

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 46

Deuxième édition — Second edition

1962

Recommandations concernant les turbines à vapeur

Deuxième partie: Règles pour les essais de réception

Recommendations for steam turbines

Part 2: Rules for acceptance tests



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 46

Deuxième édition — Second edition

1962

Recommandations concernant les turbines à vapeur

Deuxième partie: Règles pour les essais de réception

Recommendations for steam turbines

Part 2: Rules for acceptance tests



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

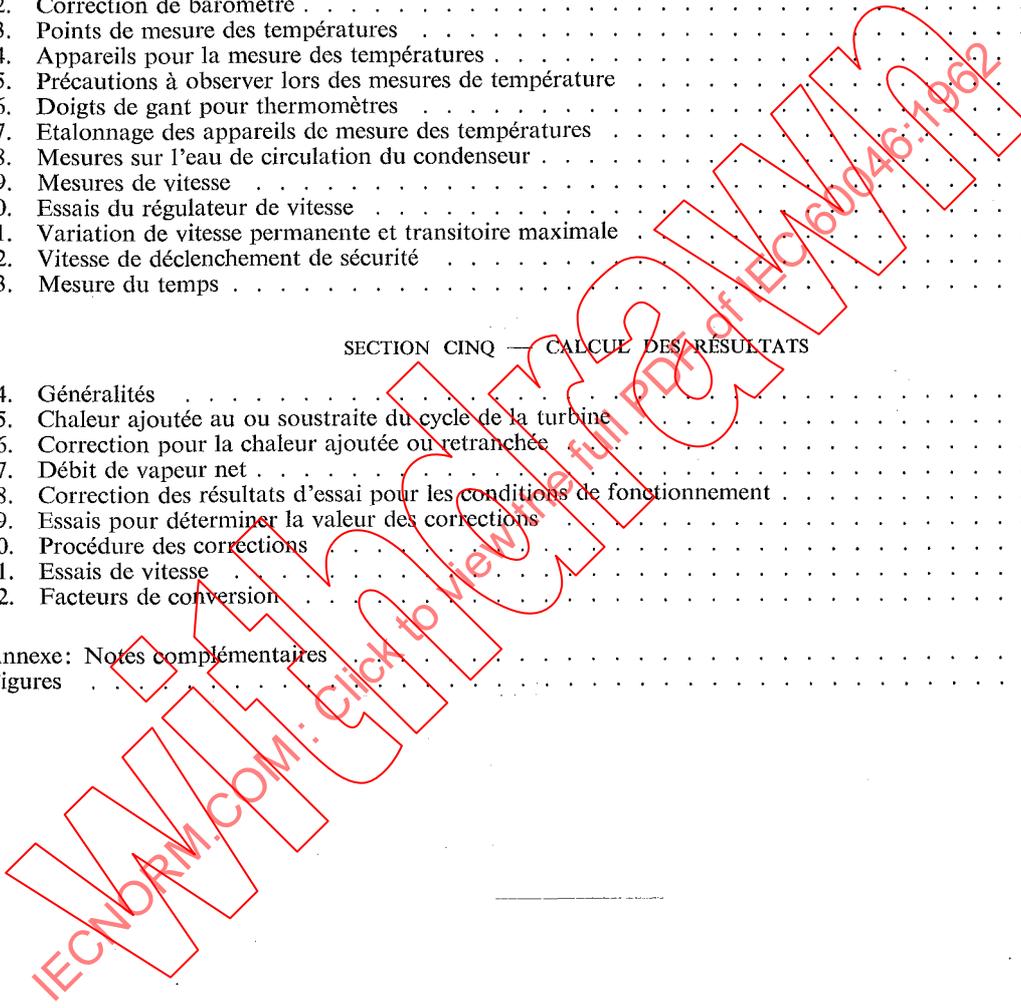
| | Pages |
|--|-------|
| PRÉAMBULE | 6 |
| PRÉFACE | 6 |
| Articles SECTION UN — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION | |
| 1. Objet | 8 |
| 2. Domaine d'application | 8 |
| 3. Autres types de turbines | 10 |
| SECTION DEUX — TERMES, SYMBOLES, DÉFINITIONS ET UNITÉS CORRESPONDANTS | |
| 4. Symboles, définitions et unités | 10 |
| 5. Consommation de vapeur, de chaleur et débit de vapeur | 22 |
| SECTION TROIS — PRINCIPES DIRECTEURS | |
| 6. Points sur lesquels on doit obtenir un accord | 24 |
| 7. Tolérances | 24 |
| 8. Préparation d'un essai de réception | 24 |
| 9. Essais préliminaires | 26 |
| 10. Constance des conditions d'essai | 26 |
| 11. Ecart maximal et fluctuations des conditions de fonctionnement | 26 |
| 12. Conduite des essais | 28 |
| 13. Constance de la puissance | 30 |
| 14. Cohérence des essais | 30 |
| 15. Mesures supplémentaires | 30 |
| 16. Etat de la vapeur | 32 |
| 17. Durée des essais | 32 |
| 18. Fréquence des lectures | 32 |
| 19. Rapports d'essai | 32 |
| 20. Début et fin de l'essai | 32 |
| 21. Appareils de mesure | 32 |
| 22. Fuites au condenseur et aux réchauffeurs d'eau d'alimentation | 32 |
| 23. Tables et diagrammes de vapeur et d'eau | 32 |
| SECTION QUATRE — APPAREILS ET MÉTHODES DE MESURE | |
| 24. Appareils de mesure | 34 |
| 25. Etalonnage des appareils de mesure | 34 |
| 26. Mesure de la puissance mécanique | 36 |
| 27. Dynamomètres | 36 |
| 28. Détermination de la puissance électrique | 36 |
| 29. Mesure de la puissance électrique | 38 |
| 30. Connexions des appareils de mesure électriques | 38 |
| 31. Appareils de mesure électriques | 38 |
| 32. Transformateurs de mesure | 40 |
| 33. Reprise de l'étalonnage des appareils de mesure et transformateurs | 40 |
| 34. Détermination des débits | 40 |
| 35. Mesure du débit d'eau condensée | 40 |
| 36. Précautions à prendre lorsqu'il est fait usage de cuves de pesée ou de cuves volumétriques | 42 |
| 37. Etalonnage des cuves de mesure volumétriques | 42 |
| 38. Mesure du débit de vapeur | 44 |
| 39. Tuyères ou diaphragmes en paroi mince pour la mesure des débits de vapeur et d'eau | 44 |
| 40. Détermination du débit de vapeur par bilan thermique | 44 |
| 41. Eau emmagasinée dans le système | 44 |
| 42. Joints à labyrinthes ou boîtes étanches | 44 |
| 43. Vapeur de l'éjecteur | 46 |
| 44. Vapeur d'échappement d'auxiliaires | 46 |
| 45. Joints hydrauliques | 46 |
| 46. Eau de désurchauffe | 48 |
| 47. Fuites | 48 |

| Articles | Pages |
|--|-------|
| 48. Débit d'eau d'appoint au système d'eau condensée ou à l'évaporateur | 48 |
| 49. Mesure de l'eau d'alimentation des chaudières | 48 |
| 50. Application des méthodes de mesure ou de détermination du débit | 48 |
| 51. Point de mesure de la pression initiale | 50 |
| 52. Appareil de mesure des pressions | 50 |
| 53. Mesure des pressions supérieures à 2,5 kg/cm ² ou 35 lb/in ² absolu | 52 |
| 54. Corrections pour la colonne d'eau | 52 |
| 55. Mesure des pressions inférieures à 2,5 kg/cm ² ou 35 lb/in ² absolu mais supérieures à la pression atmosphérique | 54 |
| 56. Mesure des pressions inférieures à la pression atmosphérique | 54 |
| 57. Mesure des pressions d'échappement | 54 |
| 58. Manomètres à mercure | 58 |
| 59. Correction des manomètres et colonnes de mercure | 58 |
| 60. Pression atmosphérique | 60 |
| 61. Baromètre | 60 |
| 62. Correction de baromètre | 60 |
| 63. Points de mesure des températures | 60 |
| 64. Appareils pour la mesure des températures | 62 |
| 65. Précautions à observer lors des mesures de température | 62 |
| 66. Doigts de gant pour thermomètres | 64 |
| 67. Etalonnage des appareils de mesure des températures | 64 |
| 68. Mesures sur l'eau de circulation du condenseur | 64 |
| 69. Mesures de vitesse | 66 |
| 70. Essais du régulateur de vitesse | 66 |
| 71. Variation de vitesse permanente et transitoire maximale | 68 |
| 72. Vitesse de déclenchement de sécurité | 68 |
| 73. Mesure du temps | 68 |

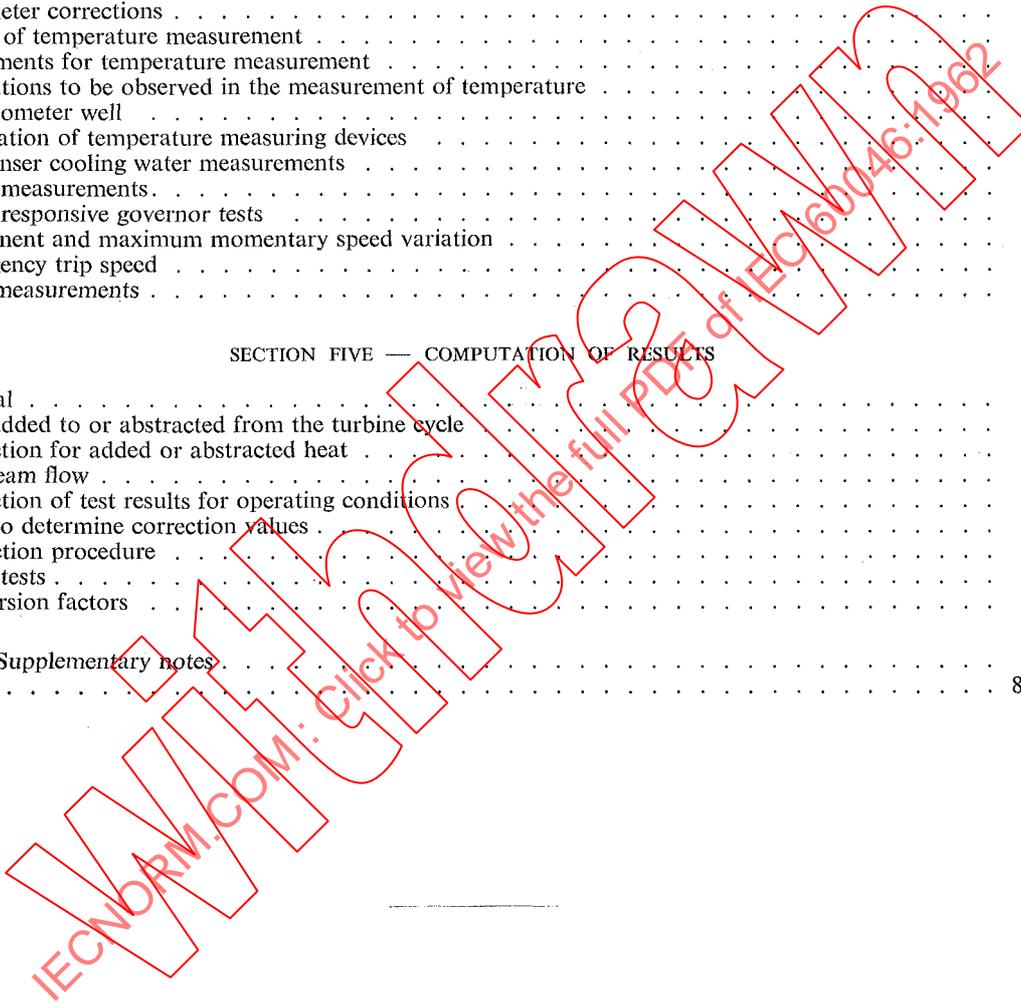
SECTION CINQ — CALCUL DES RÉSULTATS

| | |
|--|----|
| 74. Généralités | 70 |
| 75. Chaleur ajoutée au ou soustraite du cycle de la turbine | 70 |
| 76. Correction pour la chaleur ajoutée ou retranchée | 70 |
| 77. Débit de vapeur net | 72 |
| 78. Correction des résultats d'essai pour les conditions de fonctionnement | 72 |
| 79. Essais pour déterminer la valeur des corrections | 74 |
| 80. Procédure des corrections | 74 |
| 81. Essais de vitesse | 74 |
| 82. Facteurs de conversion | 76 |

| | |
|---|-------|
| Annexe: Notes complémentaires | 78 |
| Figures | 84-94 |



| Clause | Page |
|---|-------|
| 48. Make-up flow to condensate system or to evaporator | 49 |
| 49. Measurement of boiler feed | 49 |
| 50. Application of methods of flow measurement or flow determination | 49 |
| 51. Point of initial pressure measurement | 51 |
| 52. Pressure measuring instruments | 51 |
| 53. Measurement of pressure above 2.5 kg/cm ² abs. or 35 lb/in ² abs. | 53 |
| 54. Corrections for water head | 53 |
| 55. Measurement of pressures below 2.5 kg/cm ² abs. or 35 lb/in ² abs. but above atmospheric pressure | 55 |
| 56. Measurement of pressures below atmospheric pressure | 55 |
| 57. Exhaust pressure measurements | 55 |
| 58. Mercury manometers | 59 |
| 59. Corrections of mercury manometers and columns | 59 |
| 60. Atmospheric pressure | 61 |
| 61. Barometer | 61 |
| 62. Barometer corrections | 61 |
| 63. Points of temperature measurement | 61 |
| 64. Instruments for temperature measurement | 63 |
| 65. Precautions to be observed in the measurement of temperature | 63 |
| 66. Thermometer well | 65 |
| 67. Calibration of temperature measuring devices | 65 |
| 68. Condenser cooling water measurements | 65 |
| 69. Speed measurements | 67 |
| 70. Speed responsive governor tests | 67 |
| 71. Permanent and maximum momentary speed variation | 69 |
| 72. Emergency trip speed | 69 |
| 73. Time measurements | 69 |
| SECTION FIVE — COMPUTATION OF RESULTS | |
| 74. General | 71 |
| 75. Heat added to or abstracted from the turbine cycle | 71 |
| 76. Correction for added or abstracted heat | 71 |
| 77. Net steam flow | 73 |
| 78. Correction of test results for operating conditions | 73 |
| 79. Tests to determine correction values | 75 |
| 80. Correction procedure | 75 |
| 81. Speed tests | 75 |
| 82. Conversion factors | 77 |
| Appendix: Supplementary notes | 79 |
| Figures | 85-95 |



COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES TURBINES A VAPEUR

Deuxième partie — RÈGLES POUR LES ESSAIS DE RÉCEPTION

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. 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 cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente publication constitue la deuxième partie, Règles pour les essais de réception, des recommandations de la C.E.I. concernant les turbines à vapeur.

La première édition de la Publication 46 de la C.E.I. Règles pour les essais de réception, a été publiée en 1931. Une annexe à cette publication, comportant des notes supplémentaires sur les « Appareils et méthodes de mesures » a été publiée en tant que Publication 46A de la C.E.I. en 1938. Depuis lors, la pratique des turbines à vapeur a fait de grands progrès en ce qui concerne l'application de pressions et de températures de vapeur plus élevées, de cycles de vapeur plus complexes, l'amélioration des méthodes et des appareils de mesure; l'exploitation des résultats d'essais, en particulier dans les cas les plus complexes, a exigé des prescriptions plus poussées de façon à assurer un degré de précision plus élevé. Pour tenir compte de cette évolution, le Comité d'Etudes N° 5, Turbines à vapeur, a révisé les Publications 46 et 46A lors de réunions tenues à Philadelphie en 1954, à Munich en 1956 et à Londres en 1959.

