of test results to guarantee conditions is covered in both Methods A and B.

Method A provides for the comparison of test results to guarantee without consideration of measuring uncertainty.

Method B gives a broader spectrum of correction procedures. Furthermore, the measuring uncertainty of the result is taken into account in the guarantee comparison.

7) *Proposals for application*

Since the acceptance test method to be applied has to be considered in the details of the plant design, it should be stated as early as possible, preferably in the turbine contract, which method will be used.

Method B can be applied to steam turbines of any type and any power. The desired measuring uncertainty should be decided upon sufficiently early, so that the necessary provisions can be included in the plant.

If the guarantee includes the complete power plant or large parts thereof, the relevant parts of either method can be applied for an acceptance test in accordance with the definition of the guarantee value.

1. Domaine d'application et objet

1.1 *Domaine d'application*

Les règles de la présente norme sont applicables principalement aux essais thermiques de grande précision pour la réception des turbines à condensation entraînant des alternateurs. Certaines dispositions de ces règles s'appliquent à des turbines ayant d'autres utilisations que l'entraînement des alternateurs.

Ces règles concernent les essais des turbines alimentées soit par de la vapeur surchauffée, soit par de la vapeur saturée. Elles comprennent les mesures et procédures requises pour la détermination de l'enthalpie de la vapeur humide. Elles décrivent les précautions nécessaires pour permettre la réalisation des essais en respectant les règles de radioprotection en vigueur dans les centrales nucléaires.

Ces règles comprennent des informations applicables également aux essais de turbines à contre-pression, de turbines à prélèvements et de turbines à plusieurs alimentations à pressions différentes. Seule la partie appropriée de ces règles doit être appliquée à chaque cas particulier.

La présente norme définit les règles de base pour la préparation, l'exécution, le dépouillement et l'interprétation des essais. Les détails relatifs aux conditions dans lesquelles doivent être effectués les essais de réception sont également définis.

Si un cas spécial ou complexe non traité dans ces règles se présente, il doit donner lieu à un accord entre le constructeur et l'acheteur avant la signature du contrat.

1. Scope and object

1.1 *Scope*

The rules given in this standard are applicable primarily to thermal acceptance tests with high accuracy for condensing steam turbines driving generators for electric power services. Some of the provisions of these rules are relevant to turbines for applications other than driving electric power generators.

These rules provide for the testing of turbines operating with either superheated or saturated steam. They include measurements and procedures required to determine specific enthalpy within the moisture region and describe precautions necessary to permit testing while respecting radiological safety rules in nuclear plants.

These rules contain information also applicable to the testing of back-pressure turbines, extraction turbines and mixed-pressure turbines. Only the relevant portion of the rules need apply to any individual case.

Uniform rules for the preparation, carrying out and evaluation of the acceptance tests are defined in this standard. Details of the conditions under which the acceptance tests shall take place are included.

Should any complex or special case arise not covered by these rules, appropriate agreement shall be reached by manufacturer and purchaser before the contract is signed.