A la suite de la réunion de Londres, un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1960.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

| | |
|-----------------------|-------------|
| Allemagne | Italie |
| Autriche | Japon |
| Belgique | Pays-Bas |
| Danemark | Roumanie |
| Etats-Unis d'Amérique | Royaume-Uni |
| France | Suède |
| Hongrie | Suisse |

Le vœu est exprimé que, dans leur forme révisée, ces Règles pour les essais de réception puissent rendre service à l'industrie des turbines à vapeur dans le monde entier.

La première partie des recommandations de la C.E.I. pour les turbines à vapeur figure dans la Publication 45 de la C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RECOMMENDATIONS FOR STEAM TURBINES

Part 2 — RULES FOR ACCEPTANCE TESTS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. 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 this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This publication contains the second part, Rules for Acceptance Tests, of the I.E.C. Recommendations for Steam Turbines.

The first edition of I.E.C. Publication 46: Rules for Acceptance Tests, was issued in 1931. An appendix to this publication containing supplementary notes on "Instruments and Methods of Measurement" was issued as I.E.C. Publication 46A, in 1938. Since that time Steam Turbine practice has made great progress in the application of higher steam pressures, higher steam temperatures and more complicated steam cycles, in improved methods of measurement and improved measuring instruments; evaluation of test results particularly in the more complicated cases required more involved provisions to secure high degree of precision. To meet these developments Technical Committee No. 5, Steam Turbines, has revised Publication 46 and 46A at meetings held in Philadelphia in 1954, Munich in 1956 and London in 1959.

Following the London meeting, a draft text was submitted to the National Committees for approval under the Six Month Rule in March 1960.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

| | |
|---------|--------------------------|
| Austria | Japan |
| Belgium | Netherlands |
| Denmark | Romania |
| France | Sweden |
| Germany | Switzerland |
| Hungary | United Kingdom |
| Italy | United States of America |

It is hoped that the revised Rules for Acceptance Tests will benefit the steam turbine industry all over the world.

Part I of the I.E.C. Recommendations for Steam Turbines is contained in I.E.C. Publication 45.

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES TURBINES A VAPEUR

Deuxième partie — RÈGLES POUR LES ESSAIS DE RÉCEPTION

SECTION UN — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

1. Objet

L'objet des essais de réception des turbines à vapeur consiste à vérifier toute garantie fournie par le constructeur de l'installation. Ces essais sont en général effectués pour vérifier les garanties portant sur un ou plusieurs des objets indiqués ci-dessous et il n'est indispensable de recourir qu'aux observations et mesures jugées nécessaires à cette fin.

- a) Puissance.
- b) Consommation spécifique de vapeur ou de chaleur ou débit de vapeur.
- c) Réglage de la vitesse.
- d) Fonctionnement du régulateur de sécurité.

2. Domaine d'application

Les présentes règles concernent la conduite des essais et le calcul de leurs résultats pour les turbines des types suivants:

- a) Turbines à condensation à détente complète dans lesquelles toute la vapeur est admise à une seule pression et s'échappe à une pression inférieure à celle de l'atmosphère et maintenue par un condenseur.
- b) Turbines à condensation analogues à a), mais dans lesquelles la vapeur est resurchauffée après détente partielle.
- c) Turbines à condensation analogues à a), mais fonctionnant suivant un cycle à récupération de chaleur, c'est-à-dire dans lesquelles de la vapeur est soutirée d'un ou plusieurs étages, uniquement dans le but de réchauffer l'eau d'alimentation de l'unité elle-même. Cette classe peut aussi comprendre des turbines qui fournissent de la vapeur de soutirage pour réchauffer l'eau d'appoint, ainsi que pour alimenter des évaporateurs et dégazeurs faisant fonction de réchauffeurs d'eau d'alimentation.
- d) Turbines à condensation analogues à a), mais comportant à la fois les caractéristiques spéciales décrites en b) et c).
- e) Turbines sans condensation et turbines à contre-pression, dans lesquelles toute la vapeur est admise à une seule pression, et dans lesquelles toute la vapeur d'échappement est utilisée dans d'autres appareils ou évacuée à l'air libre.
- f) Turbines à condensation dont on extrait la vapeur à une ou plusieurs pressions, pour des besoins extérieurs au cycle de vapeur (turbines à extraction et à condensation).
- g) Turbines analogues à e), si ce n'est qu'on en extrait de la vapeur à une ou plusieurs pressions pour des besoins extérieurs au cycle de vapeur (turbines à extraction sans condensation).
- h) Turbines à condensation dans lesquelles on admet de la vapeur à plus d'une pression et dans lesquelles toute la vapeur sort à une seule pression maintenue par le condenseur (turbines à condensation à plusieurs pressions).
- i) Turbines analogues à h), si ce n'est qu'on en extrait de la vapeur à une ou plusieurs pressions pour des besoins extérieurs au cycle de vapeur (turbines à extraction à condensation à plusieurs pressions).

Note: Les turbines e), f), g), h) et i) peuvent être disposées pour fonctionner en cycle à soutirage de vapeur.

RECOMMENDATIONS FOR STEAM TURBINES

Part 2 — RULES FOR ACCEPTANCE TESTS

SECTION ONE — OBJECT AND SCOPE

1. Object

The purpose of acceptance tests of steam turbines is to verify any guarantees given by the manufacturer of the plant. Such tests will generally be carried out to verify guarantees regarding one or more of the following objects and only such observations and measurements need be taken as are necessary for this purpose:

- a) Capacity.
- b) Steam or heat rate or steam flow.
- c) Speed regulation.
- d) Emergency governor operation.

2. Scope

These rules provide for the conduct of tests and for the computation of the results for turbines of the following types:

- a) Complete expansion condensing turbines in which all of the steam enters at one pressure and all of the steam leaves at a pressure less than that of the atmosphere and maintained by a condenser.
- b) Condensing turbines similar to *a*), except that the steam is reheated after partial expansion.
- c) Condensing turbines similar to *a*), but operating on a regenerative cycle, i.e. steam being bled from one or more stages solely for heating the unit's own feedwater. This class may also include turbines that supply bled steam for heating make-up feedwater, also evaporators and de-aerators serving as feedwater heaters.
- d) Condensing turbines similar to *a*), but provided with both the special features described in *b*) and *c*).
- e) Non-condensing and back pressure turbines in which all steam enters at one pressure and all the exhaust steam is used in other devices or discharged into the atmosphere.
- f) Condensing turbines from which steam is extracted at one or more pressure for extraneous purposes (condensing extraction turbines).
- g) Turbines similar to *e*), except that steam is extracted at one or more pressures for extraneous purposes (non-condensing extraction turbines).
- h) Condensing turbines in which the steam is admitted at more than one pressure and all the steam leaves at one pressure maintained by the condenser (condensing mixed pressure turbines).
- i) Turbines similar to *h*), except that steam is extracted at one or more pressures for extraneous purposes (condensing mixed pressure extraction turbines).

Note: Turbines *e*), *f*), *g*), *h*) and *i*) may be arranged for operation on a regenerative cycle.

3. Autres types de turbines

Les règles applicables aux autres types de turbines à vapeur doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur avant la signature du contrat.

SECTION DEUX — TERMES, SYMBOLES, DÉFINITIONS ET UNITÉS CORRESPONDANTS

4. Symboles, définitions et unités

Pour le but de ces Règles, les symboles, définitions et unités suivantes doivent être employées: (voir figure 1, page 84).

| Point | Terme | Symbole | Définition | Unité |
|-------|--|---------|--|--|
| 1 | Puissance de l'alternateur | P_b | Puissance aux bornes de l'alternateur | kW |
| 2 | Puissance auxiliaire | P_a | Puissance absorbée par les auxiliaires de la turbine et de l'alternateur, qui ne sont pas entraînés par la turbine (voir article 2 de la Publication 45, 1958, de la C.E.I. et article 28 ci-après). | kW |
| 3 | Puissance nette électrique | P_g | Puissance nette $P_g = P_b - P_a$ | kW |
| 4 | Puissance nette à l'accouplement | P_c | Puissance mesurée à l'accouplement de la turbine diminuée de la puissance absorbée par les auxiliaires de la turbine entraînés séparément (voir article 26 b)). | kW |
| 5 | Puissance interne | P_i | Puissance fournie au rotor à l'intérieur du corps de turbine. | kW |
| 6 | Débit initial de vapeur | M_1 | Débit de vapeur vive pénétrant dans la turbine par la vanne d'arrêt y compris tous débits de vapeur vive fournis aux tiges de vanes, joints à labyrinthes ou pistons d'équilibrage. | kg/h lb/h |
| 7 | Pression initiale de vapeur | p_1 | Pression du côté du générateur de vapeur, immédiatement en amont de la ou des vanes d'arrêt lorsque celles-ci font partie de la fourniture de la turbine, ou en amont du filtre de vapeur, seulement si ce dernier est contigu ou combiné à la vanne d'arrêt et est compris dans le contrat de la turbine. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 8 | Température initiale de vapeur | t_1 | Température du côté du générateur de vapeur mesurée en un point aussi voisin que possible de celui où est mesurée la pression initiale. | °C °F |
| 9 | Enthalpie initiale de la vapeur | H_1 | D'après les tables de vapeur et les mesures des points 7 et 8. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 10* | Débit de la vapeur vers le resurchauffeur | M_2 | Débit de la vapeur allant de la turbine au resurchauffeur. | kg/h lb/h |
| 11* | Pression de la vapeur à la sortie de la turbine, allant vers le resurchauffeur | p_2 | Pression mesurée à la bride de sortie de la turbine vers le resurchauffeur. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |

3. Other types of turbines

Rules governing other types of steam turbines shall be agreed upon by manufacturer and purchaser before the contract is signed.

SECTION TWO — TERMS, THEIR SYMBOLS, DEFINITIONS AND UNITS

4. Symbols, definitions and units

For the purposes of these Rules the following symbols, definitions and units shall be used: (see Figure 1, page 85).

| Item | Term | Symbol | Definition | Unit |
|------|--|--------|--|--|
| 1 | Generator power | P_b | The power at the generator terminals | kW |
| 2 | Auxiliary power | P_a | The power taken by the turbine and generator auxiliaries not driven by the turbine (see Clause 2 of I.E.C. Publication 45 (1958), and Clause 28 which follows). | kW |
| 3 | Net electrical power | P_g | Net power $P_g = P_b - P_a$ | kW |
| 4 | Net power at the coupling | P_c | The power measured at the turbine coupling less power required by turbine auxiliaries if driven separately (see Clause 26 b)). | kW |
| 5 | Internal power | P_i | The power delivered to the turbine rotor inside of the casing. | kW |
| 6 | Initial steam flow | M_1 | The flow of live steam entering the turbine stop valve including any live steam supplied to valve stems, glands or balance pistons. | kg/h lb/h |
| 7 | Initial steam pressure | p_1 | The pressure at the steam generator side of and directly preceding the stop valve or valves included in the turbine contract and also preceding the steam strainer only if this is contiguous or combined with the stop valve and is included in the turbine contract. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 8 | Initial steam temperature | t_1 | The temperature at the steam generator side of the turbine stop valve as close as possible to the point of the initial steam pressure measurement. | °C °F |
| 9 | Enthalpy of initial steam supply | H_1 | From steam tables and measurements of items 7 and 8. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 10* | Flow of steam to the reheater | M_2 | The flow of steam from the turbine to the reheater. | kg/h lb/h |
| 11* | Steam pressure at turbine outlet leading to the reheater | p_2 | The pressure measured at the flange of the turbine outlet to the reheater. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |

| Point | Terme | Symbole | Définition | Unité |
|-------|---|----------|--|---|
| 12* | Température de la vapeur à la sortie de la turbine, allant vers le resurchauffeur | t_2 | Température mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_2 . | °C °F |
| 13* | Enthalpie de la vapeur à la sortie de la turbine, allant vers le resurchauffeur | H_2 | D'après les tables de vapeur et les mesures des points 11 et 12. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 14* | Débit de vapeur provenant du resurchauffeur et réadmis dans la turbine | M_3 | Débit de la vapeur resurchauffée allant du resurchauffeur vers la turbine. | kg/h lb/h |
| 15* | Pression de la vapeur provenant du resurchauffeur à la rentrée dans la turbine | p_3 | Pression de la vapeur resurchauffée mesurée à l'entrée des vannes d'arrêt et/ou des soupapes de modération. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 16* | Température de la vapeur provenant du resurchauffeur à la rentrée dans la turbine | t_3 | Température de la vapeur resurchauffée, mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_3 . | °C °F |
| 17* | Enthalpie de la vapeur provenant du resurchauffeur | H_3 | D'après les tables de vapeur et les mesures des points 15 et 16. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 18* | Débit d'eau de désurchauffe dans le système de resurchauffe | M_{ir} | Débit de l'eau de désurchauffe pénétrant dans le système de resurchauffe pour le réglage de la température de vapeur. | kg/h lb/h |
| 19* | Pression d'eau de désurchauffe dans le système de resurchauffe | p_{ir} | Pression initiale de l'eau de désurchauffe mesurée à la sortie du système d'eau d'alimentation. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 20* | Température de l'eau de désurchauffe dans le système de resurchauffe | t_{ir} | Température initiale de l'eau de désurchauffe mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_{ir} . | °C °F |
| 21* | Enthalpie de l'eau de désurchauffe dans le système de resurchauffe | h_{ir} | D'après les tables ou diagrammes pour l'eau sous pression et les mesures des points 19 et 20. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 22 | Etat de la vapeur | x | Pourcentage de vapeur saturée sèche rapporté à la vapeur humide. | pour cent |
| 23 | Débit de vapeur d'échappement | M_4 | Débit de la vapeur passant par l'échappement de la turbine. | kg/h lb/h |
| 24 | Pression de la vapeur d'échappement | p_4 | Pression moyenne absolue de la vapeur à la bride d'échappement de la turbine. Pression absolue = lecture du baromètre diminuée du vide mesuré. Pression absolue en mm Hg à 0°C × 0,001 36 = pression absolue en kg/cm ² . Pression absolue en pouces Hg à 32°F × 0,4912 = pression absolue en lb/in ² . | mm Hg à 0°C in Hg à 32°F kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 25 | Température de la vapeur d'échappement | t_4 | Température moyenne de la vapeur d'échappement à la bride d'échappement de la turbine. | °C °F |

| Item | Term | Symbol | Definition | Unit |
|------|--|----------|--|---|
| 12* | Steam temperature at turbine outlet leading to the reheater | t_2 | The temperature measured as close as possible to the point at which the pressure p_2 is measured. | °C °F |
| 13* | Enthalpy of steam at the turbine outlet to the reheater | H_2 | From steam tables and measurements of items 11 and 12. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 14* | Flow of steam re-entering the turbine from the reheater | M_3 | The flow of reheated steam from the reheater to the turbine. | kg/h lb/h |
| 15* | Pressure of steam re-entering the turbine from the reheater | p_3 | The pressure of reheated steam measured at the inlet to the reheat stop valves and/or intercept valves. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 16* | Temperature of steam re-entering the turbine from the reheater | t_3 | The temperature of reheated steam measured as close as possible to the point at which the steam pressure p_3 is measured. | °C °F |
| 17* | Enthalpy of steam returned from the reheater | H_3 | From steam tables and measurements of items 15 and 16. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 18* | Desuperheating water flow into reheater system | M_{ir} | The flow of the desuperheating water into reheater system for regulation of the steam temperature. | kg/h lb/h |
| 19* | Pressure of desuperheating water into reheater system | p_{ir} | The initial pressure of the desuperheating water measured at its outlet from the feedwater system. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 20* | Temperature of desuperheating water into reheater system | t_{ir} | The temperature of the desuperheating water measured as close as possible to the point of measurement of p_{ir} . | °C °F |
| 21* | Enthalpy of desuperheating water into reheater system | h_{ir} | From tables or charts for compressed water and measurements of items 19 and 20. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 22 | Quality of steam | x | Percentage of dry saturated steam in the wet steam. | per cent |
| 23 | Exhaust steam flow | M_4 | The flow of exhaust steam through the turbine exhaust. | kg/h lb/h |
| 24 | Exhaust steam pressure | p_4 | The mean absolute pressure of the steam at the turbine exhaust flange. Abs. pressure = Barometer reading less measured vacuum. Abs. pressure mm Hg at 0°C × 0.001 36 = abs. pressure kg/cm ² . Abs. pressure in Hg at 32°F × 0.4912 = abs. pressure lb/in ² . | mm Hg at 0°C in Hg at 32°F kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 25 | Exhaust steam temperature | t_4 | The mean temperature of the exhaust steam at the turbine exhaust flange. | °C °F |

| Point | Terme | Symbole | Définition | Unité |
|-------|--|----------|--|--|
| 26 | Enthalpie de la vapeur d'échappement | H_4 | Enthalpie de la vapeur ou du mélange de vapeur et d'eau à la bride d'échappement de la turbine. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 27 | Enthalpie de l'eau saturée à la pression d'échappement | h_4 | Enthalpie de l'eau saturée à la température de saturation correspondant à la pression d'échappement p_4 , d'après les tables de vapeur et les mesures du point 24. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 28 | Température de l'eau condensée à l'évacuation du condenseur | t_5 | Température mesurée à l'évacuation du condenseur. | °C °F |
| 29 | Enthalpie de l'eau condensée à l'évacuation du condenseur | h_5 | D'après les tables de vapeur et les mesures du point 28. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 30 | Débit d'eau condensée | M_5 | Débit de l'eau condensée y compris le retour des purges mais non compris les fuites du condenseur. | kg/h lb/h |
| 31 | Débit d'eau condensée | M_{5w} | Débit de l'eau condensée y compris le retour des purges et les fuites du condenseur. | kg/h lb/h |
| 32 | Pression d'eau condensée à la sortie du dernier réfrigérant | p_b | Pression de l'eau condensée après passage par la pompe d'extraction et les réfrigérants (d'huile, de gaz/air) de l'alternateur figurant au contrat de la turbine. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 33 | Température de l'eau condensée à la sortie du dernier réfrigérant | t_b | Température mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_b . | °C °F |
| 34 | Enthalpie de l'eau condensée à la sortie du dernier réfrigérant | h_b | D'après les tables ou diagrammes pour l'eau sous pression et les mesures des points 32 et 33. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 35 | Pression d'eau condensée à la sortie du refroidisseur de purge | p_d | Pression de l'eau condensée mesurée à la sortie du refroidisseur de purge. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 36 | Température de l'eau condensée à la sortie du refroidisseur de purge | t_d | Température mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_d . | °C °F |
| 37 | Enthalpie de l'eau condensée à la sortie du refroidisseur de purge | h_d | D'après les tables ou diagrammes pour l'eau sous pression et les mesures des points 35 et 36. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 38 | Pression d'eau condensée à la sortie du condenseur de l'éjecteur d'air | p_a | Pression de l'eau condensée mesurée à la sortie du condenseur de l'éjecteur d'air. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 39 | Température de l'eau condensée à la sortie du condenseur de l'éjecteur d'air | t_a | Température mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_a . | °C °F |
| 40 | Enthalpie de l'eau condensée à la sortie du condenseur de l'éjecteur d'air | h_a | D'après les tables ou diagrammes pour l'eau sous pression et les mesures des points 38 et 39. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |

| Item | Term | Symbol | Definition | Unit |
|------|--|----------|---|--|
| 26 | Enthalpy of exhaust steam | H_4 | Enthalpy of steam or mixtures of steam and water at the turbine exhaust flange. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 27 | Enthalpy of saturated water at exhaust pressure | h_4 | Enthalpy of saturated water at the saturation temperature corresponding to the exhaust pressure p_4 from steam tables and measurement of item 24. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 28 | Condensate temperature at condenser discharge | t_5 | The temperature measured at condenser discharge. | °C °F |
| 29 | Enthalpy of condensate at condenser discharge | h_5 | From steam tables and measurement of item 28. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 30 | Condensate flow | M_5 | The flow of condensate including returned drains but excluding condenser leakage. | kg/h lb/h |
| 31 | Condensate flow | M_{5w} | The flow of condensate including returned drains and condenser leakage. | kg/h lb/h |
| 32 | Pressure of condensate at outlet of the last cooler | p_b | Pressure of the condensate after it has passed through the extraction pump and the coolers (oil, generator gas/air) included in the turbine contract. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 33 | Temperature of condensate at outlet of the last cooler | t_b | Temperature measured as close as possible to the point at which the pressure p_b is measured. | °C °F |
| 34 | Enthalpy of condensate at outlet of the last cooler | h_b | From tables or charts for compressed water and measurements of items 32 and 33. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 35 | Pressure of condensate at outlet of the drain cooler | p_d | Pressure of condensate measured at the outlet of the drain cooler. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 36 | Temperature of condensate at outlet of the drain cooler | t_d | Temperature measured as close as possible to the point at which the pressure p_d is measured. | °C °F |
| 37 | Enthalpy of condensate at outlet of the drain cooler | h_d | From tables or charts for compressed water and measurements of items 35 and 36. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 38 | Pressure of condensate at outlet of air ejector condenser | p_a | Pressure of condensate measured at outlet of air ejector condenser. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 39 | Temperature of condensate at outlet of air ejector condenser | t_a | Temperature measured as close as possible to the point at which the pressure p_a is measured. | °C °F |
| 40 | Enthalpy of condensate at outlet of air ejector condenser | h_a | From tables or charts for compressed water and measurements of items 38 and 39. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |

| Point | Terme | Symbole | Définition | Unité |
|-------|--|---------|---|--|
| 41* | Débit d'eau d'alimentation entrant dans la pompe alimentaire | M_6 | Débit de l'eau d'alimentation à l'aspiration d'une quelconque pompe alimentaire. | kg/h lb/h |
| 42* | Pression d'entrée dans la pompe alimentaire | p_6 | Pression mesurée à l'entrée d'une quelconque pompe alimentaire. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 43* | Température d'entrée dans la pompe alimentaire | t_6 | Température de l'eau d'alimentation mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_6 . | °C °F |
| 44* | Enthalpie de l'eau à l'entrée de la pompe alimentaire | h_6 | D'après les tables ou diagrammes pour l'eau sous pression et les mesures des points 42 et 43. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 45* | Débit d'eau d'alimentation sortant de la pompe alimentaire | M_7 | Débit de l'eau d'alimentation refoulée par une quelconque pompe alimentaire. | kg/h lb/h |
| 46* | Pression de refoulement de la pompe alimentaire | p_7 | Pression mesurée au refoulement d'une quelconque pompe alimentaire. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 47* | Température de refoulement de la pompe alimentaire | t_7 | Température mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_7 . | °C °F |
| 48* | Enthalpie de l'eau au refoulement de la pompe alimentaire | h_7 | D'après les tables ou diagrammes pour l'eau sous pression et les mesures des points 46 et 47. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 49 | Débit d'eau d'alimentation à la sortie du réchauffeur final | M_9 | Débit de l'eau d'alimentation sortant du réchauffeur final d'eau d'alimentation. | kg/h lb/h |
| 50 | Pression d'eau d'alimentation à la sortie du réchauffeur final | p_9 | Pression mesurée à la sortie du réchauffeur final d'eau d'alimentation. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 51 | Température d'eau d'alimentation à la sortie du réchauffeur final | t_9 | Température mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_9 . | °C °F |
| 52 | Enthalpie de l'eau d'alimentation à la sortie du réchauffeur final | h_9 | D'après les tables ou diagrammes pour l'eau sous pression et les mesures des points 50 et 51. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 53 | Débit de vapeur fournie aux joints à labyrinthes | M_g | Débit de la vapeur fournie aux joints à labyrinthes par une source séparée. | kg/h lb/h |
| 54 | Pression de vapeur fournie aux joints à labyrinthes | p_g | Pression de la vapeur fournie aux joints à labyrinthes. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 55 | Température de vapeur fournie aux joints à labyrinthes | t_g | Température de la vapeur fournie aux joints à labyrinthes. | °C °F |
| 56 | Enthalpie de la vapeur fournie aux joints à labyrinthes | H_g | D'après les tables de vapeur et les mesures des points 54 et 55. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 57 | Débit d'eau d'appoint | M_m | Débit d'eau admis dans le système d'eau condensée ou un évaporateur pour compenser les fuites. | kg/h lb/h |

| Item | Term | Symbol | Definition | Unit |
|------|---|--------|---|--|
| 41* | Feed water flow into feed pump | M_6 | The flow of feed water into any feed pump. | kg/h lb/h |
| 42* | Feed pump inlet pressure | p_6 | The pressure measured at the inlet of any feed pump. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 43* | Feed pump inlet temperature | t_6 | The temperature of the feed water measured as close as possible to the point at which the pressure p_6 is measured. | °C °F |
| 44* | Enthalpy of water at inlet to feed pump | h_6 | From tables or charts for compressed water and measurements of items 42 and 43. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 45* | Feed water flow from feed pump | M_7 | The flow of feed water discharged from any feed pump. | kg/h lb/h |
| 46* | Feed pump discharge pressure | p_7 | The pressure measured at the discharge of any feed pump. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 47* | Feed pump discharge temperature | t_7 | The temperature measured as close as possible to the point at which the pressure p_7 is measured. | °C °F |
| 48* | Enthalpy of water at discharge from feed pump | h_7 | From tables or charts for compressed water and measurements of items 46 and 47. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 49 | Feed water flow from the final feed water heater | M_9 | The flow of feed water discharged from final feed water heater. | kg/h lb/h |
| 50 | Pressure of feed water at discharge from the final feed water heater. | p_9 | The pressure measured at the outlet of the final feed water heater. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 51 | Temperature of feed water at discharge from the final feed heater | t_9 | The temperature measured as close as possible to the point at which the pressure p_9 is measured. | °C °F |
| 52 | Enthalpy of feed water at discharge from the final feed water heater | h_9 | From tables or charts for compressed water and measurements of items 50 and 51. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 53 | Flow of gland supply steam | M_g | The flow of steam supplied to glands from a separate source. | kg/h lb/h |
| 54 | Pressure of gland supply steam | p_g | The pressure of steam supplied to glands. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 55 | Temperature of gland supply steam | t_g | The temperature of steam supplied to glands. | °C °F |
| 56 | Enthalpy of gland supply steam | H_g | From steam tables, and measurements of items 54 and 55. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 57 | Flow of make-up feed | M_m | The flow of water admitted to the condensate system or an evaporator for make-up feed. | kg/h lb/h |

| Point | Terme | Symbole | Définition | Unité |
|-------|---|----------|---|---|
| 58 | Pression d'entrée de l'eau d'appoint | p_m | Pression de l'eau d'appoint mesurée au voisinage de la bride d'entrée dans le circuit d'eau condensée ou un évaporateur. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 59 | Température d'entrée de l'eau d'appoint | t_m | Température de l'eau d'appoint mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_m . | °C °F |
| 60 | Enthalpie d'entrée de l'eau d'appoint | h_m | D'après les tables ou diagrammes pour l'eau sous pression et les mesures des points 58 et 59. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 61 | Débit des fuites de vapeur retournant des joints à labyrinthes au système | M_{gl} | Débit des fuites de vapeur retournant des joints à labyrinthes et tiges de soupapes au système et comprises dans la mesure du débit initial de vapeur. | kg/h lb/h |
| 62 | Enthalpie des fuites de vapeur retournant des joints à labyrinthes au système | H_{gl} | Enthalpie des fuites de vapeur M_{gl} dans le collecteur extérieur dans lequel se mélangent tous les débits partiels. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 63 | Débit des fuites externes de vapeur des joints à labyrinthes etc., à l'entrée ou avant le resurchauffeur | M_q | Débit de vapeur mesuré sur un ou plusieurs tuyaux d'échappement de joints à labyrinthes et tiges de soupapes, à l'extrémité d'entrée ou avant un resurchauffeur, cette vapeur étant perdue ou employée pour tout usage étranger à la turbine en essai et n'étant fournie, de même que sa chaleur, à aucune portion du cycle de vapeur de la turbine. | kg/h lb/h |
| 64 | Débit des fuites externes de vapeur des joints à labyrinthes, etc., qui reçoivent de la vapeur d'aval d'un resurchauffeur | M_{qy} | Débit de vapeur mesuré sur un ou plusieurs tuyaux d'échappement de joints à labyrinthes et tiges de soupapes, qui reçoivent de la vapeur d'un point en aval d'un resurchauffeur, ce débit de vapeur étant perdu ou employé pour tout usage étranger à la turbine en essai et n'étant fourni, de même que sa chaleur, à aucune portion du cycle de vapeur de la turbine. | kg/h lb/h |
| 65 | Débit des fuites internes de vapeur des joints à labyrinthes et des pistons d'équilibrage qui by-passe le resurchauffeur | M_{qr} | Débit des fuites internes de vapeur provenant des joints à labyrinthes, pistons d'équilibrage, etc., cette vapeur by-passant le resurchauffeur mais rentrant dans le cycle en aval du resurchauffeur. | kg/h lb/h |
| 66 | Enthalpie des fuites externes de vapeur | H_q | Enthalpie des fuites de vapeur M_q ou M_{qy} dans le collecteur extérieur des fuites de vapeur dans lequel se mélangent tous les débits partiels. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 67 | Débit d'eau de refroidissement | M_w | Débit d'eau de refroidissement circulant à travers le condenseur. | kg/h lb/h |
| 68 | Température d'entrée de l'eau de refroidissement | t_{w1} | Température de l'eau de refroidissement fournie au condenseur. | °C °F |
| 69 | Température de sortie de l'eau de refroidissement | t_{w2} | Température de l'eau de refroidissement à la sortie du condenseur. | °C °F |
| 70 | Chaleur spécifique moyenne de l'eau de refroidissement | c_w | Chaleur spécifique de l'eau de refroidissement pour la moyenne des températures d'entrée et de sortie du condenseur. | kcal/kg deg C Btu/lb deg F kJ/kg deg C kJ/lb deg F |

| Item | Term | Symbol | Définition | Unit |
|------|---|----------|---|---|
| 58 | Feed make-up inlet pressure | p_m | The pressure of make-up water measured adjacent to the inlet flange of the condensate system or of the evaporator. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 59 | Feed make-up inlet temperature | t_m | The temperature of the make-up water measured as close as possible to the point at which the pressure p_m is measured. | °C °F |
| 60 | Enthalpy of feed make-up | h_m | From tables or charts for compressed water and measurements of items 58 and 59. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 61 | Flow of leak-off steam from glands returned to the system | M_{gl} | The flow of leak-off steam from glands and valve stems returned to the system and included in the measurement of the initial steam flow. | kg/h lb/h |
| 62 | Enthalpy of leak-off steam from glands returned to the system | H_{gl} | The enthalpy of the leak-off steam M_{gl} in the exterior collecting piping in which all partial flows are mixed. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 63 | Flow of extraneous leak-off steam from glands etc., at inlet end or before reheater | M_q | The flow of steam measured in one or more leak-off pipes from glands and valve stems at inlet end or before a reheater, which steam is led to waste or employed for any purpose extraneous to the turbine system under test and it or its heat is not delivered to any portion of the turbine cycle. | kg/h lb/h |
| 64 | Flow of extraneous leak-off steam from glands etc. that receive steam from downstream of a reheater | M_{qy} | The flow of steam measured in one or more leak-off pipes from glands and valve stems that receive steam from a point downstream of a reheater, which flow of steam is led to waste or employed for any purpose extraneous to the turbine system under test and it or its heat is not delivered to any portion of the turbine cycle. | kg/h lb/h |
| 65 | Flow of interior leak-off steam from glands and balance pistons which by-passes the reheater | M_{qr} | The flow of interior leak-off steam from glands, balance, pistons, etc., which steam by-passes the reheater but re-enters the turbine steam path downstream of the reheater. | kg/h lb/h |
| 66 | Enthalpy of extraneous leak-off steam | H_q | The enthalpy of the leak-off steam M_q or M_{qy} in the exterior collecting piping for leak-off in which all partial flows are mixed. | kcal/kg Btu/lb kJ/kg kJ/lb |
| 67 | Cooling water flow | M_w | The flow of cooling water through the condenser. | kg/h lb/h |
| 68 | Inlet cooling water temperatures | t_{w1} | The temperature of cooling water supplied to the condenser. | °C °F |
| 69 | Outlet cooling water temperature | t_{w2} | The temperature of cooling water leaving the condenser. | °C °F |
| 70 | Mean specific heat of cooling water | c_w | Specific heat of condenser cooling water at average of inlet and outlet temperatures. | kcal/kg deg C Btu/lb deg F kJ/kg deg C kJ/lb deg F |

| Point | Terme | Symbole | Définition | Unité |
|--|---|---------|---|--|
| 71 | Vitesse nominale | n_r | Vitesse de rotation à laquelle la turbine doit pouvoir fournir sa puissance maximale continue. | tr/min |
| 72 | Vitesse maximale en cas de perte de « pleine puissance » instantanée (Pour la définition de « pleine puissance » voir article 71 a)) | n_m | Vitesse momentanément atteinte en cas de suppression instantanée de la « pleine puissance », à vitesse nominale avec le régulateur normal de vitesse en action. | tr/min |
| 73 | Vitesse permanente à vide | n_o | Vitesse finalement atteinte en cas de suppression instantanée de la « pleine puissance » avec le régulateur normal de vitesse en action (voir article 71 a)). | tr/min |
| 74 | Vitesse de déclenchement de sécurité | n_e | Vitesse à laquelle le régulateur de vitesse de sécurité entre en action. | tr/min |
| <i>Compléments pour les turbines à extraction et à plusieurs pressions</i> | | | | |
| 75* | Pression de vapeur extraite de la turbine | p_e | Pression mesurée aussi près que possible de la bride de sortie de la turbine. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 76* | Température de la vapeur extraite de la turbine | t_e | Température mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_e . | °C °F |
| 77* | Débit de vapeur en un point d'extraction | M_e | Débit de la vapeur extraite à une extraction quelconque. | kg/h lb/h |
| 78* | Pression de la vapeur entrant dans la turbine à une pression inférieure à la pression initiale | p_i | Pression au point précédant immédiatement la vanne d'arrêt et précédant également le filtre de vapeur si celui-ci est combiné ou contigu à la vanne d'arrêt. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 79* | Température de la vapeur entrant dans la turbine à une pression inférieure à la pression initiale | t_i | Température mesurée aussi près que possible du point où l'on mesure la pression p_i correspondante. | °C °F |
| 80* | Débit de vapeur à une pression inférieure à la pression initiale | M_i | Débit de la vapeur entrant dans la turbine à une pression quelconque inférieure à la pression initiale. | kg/h lb/h |

* *Note:* Lorsqu'on utilise plus d'un resurchauffeur, plus d'une pompe ou plus d'un débit de vapeur, on peut ajouter au symbole un indice supplémentaire pour les distinguer du cas où il n'y a qu'un de ces éléments, par exemple:

$H_{3,1}$, $H_{3,2}$, ou $h_{7,1}$, $h_{7,2}$, ou $M_{e,1}$, $M_{e,2}$, etc.

| Item | Term | Symbol | Definition | Unit |
|--|---|--------|--|--|
| 71 | Rated speed | n_r | The speed for which the turbine is designed to operate at the maximum continuous output. | rev/min |
| 72 | Maximum speed when "full load" is dropped instantaneously (For "full load" see Clause 71 a)) | n_m | The speed momentarily reached when "full load" at rated speed is dropped instantaneously under normal governor control. | rev/min |
| 73 | Permanent no load speed | n_o | The speed finally attained after "full load" at rated speed is dropped instantaneously under normal governor control (see Clause 71 a)). | rev/min |
| 74 | Emergency trip speed | n_e | The speed at which the emergency governor trips. | rev/min |
| <i>Additional for extraction and mixed pressure turbines</i> | | | | |
| 75* | Pressure of steam extracted from the turbine | p_e | The pressure measured as near as possible to the outlet flange of the turbine. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 76* | Temperature of steam extracted from the turbine | t_e | The temperature measured as close as possible to the point of which the pressure p_e is measured | °C °F |
| 77* | Steam flow from any point of extraction | M_e | The flow of steam extracted from any outlet. | kg/h lb/h |
| 78* | Pressure of steam entering the turbine at any pressure lower than the initial pressure | p_i | The pressure at the point immediately preceding the stop valve and also preceding the steam strainer if this is combined with or contiguous to the stop valve. | kg/cm ² (abs) lb/in ² (abs) |
| 79* | Temperature of steam entering the turbine at any pressure lower than the initial pressure | t_i | The temperature measured as close as possible to the point at which the corresponding pressure p_i is measured. | °C °F |
| 80* | Flow of steam at any pressure lower than the initial pressure | M_i | The flow of steam into the turbine at any inlet at a pressure lower than the initial pressure. | kg/h lb/h |

* Note: Where more than one reheater or pump or steam flow is employed, an additional subscript may be attached to the symbols to distinguish them from simple units, e.g.

$H_{3,1}$, $H_{3,2}$, or $h_{7,1}$, $h_{7,2}$, or $M_{e,1}$, $M_{e,2}$, etc.

5. Consommation de vapeur, de chaleur et débit de vapeur

Les consommations spécifiques de vapeur ou de chaleur et les débits de vapeur pour les différents types de turbine sont définis comme suit:

| Point | Terme | Définition | Unité |
|---|--|---|-------------------------------|
| a) | Consommation spécifique de vapeur pour une turbine à détente complète, type a) | Consommation de vapeur par unité d'énergie produite correspondant à la quantité de vapeur fournie. | kg/kWh lb/kWh |
| b) | Consommation spécifique de chaleur pour une turbine à détente complète, type a) | $\frac{M_1 (H_1 - h_4)}{P_g \text{ ou } P_c}$ | kcal/kWh Btu/kWh kJ/kWh |
| c) | Consommation spécifique de chaleur pour une turbine à resurchauffe, type b) | $\frac{M_1 (H_1 - h_4) + M_2 (H_3 - H_2) + M_{ir} (H_3 - h_{ir})}{P_g \text{ ou } P_c}$ | kcal/kWh Btu/kWh kJ/kWh |
| <p><i>Note:</i> Lorsque le condenseur est compris dans le contrat de la turbine, on doit remplacer h_4 par h_5, ou, lorsqu'on ajoute de la chaleur à l'eau condensée entre le condenseur et la pompe alimentaire, on doit remplacer h_4 par h_6 dans les formules des points b) et c). (Voir articles 75 à 77.)</p> | | | |
| d) | Consommation spécifique de chaleur pour une turbine à soutirage, type c) | $\frac{M_1 H_1 - M_9 h_9}{P_g \text{ ou } P_c}$ où $M_9 = M_1 + M_{ii} - M_{io} + M_g + M_m$ | kcal/kWh Btu/kWh kJ/kWh |
| e) | Consommation spécifique de chaleur pour une turbine à soutirage et à resurchauffe, type d) | <p>α) si M_{ir} est soutiré de la sortie du réchauffeur final:</p> $\frac{M_1 H_1 - M_9 h_9 + M_2 (H_3 - H_2) + M_{ir} (H_3 - h_9)}{P_g \text{ ou } P_c}$ <p>où $M_9 = M_1 + M_{ii} - M_{io} + M_g + M_m$</p> <p>β) si M_{ir} est soutiré d'un point entre la pompe alimentaire et le réchauffeur final;</p> $\frac{M_1 H_1 - M_9 h_9 - M_{ir} h_{ir} + M_2 (H_3 - H_2) + M_{ir} (H_3 - h_{ir})}{P_g \text{ ou } P_c}$ <p>où $M_9 = M_1 + M_{ii} - M_{io} + M_g + M_m - M_{ir}$</p> | kcal/kWh Btu/kWh kJ/kWh |
| <p><i>Note:</i> Dans les formules du débit M_9, points d) et e), M_{ii} est le débit total des fuites entrant dans le cycle de la turbine et M_{io} est le débit total des fuites sortant du cycle de la turbine.</p> | | | |
| f) | Consommation spécifique de vapeur pour une turbine sans condensation ou à contre-pression, type e) | Elle correspond au débit de vapeur fournie à la turbine. | kg/kWh lb/kWh |
| g) | Débit de vapeur d'une turbine à extraction à condensation, type f) | Débit de la vapeur admise dans la turbine pour le(s) débit(s) d'extraction spécifié(s). | kg/h lb/h |
| h) | Débit de vapeur d'une turbine à extraction sans condensation, type g) | Débit de la vapeur admise dans la turbine pour le(s) débit(s) d'extraction spécifié(s). | kg/h lb/h |
| i) | Débit de vapeur d'une turbine à condensation à plusieurs pressions, type h) | Débit de la vapeur dans les conditions initiales pour le(s) débit(s) de vapeur spécifié(s) à pression(s) inférieure(s). | kg/h lb/h |
| j) | Débit de vapeur d'une turbine d'extraction à condensation à plusieurs pressions, type i) | Débit de la vapeur dans les conditions initiales pour le(s) débit(s) supplémentaire(s) spécifié(s) à pression(s) inférieure(s) et pour le(s) débit(s) spécifié(s) de vapeur d'extraction. | kg/h lb/h |

5. Steam rates, heat rates and steam flows

The steam rates, heat rates and steam flows for the different types of turbine are defined as follows:

| Item | Term | Definition | Unit |
|---|---|--|-------------------------------|
| a) | Steam rate for a complete expansion turbine, type a) | Steam consumption per unit output in which the turbine is charged with the steam flow supplied. | kg/kWh lb/kWh |
| b) | Heat rate for a complete expansion turbine, type a) | $\frac{M_1 (H_1 - h_4)}{P_g \text{ or } P_c}$ | kcal/kWh Btu/kWh kJ/kWh |
| c) | Heat rate for a reheating turbine, type b) | $\frac{M_1 (H_1 - h_4) + M_2 (H_3 - H_2) + M_{ir} (H_3 - h_{ir})}{P_g \text{ or } P_c}$ | kcal/kWh Btu/kWh kJ/kWh |
| <p>Note: When the condenser is included in the turbine contract h_5 shall be substituted for h_4 or when heat is added to the condensate between the condenser and the feed pump h_6 shall be substituted for h_4 in the formulae in items b) and c) (see Clauses 75-77).</p> | | | |
| d) | Heat rate for a regenerative turbine, type c) | $\frac{M_1 H_1 - M_9 h_9}{P_g \text{ or } P_c}$ where $M_9 = M_1 + M_{1i} - M_{1o} + M_g + M_m$ | kcal/kWh Btu/kWh kJ/kWh |
| e) | Heat rate for reheating regenerative turbine, type d) | <p>α) if M_{ir} is supplied from the discharge of the final feed water heater;</p> $\frac{M_1 H_1 - M_9 h_9 + M_2 (H_3 - H_2) + M_{ir} (H_3 - h_9)}{P_g \text{ or } P_c}$ <p>where $M_9 = M_1 + M_{1i} - M_{1o} + M_g + M_m$</p> <p>β) if M_{ir} is supplied from a point between the feed pump and the final feed water heater;</p> $\frac{M_1 H_1 - M_9 h_9 - M_{ir} h_{ir} + M_2 (H_3 - H_2) + M_{ir} (H_3 - h_{ir})}{P_g \text{ or } P_c}$ <p>where $M_9 = M_1 + M_{1i} - M_{1o} + M_g + M_m - M_{ir}$</p> | kcal/kWh Btu/kWh kJ/kWh |
| <p>Note: In the formulae of the flow M_9, items d) and e), M_{1i} is the total flow of leakages into the turbine cycle and M_{1o} is the total flow of leakages out of the turbine cycle.</p> | | | |
| f) | Steam rate for a non-condensing or back-pressure turbine, type e) | The turbine is charged with the steam flow supplied. | kg/kWh lb/kWh |
| g) | Steam flow of condensing extraction turbine, type f) | The flow of steam to turbine with specified extraction steam flow(s). | kg/h lb/h |
| h) | Steam flow of a non-condensing extraction turbine, type g) | The flow of steam to turbine with specified extraction steam flow(s). | kg/h lb/h |
| i) | Steam flow of a condensing mixed pressured turbine, type h) | The flow of steam at initial conditions with specified steam flow(s) at lower pressure conditions. | kg/h lb/h |
| j) | Steam flow of a condensing mixed pressure extraction turbine, type i) | The flow of steam at initial conditions with specified additional flow(s) at lower pressure conditions and with specified extraction steam flow(s). | kg/h lb/h |

SECTION TROIS — PRINCIPES DIRECTEURS

6. Points sur lesquels on doit obtenir un accord

a) Les parties intéressées aux essais doivent conclure avant les essais un accord sur l'interprétation des garanties et leurs détails essentiels, sur l'objet spécifique des essais, sur les méthodes d'essai et la façon d'y procéder.

b) Un accord doit intervenir sur les points tels que les moyens d'assurer la constance des conditions de vapeur et de charge, et sur la position des vannes manœuvrées à la main en connexion avec la turbine lorsque leur but n'est pas clairement défini par les garanties de fonctionnement.

c) La méthode d'étalonnage des appareils et le choix de l'organisme qui en est chargé doivent faire l'objet d'un accord.

d) Pour chacune des mesures nécessaires à un essai suivant les présentes règles, toute méthode autre que celles prescrites dans ces règles peut être employée, pourvu qu'elle ait fait l'objet d'un accord mutuel écrit entre les parties, mais toute dérogation aux méthodes prescrites doit être consignée avec précision dans le rapport d'essai. En l'absence d'accords écrits, ce sont les présentes règles qui forment la loi entre les parties.

e) Les présentes règles indiquent plusieurs méthodes pouvant être adoptées en variantes pour certains détails d'essai ou pour le calcul des résultats. Dans de tels cas, le rapport d'essai doit indiquer la variante appliquée.

f) Les parties intéressées à l'essai peuvent désigner une personne pour diriger l'essai et servir d'arbitre en cas de contestation sur l'exactitude des observations, des conditions ou des méthodes de conduite des essais.

g) Des représentants accrédités de l'acheteur et du constructeur peuvent être présents en tout temps pour vérifier que les essais sont conduits en conformité avec les présentes règles et avec les accords intervenus avant les essais.

h) Sauf spécification contraire du contrat, un essai de réception doit être effectué, si possible, immédiatement après la première mise en service industriel de la turbine. En tout cas, et sauf stipulation écrite contraire, l'essai de réception doit être effectué pendant la période de garantie spécifiée au contrat.

7. Tolérances

Les présentes règles ne contiennent aucune mention des tolérances ou marges applicables aux consommations de vapeur ou de chaleur garanties dans un contrat. Les résultats des essais doivent être indiqués tels qu'ils sont calculés d'après les observations faites aux essais, compte tenu de toutes corrections résultant de l'étalonnage des appareils.

8. Préparation d'un essai de réception

a) On doit contrôler si les condenseurs et réchauffeurs d'eau d'alimentation ne présentent pas de fuites et prendre des mesures pour éliminer toute fuite sensible.

Tous les raccordements non utilisés doivent être munis de joints pleins. En cas d'impossibilité de le faire, on doit les interrompre en un point approprié de façon que les sorties soient observées en permanence.

On doit s'assurer que toutes les précautions spécifiées dans la section quatre pour les mesures correspondantes sont prises.

Lorsque les garanties sont basées sur le débit d'eau de refroidissement et la température, le condenseur doit être propre et le circuit étanche à l'air.

SECTION THREE — GUIDING PRINCIPLES

6. Items on which agreement shall be reached

a) The parties to the tests shall reach before the tests an agreement as to the interpretation of the guarantees and their basic details, on the specific objects of the tests, on test methods and on method of operation.

b) Agreement shall be reached on such matters as the means of securing a constancy of steam conditions and output, and the disposition of manually operated valves in connection with the turbine when their purpose is not clear with reference to performance guarantees.

c) Agreement shall be reached as to the method of calibration of instruments and by whom.

d) For any of the measurements necessary for a test under these rules any methods may be employed other than those prescribed in these rules, provided they are mutually agreed upon in writing before the test by the parties to the test, but any departure from the prescribed methods shall be definitely described in the test report. In the absence of written agreements, the rules herein shall be mandatory.

e) Alternative methods are presented in these rules for certain details of the test and for deducing the results. In these instances, the test report shall state which alternative has been employed.

f) The parties to the test shall designate a person to direct the test and serve as arbitrator in the event of disputes as to the accuracy of observations, conditions, or methods of operation.

g) Accredited representatives of the purchaser and the manufacturer may at all times be present to verify that the tests are conducted in accordance with these rules and the agreements made prior to the tests.

h) Unless otherwise provided in the contract, an acceptance test shall be undertaken, if possible, immediately after the turbine is first put into commercial operation. In any event, except with written agreement to the contrary, the acceptance test shall take place within the guarantee period specified in the contract.

7. Tolerances

These rules do not include consideration of any overall tolerances or margins on steam or heat consumption guarantees written in a contract. The test results shall be reported as calculated from the test observations, due account being taken of any corrections resulting from the calibration of the instruments.

8. Preparation for an acceptance test

a) Condensers and feedwater heaters shall be checked for leakage and steps shall be taken to eliminate any significant leakage.

All unused connections shall be blanked-off. If this is not possible, the connections shall be broken at a suitable point so that the outlets shall be under constant observation.

Provision shall be made for all the precautions specified in Section Four for the respective measurements.

When the guarantees are based upon cooling water flow and temperature, the condenser shall be clean and the system shall be air-tight.

Tous les essais doivent être précédés d'une période de stabilisation de température et de débit, dont la durée doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées à l'essai, du fait qu'elle varie en général avec les dimensions de la turbine, les conditions intérieures et les variations de puissance.

b) Bien qu'il soit de pratique normale de s'assurer du fonctionnement satisfaisant de l'ensemble du système de régulation de vitesse au moyen d'essais systématiques, on doit prendre des mesures spéciales pour prouver que l'ensemble du système de régulation est en état de fonctionner de façon satisfaisante immédiatement avant tout essai impliquant une diminution ou une suppression instantanée de la charge de la turbine.

9. Essais préliminaires

Des essais préliminaires peuvent être effectués dans le but:

- a) de déterminer si la turbine est dans un état convenant à l'exécution d'un essai de réception;
- b) de vérifier les appareils de mesure;
- c) d'entraîner le personnel à l'exécution des essais.

Après qu'un essai préliminaire a été effectué, cet essai peut être considéré, sous réserve d'accord mutuel, comme un essai de réception.

Si les essais préliminaires ne sont pas satisfaisants, on doit en rechercher les causes et, si nécessaire, la turbine doit être mise à la disposition du constructeur de façon à lui permettre de l'examiner et de s'assurer qu'elle est en état de subir un essai de réception.

10. Constance des conditions d'essai

Toute grandeur dont la variation peut influencer sur le résultat de l'essai doit être rendue aussi constante que possible avant le début de l'essai, et être maintenue ainsi pendant toute la durée de l'essai, dans les limites des variations permises à l'article suivant.

11. Ecart maximal et fluctuations des conditions de fonctionnement

A moins d'accord contraire entre les parties, l'écart maximal admissible entre la valeur moyenne obtenue pendant l'essai et la valeur spécifiée pour chaque variable, et les fluctuations maximales admissibles pour chaque variable au cours d'un quelconque des essais ne doivent pas dépasser les limites prescrites ci-dessous.

| Variable | Ecart maximal admissible entre la moyenne de l'essai et la valeur spécifiée | Fluctuation maximale admissible à partir de la valeur moyenne obtenue au cours d'un essai quelconque |
|--------------------------------------|--|--|
| a) Pression initiale de la vapeur | ± 5 pour cent de la pression absolue | ± 2 pour cent de la pression absolue |
| b) Température initiale de la vapeur | ± 8°C ou 15°F | ± 6°C ou 10°F |
| c) Pression d'échappement | Turbine à condensation: + 25 pour cent de la pression absolue - 10 pour cent de la pression absolue Turbine sans condensation: ± 5 pour cent de la pression absolue | ± 5 pour cent de la pression absolue ± 2 pour cent de la pression absolue |
| d) Vitesse | ± 2 pour cent | ± 1 pour cent |
| e) Facteur de puissance | de l'unité à 0,05 au-dessous du facteur de puissance spécifié <i>Exemple:</i> le facteur de puissance spécifié est de 0,90: le facteur de puissance est compris entre 1,00 et 0,85 | ± 0,05 |

All tests shall be preceded by a period of temperature and flow stabilization, the duration of which shall be agreed upon by the parties to the test, since it will vary with the size of the turbine, the internal conditions and the changes of load.

b) While it is normal practice to ensure the satisfactory performance of the whole governing system by systematic testing, steps shall be taken to demonstrate that the whole governing system is in satisfactory working condition immediately before any tests involving partial or complete instantaneous unloading of the turbine.

9. Preliminary tests

Preliminary tests may be run for the purpose of:

- a) Determining whether the turbine is in a suitable condition for the conduct of an acceptance test.
- b) Checking all instruments.
- c) Training personnel in test procedure.

After a preliminary test is made, if mutually agreed, this test may be considered an acceptance test.

If the preliminary tests are unsatisfactory, the causes shall be investigated and, if necessary, the turbine shall be placed at the disposal of the manufacturer so that the latter may examine it and ascertain that it is in a suitable condition for an acceptance test.

10. Constancy of test conditions

Any condition, the variation of which may influence the results of the test, shall be caused to become as nearly constant as possible before the test begins, and shall be so maintained throughout the test within the permissible variations of the following clause.

11. Maximum deviation and fluctuation in operating conditions

Except upon agreement to the contrary by the parties to the test, the maximum permissible deviation of the average test condition for each variable from that specified and the maximum permissible fluctuation of the variable during any one test run, shall not exceed the limit prescribed hereunder.

| Variable | Maximum permissible deviation of the average of the test from that specified | Maximum permissible fluctuation from the average during any one test run |
|------------------------------|---|--|
| a) Initial steam pressure | ± 5 per cent of absolute pressure | ± 2 per cent of absolute pressure |
| b) Initial steam temperature | ± 8°C or 15°F | ± 6°C or 10°F |
| c) Exhaust pressure | Condensing turbine: + 25 per cent of absolute pressure — 10 per cent of absolute pressure Non-condensing turbine: ± 5 per cent of absolute pressure | ± 5 per cent of absolute pressure ± 2 per cent of absolute pressure |
| d) Speed | ± 2 per cent | ± 1 per cent |
| e) Power factor | From unity to 0.05 below the rated power factor <i>Example:</i> Rated power factor is 0.90; The power factor is between 1.00 to 0.85 | ± 0.05 |

| Variable | Ecart maximal admissible entre la moyenne de l'essai et la valeur spécifiée | Fluctuation maximale admissible à partir de la valeur moyenne obtenue au cours d'un essai quelconque |
|---|--|--|
| f) Tension | ± 5 pour cent | ± 2 pour cent |
| g) Puissance ramenée à la valeur correspondant aux conditions spécifiées | ± 5 pour cent | ± 3 pour cent |
| h) Température de réadmission de la vapeur resurchauffée pour les turbines type b) et d) | ± 8°C ou 15°F | ± 6°C ou 10°F |
| i) Température de l'eau d'alimentation à la sortie du réchauffeur final pour les turbines type c) et d) | ± 10°C ou 18°F | |
| j) Débit d'eau d'appoint fourni au système d'eau condensée ou à l'évaporateur pour les turbines type c) et d) | ± 20 pour cent du débit d'eau d'appoint spécifié lorsque la consommation spécifique de chaleur tient compte de l'eau d'appoint | ± 10 pour cent du débit spécifié d'eau d'appoint |
| k) Température de l'eau d'appoint fournie au système d'eau condensée ou à l'évaporateur pour les turbines type c) et d) | ± 5°C ou 9°F | |
| <i>Lorsque le condenseur est compris dans la garantie</i> | | |
| l) Température d'entrée de l'eau de refroidissement | ± 5°C ou 9°F | ± 1°C ou 2°F |
| m) Débit d'eau de refroidissement | ± 10 pour cent | |

12. Conduite des essais

a) Les essais sont conduits de façon à montrer comment les consommations et le fonctionnement se comparent avec la spécification des garanties. L'étendue du programme d'essai doit donc être suffisante pour la constatation des consommations et du fonctionnement à la satisfaction des deux parties. En établissant le programme, il convient de se rappeler que :

- α) les essais effectués à « pleine ouverture » des soupapes correspondent aux meilleures consommations;
- β) les puissances et débits à « pleine ouverture » des soupapes n'auront probablement pas les valeurs exactes escomptées par le constructeur, de sorte que :
- γ) on doit choisir les points d'essai de façon à pouvoir donner l'occasion au constructeur de montrer et à l'acheteur de connaître comment se présente la consommation par rapport à celle qui est garantie.

Note: Le point de « pleine ouverture » de la soupape « n » est le point pour lequel la soupape « n + 1 » commence à se soulever pour toute course supplémentaire de la commande dans le sens de l'ouverture.

b) Les soupapes de tuyères ou de by-pass manœuvrées à la main, s'il en existe, doivent être dans la position prévue par la garantie. Si le contrat ou la spécification ne sont pas clairs à ce sujet, les parties doivent se mettre d'accord sur ce qui est prévu.

c) Au cours des essais de consommation spécifique de vapeur ou de chaleur ou de débit de vapeur, il doit être permis, afin d'obtenir la puissance la plus économique en tout point où il n'est pas prévu qu'une

| Variable | Maximum permissible deviation of the average of the test from that specified | Maximum permissible fluctuation from the average during any one test run |
|--|---|--|
| f) Voltage | ± 5 per cent | ± 2 per cent |
| g) Power corrected to specified conditions | ± 5 per cent | ± 3 per cent |
| h) Inlet steam temperature of reheated steam for turbine types b) and d) | ± 8.3°C or 15°F | ± 6°C or 10°F |
| i) Temperature of feed water leaving final feed water heater for turbine types c) and d) | ± 10°C or 18°F | |
| j) Flow of make-up water to condensate system or to evaporator for turbine types c) and d) | ± 20 per cent of the flow of make-up water specified when heat rate is to be reported including make-up water | ± 10 per cent of specified make-up water flow |
| k) Temperature of make-up feed to condensate system or to evaporator for turbine types c) and d) | ± 5°C or 9°F | |
| <i>When the condenser is included in the guarantee</i> | | |
| l) Inlet cooling water temperature | ± 5°C or 9°F | ± 1°C or 2°F |
| m) Cooling water flow | ± 10 per cent | |

12. Conduct of tests

a) The tests are run to show how the unit performance compares with that specified in the guarantees. The extent of the test programme planned should therefore be sufficient to demonstrate the performance to the satisfaction of both parties. In planning the programme, it should be remembered that:

- α) Tests at “full valve” positions tend to result in the best performance, and
- β) “Full valve” point loads and flows will probably not occur at the exact values expected by the manufacturer, so that
- γ) Test points should be chosen such that the manufacturer may have the opportunity to demonstrate, and the purchaser may have the opportunity to know, what the performance is in relation to that guaranteed.

Note: The “full valve” point of valve number ‘n’ is the point at which valve number ‘n + 1’ would begin to lift by any further travel of the valve gear in the opening direction.

b) Manually operated nozzle or by-pass valves, if provided, shall be in the position contemplated by the guarantee. If the contract or specification is not clear in this respect, the parties to the test shall agree as to the intent.

c) During steam or heat rate or steam flow tests it shall be permissible, in order to obtain the most economical load at any point at which no valve is designed to be partially open, to adjust the load to

soupape soit partiellement ouverte, d'ajuster la puissance dans les limites de ± 5 pour cent de la puissance spécifiée dans la garantie. Si, pour une puissance spécifiée dans la garantie, une soupape est prévue pour être partiellement ouverte, on doit ajuster la puissance d'essai proportionnellement aux ajustements effectués en application du présent article à la puissance d'essai pour laquelle il est prévu que la soupape en question est ouverte en grand. Si la puissance d'essai corrigée reste dans les limites de ± 5 pour cent de la puissance spécifiée dans la garantie, la consommation garantie de vapeur ou de chaleur doit, sauf accord contraire, s'appliquer à la puissance d'essai corrigée.

Comme il pourrait être difficile de fixer la puissance, au cours d'un essai correspondant à une ouverture partielle de soupape, exactement à la valeur appropriée, il doit être permis d'effectuer deux ou plusieurs essais pour encadrer la puissance désirée et obtenir par interpolation le résultat d'essai réel pour la puissance ajustée conformément au présent article.

d) Aucune retouche spéciale ne doit être apportée à la turbine, qui soit incompatible avec un fonctionnement industriel et continu immédiatement après l'essai, à n'importe laquelle des conditions de puissance et de fonctionnement spécifiées excepté les réglages des extractions d'air pour assurer le vide, l'utilisation des dispositifs de limitation de la charge ou d'autres moyens analogues de contrôle des essais, tels que l'isolement du cycle pour empêcher l'entrée ou la sortie de vapeur ou d'eau en fermant certaines vannes de purge ou autres.

e) Les joints de l'arbre de la turbine doivent être réglés comme pour les conditions de fonctionnement normales avant l'essai et des dispositions doivent être prises pour mesurer les fuites vers l'intérieur ou l'extérieur, qui pourraient influencer le résultat de l'essai.

13. Constance de la puissance

En effectuant un essai sur une turbine fonctionnant en parallèle avec d'autres turbines sur un système électrique dans lequel il existe des variations de charge, il est parfois difficile de maintenir la constance désirable de la puissance appliquée à la turbine soumise à l'essai. On peut l'obtenir en limitant, par un moyen quelconque, la course de la soupape régulatrice dans le sens de l'ouverture au point correspondant à la puissance désirée et en réglant simultanément le régulateur pour une vitesse légèrement supérieure à la vitesse nominale. Pendant que la machine fonctionne dans ces conditions, elle ne peut pas prendre une puissance supérieure à la limite fixée, mais le régulateur reprend en charge la régulation pour une fréquence légèrement supérieure dans le cas d'une diminution importante ou d'une suppression de la charge pour une cause quelconque.

Par accord entre les parties intéressées à l'essai, on peut adopter la variante suivante. Pendant l'essai, on maintient la charge constante en réglant à la main le régulateur en fonction des indications du wattmètre.

14. Cohérence des essais

Les essais d'une même série doivent être réputés incohérents si leurs résultats diffèrent de plus de 1 pour cent des autres essais effectués à la même puissance et corrigés de façon à correspondre aux mêmes conditions de fonctionnement.

Si des incohérences sérieuses se manifestent soit pendant un essai, soit pendant le calcul des résultats d'une série d'essais, l'essai ou les essais doivent être rejetés en tout ou en partie, sauf accord contraire.

15. Mesures supplémentaires

Il est recommandé d'observer au cours des essais la pression d'un ou de plusieurs étages de la turbine. Bien que ces mesures ne soient pas utiles pour le but des essais prévus dans les présentes règles, leur observation peut permettre de découvrir les raisons des incohérences constatées pendant les essais.

Il est souhaitable de mesurer les températures de vapeur correspondantes, si possible, à ces étages pour la détermination ultérieure des dommages subis par la turbine.

within ± 5 per cent of the load specified for the guarantee. When, at a load specified for the guarantee, a governor valve is designed to be partially open, the test load shall be varied in proportion to any variation made in pursuance of this clause in the test load at which that valve is designed to be fully open. If the corrected test load is within ± 5 per cent of the load specified for the guarantee, the steam or heat guarantee shall, unless otherwise agreed, apply to the corrected test load.

As it might be difficult to set the load for a partial valve opening test exactly at the appropriate value, it shall be permissible to run two or more tests to straddle the load and obtain by interpolation the actual test result at the load adjusted in accordance with this clause.

d) No special adjustments shall be made to the turbine that are inappropriate for commercial and continuous operation immediately following the tests under any and all of the specified outputs and operating conditions excepting air bleed adjustments to control the vacuum, the use of load-limiting devices or other similar test control means, such as isolation of the cycle to prevent inflow or outflow of steam or water by closing certain drain or other valves.

e) The turbine shaft seals shall be adjusted to normal operating condition before a test and arrangement made to measure flow outward or inward that will influence test results.

13. Constancy of output

In carrying out a test on a turbine unit operating in parallel with other turbines on an electrical system in which there are load variations, it is sometimes difficult to maintain a desirably constant load on the turbine under test. This may be accomplished by limiting, by any means, the travel of the governor valve in an opening direction at the point at which the desired load may be carried, at the same time adjusting the governor to a slightly higher speed than the rated speed. While the machine is so operating, it will be unable to carry more system load than the fixed limit, but the governor will always regulate the turbine at a slightly higher frequency in the event of a large reduction or loss of load from any cause.

Upon agreement of the parties to the test, the following alternative method may be adopted. During the test the load is maintained constant by manual adjustment of the governor in accordance with the reading of the wattmeter.

14. Consistency of tests

Tests in a series shall be deemed inconsistent if the results differ from those of other tests at the same point of output and corrected to the same operating conditions, by a maximum of 1 per cent.

Should serious inconsistencies arise, either during a test or during the computation of results from a series of tests, the test or tests shall be rejected, in whole or in part, unless otherwise agreed.

15. Additional measurements

It is recommended that one or more stage pressures be observed during the tests. While such observations are not pertinent to any object of a test under these rules, they may serve as a means of disclosing reasons for inconsistencies of tests.

It is desirable to take the corresponding steam temperatures, where possible, at these stages for future determination of turbine deterioration.

16. Etat de la vapeur

La détermination de l'enthalpie d'une vapeur surchauffée de moins de 15°C ou 25°F ou de l'état d'une vapeur contenant de l'humidité ne doit être faite que si les parties sont d'accord sur la méthode à employer pour cette détermination. L'accord pour la détermination et la façon de tenir compte de cette enthalpie ou de cet état dans les résultats des essais sont consignés complètement dans le rapport d'essai.

On peut mesurer un débit de vapeur, quel que soit son degré d'humidité, à condition qu'elle soit condensée et mesurée en tant qu'eau condensée.

17. Durée des essais

a) Un essai de consommation spécifique de vapeur ou de chaleur ou de débit de vapeur doit avoir une durée minimale d'une heure.

b) Pour un essai destiné à déterminer la puissance, la durée de l'essai ne doit pas être inférieure à 15 minutes. Les lectures de la puissance et des conditions de fonctionnement telles que pressions, températures, etc., doivent être faites à des intervalles d'une minute.

18. Fréquence des lectures

a) Lors des déterminations de consommation spécifique de vapeur ou de chaleur ou de débit de vapeur, les lectures faites sur les manomètres différentiels des débit-mètres et les indications de wattmètres doivent être faites à des intervalles d'une minute. Les autres mesures principales peuvent être faites à des intervalles de 5 minutes.

b) Les lectures doivent être faites au cours d'un essai à des intervalles tels que la moyenne de toutes les observations ne diffère pas plus de 1 pour cent de la moyenne de toutes les observations alternées.

19. Rapports d'essai

Chaque observateur doit noter ses lectures réelles, au moins en deux exemplaires. Un jeu des rapports ainsi établis doit devenir la propriété de chacune des deux parties principales intéressées à l'essai. Les corrections et les valeurs corrigées doivent être consignées séparément sur le rapport d'essai.

20. Début et fin de l'essai

Quand on utilise des compteurs d'énergie, l'essai doit commencer et finir en même temps que le début et la fin de l'intégration et en même temps que le début et la fin de la pesée ou de l'intégration de l'eau d'alimentation. Toutes les autres observations doivent être commencées un peu avant et se terminer un peu après ces instants, à condition que toutes les conditions de fonctionnement demeurent constantes.

21. Appareils de mesure

Les appareils sujets à défaillance ou susceptibles d'être endommagés en service doivent être doublés par des appareils de réserve convenablement étalonnés, pouvant être mis en service sans aucun délai. Tout changement d'appareil au cours d'un essai doit être clairement indiqué sur les feuilles de l'observateur.

22. Fuites au condenseur et aux réchauffeurs d'eau d'alimentation

Le condenseur et les réchauffeurs d'eau d'alimentation doivent faire l'objet d'un essai de contrôle des fuites tant avant qu'après l'essai; ce contrôle peut être effectué pendant l'essai (voir Annexe, articles 2 et 3).

23. Tables et diagrammes de vapeur et d'eau

Les tables et diagrammes de vapeur et d'eau sous pression qui servent de base aux garanties doivent être utilisés pour le calcul des résultats d'essais. Le nom et l'édition des tables et diagrammes utilisés doivent être mentionnés dans le rapport d'essais.

16. Quality of steam

The determination of the enthalpy of steam superheated less than 15°C or 25°F, or of the quality of steam containing moisture, may be made only when the parties to the test agree upon the method to be employed for this determination. The agreement, the method for making the determination and the method of applying the enthalpy or quality values to the test results shall be fully described in the test report.

A steam flow, containing whatsoever degree of moisture, may be determined, provided it is condensed and measured as condensate.

17. Duration of tests

a) A steam rate or heat rate or steam flow test shall have a minimum duration of one hour.

b) For a test to determine capacity the duration of the test shall not be less than 15 minutes. Readings of output and the operating conditions such as pressures, temperatures, etc., shall be taken at one minute intervals.

18. Frequency of readings

a) In steam rate or heat rate or steam flow determinations, readings of the differentials on flow meters and indications of wattmeters shall be made at one minute intervals. Other primary measurements can be made at five minute intervals.

b) Readings shall be taken during a test over such an interval that the average of all the observations does not differ from the average of all the alternate observations by more than 1 per cent.

19. Test records

Each observer shall record his actual observations, at least in duplicate. One set of the records so made shall become the property of each of the two principal parties to the test. Corrections and corrected values shall be entered separately in the test records.

20. Starting and stopping

Where output is integrated, the test shall start and stop with the initiation and discontinuance of the integration, and with the simultaneous initiation and discontinuance of weighing or integration of feed water. All other observations shall begin somewhat before and stop somewhat after these times, provided all operating conditions remain constant.

21. Instruments

Instruments liable to failure or breakage in service shall be duplicated by reserve instruments, properly calibrated, which can be put into service without delay. A record of such change of instrument during a test shall be clearly made on the observer's record sheet.

22. Condenser and feedwater heater leakage

The condenser and feedwater heaters shall be tested for leakage both before and after the test and may be checked for leakage during the test (see Appendix, Clauses 2 and 3).

23. Steam and water tables and charts

The steam and compressed water tables and charts upon which the guarantees are based shall be used for the calculation of the test results. The name and edition of the tables and charts employed shall be stated in the report of the tests.

SECTION QUATRE — APPAREILS ET MÉTHODES DE MESURE

24. Appareils de mesure

Les appareils nécessités généralement par un essai de réception de turbine à vapeur sont indiqués ci-dessous :

- a) Pour une turbine fonctionnant seule, un dynamomètre d'un type approprié.
- b) Pour un turbo-alternateur, des appareils pour la détermination de la puissance électrique, y compris celle nécessaire à l'excitation si celle-ci est fournie séparément, et celles des autres auxiliaires mentionnés à l'article 28.
- c) Dispositifs de mesure des débits (voir articles 34 à 41).
- d) Manomètres Bourdon ou à poids, manomètres ou tubes en U pour mesurer les pressions.
- e) Appareils appropriés pour déterminer les températures.
- f) Manomètres à mercure ou colonnes de mercure pour déterminer le vide ou les pressions absolues.
- g) Moyens pour déterminer les fuites de vapeur ou d'eau vers les boîtes étanches ou à partir de celles-ci.
- h) Moyens de mesure pour déterminer les fuites d'eau de refroidissement du condenseur et, si nécessaire, les fuites d'air du condenseur.
- i) Baromètre (voir articles 60 à 62).
- j) Thermomètres pour déterminer la température des colonnes de mercure, manomètres et baromètres, des colonnes émergentes des thermomètres en verre et pour mesurer la température de l'eau dans les cuves volumétriques, s'il en est fait usage.
- k) Manomètre, thermomètre et compteur à eau ou dispositif équivalent pour mesurer l'eau d'appoint lorsqu'elle est introduite dans le circuit.
- l) Dispositifs de mesure des débits liquides pour déterminer les débits de purge d'un réchauffeur ou, à titre de variante, manomètres et appareils de mesure de la température, pour déterminer les débits de purge extraits du réchauffeur par la méthode du bilan thermique faisant l'objet d'un accord.
- m) Indicateur de vitesse défini à l'article 69.
- n) Horloge-mère avec système de signalisation synchronisé ou, à titre de variante, horloges ou chronomètres synchronisés.
- o) Appareils nécessaires à l'indication ou à l'enregistrement des conditions de fonctionnement de l'alternateur pendant l'essai.
- p) Dispositifs tels que déversoirs, compteurs ou tubes Venturi, pour déterminer le débit de l'eau de refroidissement du condenseur, et thermomètres pour mesurer sa température, si la garantie est basée sur le débit et la température de l'eau de refroidissement du condenseur.
- q) Dispositifs tels que cuves, tubes Venturi, tuyères ou diaphragmes pour la mesure du débit de l'eau s'écoulant à partir de tout appareil de séparation d'eau situé en aval du point où il y a lieu de mesurer la pression initiale de vapeur, si ce débit n'est pas compris dans une autre mesure.

25. Etalonnage des appareils de mesure

Les appareils de mesure doivent être étalonnés immédiatement avant les essais. Ils doivent être étalonnés à nouveau après les essais dans les conditions fixées ci-après ou suivant accord entre les parties. On peut accepter un certificat d'étalonnage établi par une autorité reconnue et certifié quant à la date de l'essai.

SECTION FOUR — INSTRUMENTS AND METHODS OF MEASUREMENT

24. Measuring instruments

The instruments generally required for an acceptance test of a steam turbine are as follows:

- a) When testing a turbine separately, a dynamometer of a type suitable for the purpose.
- b) For a turbine-generator, instruments for the determination of the electrical output and power for excitation if separately supplied and for other auxiliaries mentioned in Clause 28.
- c) Flow measuring devices (see Clauses 34 to 41).
- d) Bourdon or deadweight gauges, manometers or U-tubes for measuring pressures.
- e) Suitable instruments for determining temperatures.
- f) Mercury manometers or columns for determining vacuum or absolute pressure.
- g) Means for determining leakage flow of steam or water to or from glands.
- h) Measuring means for determining condenser cooling water leakage and, if necessary, condenser air leakage.
- i) Barometer (see Clauses 60 to 62).
- j) Thermometers for determining temperature of mercury columns, manometers, barometers, exposed stems of glass thermometers and for measuring temperatures of water in volumetric measuring tanks, if employed.
- k) Pressure gauge, thermometer and water meter, or its equivalent, for measuring make-up feed when admitted to the system.
- l) For determining heater drain flows liquid measuring means or, alternatively, pressure gauges and temperature measuring instruments as may be agreed upon for determining heater drain flows by heat balance methods.
- m) Speed indicator, as defined in Clause 69.
- n) Master clock with synchronized signalling system or, alternatively, synchronized clocks or watches.
- o) Instruments as necessary to indicate or record the operating conditions of the generator at the time of the test.
- p) Means, such as weirs, meters or venturi tubes, for determining the flow of condenser cooling water and thermometers for measuring its temperature, if the guarantee is based upon the flow and temperature of condenser cooling water.
- q) Means, such as tanks, venturi tubes, nozzles or orifices for the measurement of the flow of water discharged from any water separation equipment located after the point at which the initial steam pressure should be measured, if this flow is not included in another measurement.

25. Calibration of instruments

Instruments shall be calibrated immediately before the test. Such instruments shall be recalibrated after the test as are specified hereinafter or agreed between the parties to the test. A certificate of calibration by a recognized authority certified as to the date of the test shall be acceptable.

26. Mesure de la puissance mécanique

a) Les dynamomètres à absorption ou à transmission sont admissibles, pourvu que des précautions soient prises dans leur construction et dans leur emploi pour garantir leur exactitude. Ils comprennent les génératrices électriques ou à courants de Foucault, dont la puissance absorbée est mesurée par la réaction du stator.

b) Si des auxiliaires de la turbine, tels que le régulateur, les pompes à huile de graissage, etc., sont entraînés par une source d'énergie extérieure, leurs besoins en puissance doivent être déduits de la puissance de la turbine à l'accouplement de façon à déterminer la puissance nette à l'accouplement.

27. Dynamomètres

a) Le dynamomètre doit être examiné soigneusement avant et après chaque essai, tout poids mort déterminé et, dans le cas des dynamomètres à absorption, le rayon effectif doit être mesuré avec une erreur inférieure à 0,1 pour cent.

b) L'appareil de pesée du dynamomètre doit être exact et sensible à 0,2 pour cent.

c) Dans le cas d'un dynamomètre à transmission, l'échelle de l'élément de torsion doit être étalonnée à nouveau à la fin de la série d'essais, cet élément de torsion ayant une température égale à celle qu'il avait pendant les essais.

L'étalonnage doit être effectué avec le dispositif indicateur de torsion en place. Les lectures de l'indicateur doivent être faites pour une série de charges croissantes, puis pour une série de charges décroissantes, en prenant la précaution que la charge ne décroisse à aucun moment pendant les lectures à charge croissante et, de façon semblable, ne croisse à aucun moment lors des lectures à charge décroissante. Le calcul de la puissance doit être basé sur la moyenne des charges croissantes et décroissantes déterminée au cours de l'étalonnage.

Si la différence des lectures à charge croissante et à charge décroissante dépasse 1 pour cent, le dynamomètre doit être réputé non satisfaisant.

d) La puissance est proportionnelle à la vitesse dans les essais dynamométriques, par conséquent des précautions doivent être prises pour assurer une détermination exacte de la vitesse, de préférence au moyen de compteurs-intégrateurs. L'erreur sur la détermination de la vitesse doit être inférieure à 0,1 pour cent.

e) Un essai dynamométrique doit être réputé non satisfaisant s'il se produit des irrégularités de fonctionnement telles que des variations périodiques de lecture du dynamomètre comme celles qui pourraient être dues à l'action de l'eau dans le dynamomètre, ou à des phénomènes de résonance tels que les différences de lecture du dynamomètre dépassent 2 pour cent.

28. Détermination de la puissance électrique

La puissance nette P_g d'un groupe turbo-alternateur est définie par la formule suivante:

Puissance nette P_g (kW) = Puissance électrique fournie par l'alternateur P_b (kW) diminuée:

de la puissance absorbée par le moteur de l'excitatrice, si celle-ci est entraînée séparément (kW),

de la puissance nécessaire à la ventilation, si les ventilateurs sont entraînés séparément (kW),

de la puissance nécessaire au graissage, si les pompes de graissage sont entraînés séparément (kW),

de la puissance nécessaire aux auxiliaires pour joints d'huile à hydrogène, si ceux-ci sont entraînés séparément (kW),

de la puissance nécessaire aux moteurs de tout autre auxiliaire du turbo-alternateur (kW).

La puissance d'excitation (kW), dans le cas d'excitatrices entraînées par moteur, est la puissance fournie au moteur d'entraînement de l'excitatrice. Pour les excitatrices entraînées par d'autres moyens, la puissance d'excitation est la puissance absorbée par l'arbre de l'excitatrice (kW). Si l'excitation est obtenue d'une autre source, la puissance d'excitation (kW) est le produit du courant (ampères) fourni à

26. Measurement of mechanical power

a) Absorption or transmission dynamometers are permissible, provided precautions are taken in their construction and use to ensure accuracy. Included are electric or eddy-current generators, the input of which is measured by the reaction of the stator.

b) If auxiliary power services of the turbine, such as governor and lubricating oil pumps, etc., are driven from an external energy supply, their power requirements shall be deducted from the turbine output at the coupling in order to determine the net output at the turbine coupling.

27. Dynamometers

a) Before and after each test, the dynamometer shall be carefully examined, any dead weight determined and, in the case of absorption dynamometers, the effective radius arm shall be measured with an accuracy within 0.1 per cent.

b) The dynamometer weighing means shall be accurate and sensitive within 0.2 per cent.

c) In the case of a transmission dynamometer, the scale of the torsional member shall be recalibrated following the test series with the torsional member at the same temperature that it had during the test.

The calibration shall be conducted with the torsion indicating means in place. Observations of the indicator shall be taken with a series of increasing loadings and then with a series of decreasing loadings, with the precaution that during the taking of readings with increasing loadings, the loadings shall at no time be decreased. Similarly, during the taking of the readings with decreasing loadings, the loadings shall at no time be increased. The calculation of output shall be based on the average of the increasing and decreasing loadings as determined by the calibration.

If the difference in the readings between increasing and decreasing loadings exceeds 1 per cent, the dynamometer shall be deemed unsatisfactory.

d) In dynamometer tests, output is proportional to speed, therefore, precautions shall be observed to ensure accurate determinations of speed preferably by means of an integrating counter. The accuracy of the speed determination shall be within 0.1 per cent.

e) A dynamometer test shall be deemed unsatisfactory if there are irregularities in the operation, such as periodic surging of dynamometer readings as might be due to the action of water in the dynamometer or some resonant conditions that give variations of dynamometer readings in excess of 2 per cent.

28. Determination of electrical power

The net power P_g of a turbine generator unit is defined by the following formula:

Net power of the turbine generator, P_g (kW) = electrical power of the generator, P_b (kW),

less power taken by exciter motor, if separately driven (kW),

less power required for ventilation, if ventilating fans are separately driven (kW),

less power required for lubrication, if lubricating pumps are separately driven (kW),

less power required for hydrogen seal oil auxiliaries, if separately driven (kW), and

less power required by motors of any other auxiliary services for the turbine generator (kW).

The power for excitation (kW) in the case of motor-driven exciters is the power delivered to the exciter's driving motor (kW). For exciters driven by other means, the power for excitation is the power input to the exciter shaft (kW). Where excitation is obtained from some other source, the power for excitation (kW) is the product of the current (amperes) supplied to the generator field and the sum of the

l'inducteur de l'alternateur par la somme des chutes de tension dans l'inducteur et le rhéostat de champ principal (volts) divisé par 1 000. Seule, la portion de la puissance d'excitation qui est fournie séparément par une source extérieure au turbo-alternateur doit être mise à la charge du turbo-alternateur.

Si on utilise une commande par moteur, la puissance de ventilation ou d'autres formes de refroidissement de l'alternateur est la puissance fournie aux moteurs (kW). Si la commande est d'un autre type, la puissance de ventilation ou d'autres formes de refroidissement de l'alternateur est la puissance absorbée par les arbres des ventilateurs (kW).

La puissance de graissage (kW), dans le cas de pompes à huile de graissage entraînées par moteur, est la puissance fournie au moteur des pompes à huile de graissage (kW). Pour les pompes à huile entraînées de façon différente, la puissance de graissage est la puissance absorbée par l'arbre de la pompe à huile (kW).

La puissance des auxiliaires du système d'étanchéité de l'hydrogène (kW) est la puissance fournie aux moteurs d'entraînement des auxiliaires de l'huile assurant l'étanchéité. Pour les auxiliaires du système d'étanchéité entraînés de façon différente, la puissance des auxiliaires est la puissance absorbée sur les arbres de ces auxiliaires.

Lorsque le turbo-alternateur et le condenseur sont garantis en tant que groupe combiné, les besoins en puissance des auxiliaires du condenseur doivent être traités en conformité avec les clauses du contrat.

29. Mesure de la puissance électrique

Dans le cas des alternateurs triphasés avec point neutre à la terre, la puissance fournie doit être mesurée par la méthode des 3 wattmètres représentée à la figure 2, page 86. Dans le cas des alternateurs à point neutre isolé, la puissance fournie doit être mesurée soit par la méthode des 2 wattmètres représentée à la figure 3, page 88, soit de préférence par la méthode des 3 wattmètres. La puissance fournie par des alternateurs monophasés doit être mesurée par la méthode d'un seul wattmètre. La puissance fournie par les génératrices à courant continu doit être mesurée par la méthode du voltmètre et de l'ampèremètre à courant continu.

30. Connexions des appareils de mesure électriques

Les appareils doivent être branchés sur les conducteurs de l'alternateur aussi près que possible des bornes de sortie, et sur le côté alternateur de toute connexion extérieure par laquelle la puissance peut entrer et sortir du circuit de l'alternateur.

Lorsque les conducteurs de l'alternateur sont reliés directement à des transformateurs de puissance, il peut être nécessaire de brancher les appareils sur le secondaire des transformateurs. Dans de tels cas, les pertes calculées dans les transformateurs et dans les conducteurs doivent être ajoutées à la puissance fournie par le transformateur pour obtenir la puissance de l'alternateur.

Si le transformateur est compris dans la garantie, la puissance mesurée aux bornes du secondaire est la puissance de la combinaison turbo-alternateur-transformateur.

Les conducteurs de connexion des appareils de mesure doivent être disposés de façon à ne pas influencer les lectures par induction ou toute autre cause semblable. On peut éliminer l'induction en tressant les fils de chaque paire de conducteurs sur une longueur d'au moins un mètre ou trois pieds à partir de l'emplacement des appareils. Il est bon de vérifier que l'ensemble des appareils est soustrait à l'action des champs de dispersion, non seulement des conducteurs d'alimentation des appareils, mais aussi de toute autre source.

31. Appareils de mesure électriques

On doit utiliser des wattheuremètres portatifs de précision monophasés ou polyphasés du degré de précision le plus élevé ou des wattmètres de précision dont les limites d'erreur sur toute l'étendue de mesure ne dépassent pas 0,3 pour cent de la valeur totale de l'échelle, avec des transformateurs appropriés de courant et de tension pour mesurer la puissance électrique.

voltage drops across the generator field and the main field rheostat (volts) divided by 1 000. Only that portion of the excitation power which is separately supplied from a source external to the turbine generator unit shall be charged against the prime mover.

Where a motor drive is used, the power for ventilation or other forms of generator cooling is the power delivered to the motors (kW). Where the drive is by other means, the power for ventilation or other forms of generator cooling is the power input to the fan shafts (kW).

The power for lubrication (kW) in the case of motor-driven lubricating oil pumps is the power to the lubricating oil pumps motor (kW). For oil pumps driven by other means, the power for lubrication is the power input to the oil pump shaft (kW).

The power for hydrogen seal auxiliaries (kW) is the power delivered to the motors driving the seal oil auxiliaries (kW). For seal oil auxiliaries driven by other means, the seal oil auxiliary power is the power input to the shafts of the seal oil auxiliaries (kW).

When the turbine generator and condenser are guaranteed as a combined unit, the power requirements of the condenser auxiliaries shall be treated in accordance with the terms of the contract.

29. Measurement of electrical power

For 3-phase generators with grounded neutral, the power output of the main unit shall be measured by the 3-wattmeter method, as shown in Figure 2 (page 87). For 3-phase generators with isolated neutral, the power output of the main unit shall be measured by either the 2-wattmeter method, as shown in Figure 3 (page 89) or preferably by the 3-wattmeter method. The power of single-phase generators shall be measured by the wattmeter method. The power output of d.c. generators shall be measured by the d.c. voltmeter-ammeter method.

30. Electrical instrument connections

The instruments shall be connected into the lines from the generator as near to the generator terminals as practicable, and on the generator side of any external connections by which power can enter or leave the generator circuit.

Where the generator leads are connected solidly to power transformers, it may be necessary to connect the instruments on the secondary side of the transformers. In such case the calculated losses in the transformer and leads shall be added to the transformer output to give the generator output.

If the transformer is included in the guarantees, the output measured at its secondary terminals is the output of the turbine generator-transformer combination.

The leads to the meters shall be arranged in such a manner that they will not influence the meter readings by reason of inductance or any other like cause. Inductance may be eliminated by braiding the wires of each pair of conductors for at least 1 metre or 3 feet from the spot where the instruments are located. It is desirable to check the whole arrangement of meters for stray fields, not only from the instrument leads but also from any other source.

31. Electrical instruments

Single-phase or polyphase portable precision watt-hour meters of the highest order of accuracy, or precision wattmeters with limits of error over the effective range of not more than 0.3 per cent of full scale value, shall be used with appropriate current and voltage instrument transformers for measuring electrical output.

Des ampèremètres, voltmètres et wattmètres portatifs doivent être intercalés dans les circuits de mesure pour établir que la puissance de l'alternateur est conforme aux conditions demandées pendant l'essai et pour mesurer le courant, la tension et le facteur de puissance.

Les meilleurs wattmètres portatifs de haute précision ont pratiquement une erreur d'échauffement nulle et l'on doit utiliser de tels appareils pour tous les essais qui exigent le maximum d'exactitude.

Les appareils de mesure doivent être disposés de manière que leur lecture puisse être faite avec exactitude et sans fatigue pour l'observateur.

Lorsqu'on se sert de wattheuremètres pour la mesure de la puissance électrique fournie, ceux-ci doivent être étalonnés et réglés en laboratoire de manière à avoir leurs meilleures caractéristiques de fonctionnement dans les limites des valeurs prévues pendant l'essai.

Lorsque les appareils de mesure, transformateurs et conducteurs ne sont pas étalonnés en bloc, mais qu'on obtient des étalonnages séparés pour les appareils et les transformateurs, il est bon que ces transformateurs ne soient utilisés que pour les appareils qui mesurent la puissance de l'alternateur.

On ne doit pas introduire dans les circuits d'appareils de mesure de fréquence ni d'autres appareils analogues, à moins qu'on ne tombe d'accord sur le fait qu'ils n'influent pas sur l'exactitude des principaux appareils de mesure de la puissance.

32. Transformateurs de mesure

On doit se servir de transformateurs de courant et de tension de capacités et de caractéristiques de précision appropriés. Les valeurs du rapport de transformation et de l'angle de déphasage pour des conditions de charge équivalente à celles des instruments, compteurs et conducteurs utilisés pendant l'essai, doivent être obtenues par des moyens éprouvés et couvrir toute l'étendue de mesure du courant et de la tension pendant les essais.

33. Reprise de l'étalonnage des appareils de mesure et transformateurs

Tous les wattmètres et/ou wattheuremètres doivent être étalonnés à nouveau immédiatement après l'essai. Les autres appareils doivent être étalonnés à nouveau si l'une des deux parties le demande.

Si, en étalonnant après l'essai un wattmètre ou un wattheuremètre, conformément à l'article 25, la correction en un point quelconque de la graduation diffère de plus d'une valeur déterminée (par exemple, pour les essais les plus précis 0,3 pour cent de la valeur correspondant au maximum de l'échelle), un ou plusieurs étalonnages additionnels doivent être faits immédiatement en ce point jusqu'à ce que les corrections ne diffèrent pas entre elles de plus de 0,1 pour cent de la valeur maximale de l'échelle. La moyenne de ces résultats doit être alors admise comme valeur de la correction au point en question au moment de cet étalonnage. Si la correction demeure excessive (plus de 0,3 pour cent du maximum de l'échelle), la nouvelle valeur trouvée doit être considérée comme exacte et tous les essais dans lesquels ce point de l'échelle pourrait causer une erreur doivent être vérifiés pour déterminer dans quelles limites ils ont pu être affectés.

34. Détermination des débits

Dans le cas des essais de consommation spécifique de vapeur ou de chaleur, ou de débit de vapeur, le débit initial ou d'autres débits partiels, qui sont essentiels pour l'essai, peuvent être déterminés directement ou en combinant plusieurs débits partiels. Pour vérifier l'exactitude de la mesure, il est recommandé d'appliquer simultanément au moins deux ou plus des méthodes de mesure mentionnées plus loin et de comparer les résultats.

35. Mesure du débit d'eau condensée

La mesure du débit d'eau condensée peut être effectuée comme suit:

- a) par pesée directe au moyen de cuves et de balances appropriées,
- b) au moyen de cuves de mesure volumétriques étalonnées,

Portable ammeters, voltmeters and wattmeters shall be included in the measuring circuits to establish that the generator load conforms to rated conditions during the tests, and to measure the current voltage and power factor.

High-grade portable wattmeters have practically a zero heating error, and such instruments should be used during all tests where maximum accuracy is required.

Instruments shall be located and arranged so that they may be read accurately with comfort by the observer.

When watt-hour meters are used for measuring the electrical power output, they shall be calibrated and adjusted in the laboratory, so as to have their best operating characteristics in the range of the test values.

Where the instruments, transformers and leads used are not calibrated as a unit, but separate calibrations are obtained for the instruments and transformers, it is desirable that these transformers shall be used solely for the meters which measure the output of the generator.

A frequency meter and such other instruments should not be included in the instrument circuits, unless it is agreed that they do not influence the accuracy of the principal power measuring instruments.

32. Instrument transformers

Instrument current and potential transformers of proper rating and accuracy characteristics shall be used. Values of ratio and phase-angle for the conditions of loading equivalent to the instruments, meters and leads used during test shall be obtained by recognized means to cover the range of test values of current and voltage.

33. Re-calibration of instruments and transformers

All wattmeters and/or watt-hour meters shall be re-calibrated immediately after the test. The other instruments shall be re-calibrated if required by either party.

If a wattmeter or watt-hour meter be compared after the test, in conformity with Clause 25, and the correction at any point be found to differ by more than an assigned value (to be, for the most accurate work, 0.3 per cent of full scale value), an additional comparison or comparisons shall be made immediately at this point until the corrections do not differ among themselves by more than 0.1 per cent of full scale value. The average of these results shall then be taken as the correction at the point in question at the time of this comparison. In the event that the excess variation (0.3 per cent of full scale value) still remains, the new value found shall be taken as correct and all tests in which this scale point may cause error shall be investigated to determine the amount to which they have been affected.

34. Determination of flows

In the case of a steam rate, heat rate or steam flow test, the initial flow, or other partial flows which are essential for the test, may be determined directly or by means of combining several partial flows. To verify the accuracy of measurement, it is recommended that at least two or more of the methods of measurement mentioned later shall be applied simultaneously and the results compared.

35. Measurement of condensate flow

The measurement of condensate flow may be made as follows:

- a) by direct weighing by means of tanks and suitable scales,
- b) by means of calibrated volumetric measuring tanks,

- c) au moyen de tuyères, de diaphragmes ou de tubes Venturi étalonnés ou normalisés sous réserve d'accord entre les parties pourvu que, pendant le passage de l'eau au travers des tuyères, etc., la pression reste constamment supérieure de 2,5 kg/cm² ou 35 lb/in² au moins à la pression de vapeur saturée correspondant à la température mesurée, ou bien que la température reste constamment inférieure de 15°C ou 27°F au moins à la température de saturation qui correspond à la plus basse des pressions absolues mesurées.

36. Précautions à prendre lorsqu'il est fait usage de cuves de pesée ou de cuves volumétriques

- a) Des bâches peseuses ou des cuves volumétriques doivent évacuer dans une cuve secondaire d'où l'on extrait l'eau au moyen d'une pompe dont on peut contrôler le débit. Le niveau moyen de la cuve secondaire avant et après chaque évacuation doit être maintenu sensiblement constant.
- b) Il ne doit y avoir ni projection, ni perte d'eau à l'admission. Quels que soient les moyens utilisés pour détourner l'eau d'une cuve à l'autre, ils doivent être rapides et positifs, de manière que l'instant du changement de cuve puisse être déterminé à deux secondes près.
- c) Si la méthode de mesure nécessite des moyens d'indication du niveau, la disposition de la ou des cuves doit être telle que le niveau puisse être observé avec une précision correspondant à 0,1 pour cent du volume de la cuve et que le temps soit enregistré avec une erreur inférieure à deux secondes, y compris les erreurs d'observation dues à la turbulence provoquée par le déversement du débit maximal de l'eau.
- d) On doit s'assurer que les robinets ou vannes de sortie ne fuient pas lorsqu'ils sont fermés.
- e) On doit vérifier que le système de cuves de pesée est soustrait à tout effort extérieur et que rien ne peut affecter les lectures de poids, à l'exception du poids mort ou tare de la cuve et de l'eau à peser. Le poids mort ou tare doit être mesuré avant et après chaque remplissage. Les cuves de pesée et ponts à bascule doivent être étalonnés, de préférence au moyen de poids vérifiés et poinçonnés par un service officiel des Poids et Mesures avant l'essai et aptes à effectuer les pesées avec une approximation de 0,1 pour cent.
- f) Les cuves de mesure volumétriques doivent avoir cessé de s'égoutter avant que les robinets de sortie soient fermés.
- g) Afin de pouvoir découvrir immédiatement toute anomalie dans les quantités d'eau mesurée, des durées égales doivent être allouées de préférence pour le remplissage des cuves de pesée. Corrélativement, les durées nécessaires aux remplissages des cuves volumétriques doivent être comparées.
- h) Lorsqu'on pese l'eau dans les cuves sur une balance étalonnée au moyen de poids métalliques, il y a lieu de faire une correction de poussée de l'air environnant, cette poussée étant plus grande pour les cuves que pour les poids; cette correction est d'environ 0,1 pour cent.
- i) Lorsqu'on mesure l'eau condensée au moyen de cuves volumétriques, on doit faire une correction appropriée tenant compte de la différence entre les températures pendant l'étalonnage et pendant l'essai.

37. Etalonnage des cuves de mesure volumétriques

Les cuves de mesure volumétriques doivent être jaugées avant l'essai en remplissant ou en vidant les cuves de quantités déterminées d'eau par pesée à une température fixée. La température de l'eau doit être déterminée pour chaque opération de remplissage ou de vidange au cours de l'essai et on doit appliquer à chaque remplissage une correction pour tenir compte de la différence entre la température des poids d'eau ajoutée au cours du jaugeage et la température réelle au cours de l'essai. Ces corrections doivent tenir compte de l'effet de la température sur le métal de la cuve. Ces corrections sont déterminées par l'observation ou par le calcul.

- c) by means of calibrated or standardized nozzles, orifices or Venturi tubes upon agreement of the parties to the test and provided that during the passage of the water through the nozzles, etc., either the pressure remains not less than 2.5 kg/cm² or 35 lb/in² above the saturation steam pressure which corresponds to the measured temperature, or, that the temperature of the flow remains not less than 15°C or 27°F below the saturation temperature corresponding to the lowest measured absolute pressure.

36. Precautions to be observed in the use of weighing or volumetric measuring tanks

- a) Weighing or volumetric tanks shall discharge into a secondary tank from whence the water is withdrawn by means of a pump, the delivery of which can be controlled. The mean level of the secondary tank before and after each discharge shall be maintained approximately constant.
- b) There shall be no spilling or loss of water at admission. Whatever means are employed for diverting water from one tank to another shall be quick and positive so that the time of diversion may be determined to within two seconds.
- c) Should the method of measurement require level-indicating means, the arrangement of the tank or tanks shall be such that the level may be observed with an accuracy to correspond to within 0.1 per cent of the contents of the tank and the time recorded to within two seconds, including errors of observation incidental to turbulence caused by the maximum flow of incoming water
- d) It shall be ascertained that outlet valves or gates do not leak when closed.
- e) It shall be ascertained that the weighing tanks system is free from any external force, and that nothing can affect the weight reading except the deadweight or tare of the tank and the water to be weighed. The deadweight or tare shall be taken before and after each filling. The weighing tanks and weigh bridges shall be calibrated, preferably by means of weights which have been checked and marked by an official Weights and Measures office, prior to the test and caused to weigh with an accuracy of 0.1 per cent.
- f) Volumetric measuring tanks must cease dribbling before the outlet valves are closed.
- g) In order that any inconsistency in the flow measurements may be immediately discovered, equal time periods shall preferably be allotted for charging weighing tanks. Conversely, for volumetric tanks, the times required for complete filling shall be compared.
- h) When water is weighed in tanks on a scale calibrated with metal weights, a correction should be made for the fact that water is "buoyed up" by the surrounding air more than are the metal calibration weights; this correction is approximately 0.1 per cent.
- i) When condensate is measured by volumetric tanks, appropriate correction shall be applied for the difference in temperatures during the calibration and during the test.

37. Calibration of volumetric tanks

Volumetric measuring tanks shall be calibrated prior to the test by filling or emptying the tanks with weighed increments of water at some fixed temperature. The temperature of water shall be determined for each filling or emptying during the test and a correction shall be applied to each filling for the difference between the temperature of the weighed increments during calibration and the actual temperature during the test. These corrections shall include allowances for the effect of temperature on the metal of the tank. These corrections may be determined by observations or by calculation.

La température de l'eau dans le tube de niveau d'une cuve volumétrique au cours du jaugeage ainsi qu'au cours de l'essai doit être notée et on doit appliquer un facteur de correction, si nécessaire, aux volumes mesurés.

38. Mesure du débit de vapeur

a) Suivant accord entre les parties intéressées à l'essai, la mesure directe des débits de vapeur peut être effectuée au moyen de tuyères ou diaphragmes étalonnés ou normalisés, à condition que la vapeur reste surchauffée d'au moins 15°C ou 27°F à la section minimale de la tuyère ou de l'orifice.

b) Dans le cas où la disposition du système de réchauffage de l'eau d'alimentation est telle que le débit de vapeur de soutirage fournie à un ou plusieurs réchauffeurs est nécessaire à la détermination du débit de vapeur admise dans le resurchauffeur ou de tout autre débit de vapeur ou d'eau condensée nécessaire à l'évaluation des caractéristiques de fonctionnement de la turbine, un accord doit être conclu en ce qui concerne la méthode de détermination de ce ou de ces débits; cette méthode peut consister, soit dans la mesure du débit de vapeur de soutirage ou de la purge d'eau condensée, soit en un calcul au moyen de la méthode du bilan thermique.

39. Tuyères ou diaphragmes en paroi mince pour la mesure des débits de vapeur et d'eau

Les techniques et les méthodes de mesure du débit par des diaphragmes et des tuyères doivent se conformer aux plus récentes spécifications de l'ISO sauf accord contraire entre les parties avant l'essai. On peut également utiliser des tubes Venturi pour la mesure du débit d'eau. Les mesures ne doivent être confiées qu'aux personnes ayant les connaissances et l'expérience nécessaires dans la technique de ces mesures.

40. Détermination du débit de vapeur par bilan thermique

Le débit de vapeur admise aux réchauffeurs d'eau d'alimentation à vapeur de soutirage peut être déterminé par le calcul du bilan thermique si on ne dispose pas d'autres moyens et si les parties intéressées à l'essai sont d'accord.

41. Eau emmagasinée dans le système

On doit s'efforcer de réduire le nombre de points où l'eau puisse s'accumuler dans le système. On doit faire les corrections qui s'imposent pour toute capacité d'emmagasinage inévitable.

En particulier, le niveau d'eau dans le condenseur et/ou le tuyau d'entrée dans une pompe d'eau condensée doit être vérifié au début et à la fin de l'essai et on doit faire une correction pour toute variation de la quantité d'eau qui y est emmagasinée.

La variation nette du niveau de toute bêche tampon non isolée du système doit être observée. Si l'eau a la possibilité de s'écouler de la bêche tampon par le dispositif de mesure, on doit tenir compte de la variation du niveau pour calculer le débit d'eau condensée. Dans tous les cas, on doit faire une correction pour tout effet de la température de l'eau provenant des bèches tampons sur le débit de vapeur soutirée pour le réchauffage de l'eau d'alimentation. S'il n'est pas possible d'isoler les bèches tampons, les essais doivent avoir une durée permettant d'amener à une valeur relative acceptable le facteur de correction pour les erreurs possibles de mesure de l'eau entrant dans la bêche tampon ou en sortant; cette mesure peut avoir une grande influence sur celle du débit de vapeur.

42. Joints à labyrinthes ou boîtes étanches

a) Les joints à labyrinthes assurant l'étanchéité par rapport à la pression extérieure, comme par exemple aux extrémités à basse pression des turbines à condensation, peuvent être alimentés par de la vapeur initiale ou par de la vapeur prélevée dans un étage intermédiaire de la turbine.

The temperature of the water in the gauge glass of a volumetric tank during calibration and also during tests shall be recorded and a correction factor applied, if necessary, to the measured volumes.

38. Measurement of steam flow

a) Upon agreement by the parties to the test, direct measurement of steam flows may be made by means of calibrated or standardized nozzles or orifices, provided that the steam remains superheated not less than 15°C or 27°F at the smallest cross-section of the nozzle or orifice.

b) In cases where the arrangement of the feed heating system is such that the bled steam flow supplied to a heater or heaters is necessary to determine the steam flow to the reheater, or any other steam or condensate flow necessary to assess the performance of the turbine, agreement shall be reached as to the method of determination of such flow or flows which may be either by measurement of the bled steam flow or condensate drain, or by calculation by the heat balance method.

39. Nozzles or thin plate orifices for measuring steam and water flows

The techniques and methods of measurement of flow by orifices and nozzles shall conform to the latest specifications of the ISO unless otherwise agreed by the parties before the test. Venturi tubes may also be used for water flow measurement. These measurements shall be undertaken only by those with knowledge and experience in the technique of such measurements.

40. Determination of steam flow by heat balance

The steam flow to bled steam feedwater heaters may be determined by heat balance calculation if no other means are available and if the parties to the test agree.

41. Water stored in system

Every endeavour shall be made to reduce the number of places where water may be accumulated in the system. Due correction shall be made for any unavoidable storage capacity.

In particular, the water level in the condenser and/or inlet pipe to a condensate pump shall be checked at the beginning and end of a test and correction made for any change in quantity of water stored therein.

The net change in level in any surge tank not isolated from the system shall be observed. If it is possible for water from the surge tank to flow through the measuring device, the change in level shall be included when calculating the condensate flow. In all cases, correction shall be made for any effect of the temperature of the water from the surge tanks on the flow of steam bled for feed heating. When it is not possible to disconnect the surge tanks, the test should be of such duration as to permit bringing to an acceptable relative value the correction factor for possible errors in the measurement of water to or from the surge tank, which measurement may have an important influence on the steam flow measurement.

42. Glands or shaft seals

a) Glands sealing against external pressure, as, for example, the low-pressure ends of condensing turbines, may be sealed by the initial steam, or by steam supplied from an intermediate stage of the turbine.

b) Les joints à labyrinthes assurant l'étanchéité par rapport à la pression intérieure, comme par exemple ceux des extrémités à haute pression de turbines à contrepression ou ceux des turbines à condensation, peuvent être munis de tuyauteries d'échappement vers des étages à moindre pression de la turbine, ou vers un réchauffeur d'eau d'alimentation d'une turbine à soutirage, auquel cas le débit de vapeur dans ces tuyauteries n'influe pas sur le résultat de l'essai et sa mesure n'est pas nécessaire.

Si les fuites de vapeur vers l'extérieur des joints à labyrinthes à haute pression de turbines à resurchauffeur ne passent pas par le resurchauffeur, mais sont introduites dans les étages de la turbine ou dans les réchauffeurs d'eau d'alimentation au-delà du resurchauffeur, ou au condenseur, ces débits de vapeur doivent être mesurés séparément, si possible par des tuyères ou des diaphragmes étalonnés ou normalisés, étant donné qu'il faut tenir compte de ces débits de vapeur dans le calcul de la chaleur fournie par le resurchauffeur.

Si des joints à labyrinthes du type a) ou du type b) sont munis de tuyaux d'échappement à l'air libre ou à l'extérieur du cycle, le débit correspondant doit être mesuré à moins d'être considéré par accord comme négligeable, et ajouté au débit à travers la turbine s'il n'a pas été déjà mesuré avec la vapeur fournie à la vanne d'arrêt.

Les fuites de vapeur externe doivent si possible être dirigées sur un condenseur séparé et mesurées en tant qu'eau condensée.

Dans le cas des turbines à contrepression, type e) et g), la mesure des fuites externes des joints à labyrinthes peut être effectuée en variante au moyen de tuyères ou diaphragmes normalisés.

c) Pour les joints hydrauliques aucune mesure du débit d'eau fournie n'est nécessaire si les joints sont alimentés avec de l'eau condensée prise en amont du point où le débit d'eau condensée est mesuré et si l'eau en excédent est retournée en un point en amont de celui où s'effectue la mesure de l'eau condensée.

Dans les autres cas, il est nécessaire de mesurer la perte d'eau fournie aux joints hydrauliques. Toute fuite d'eau à l'extérieur doit être mesurée, et il doit en être tenu compte, à moins qu'elle ne soit considérée comme négligeable par les parties.

43. Vapeur de l'éjecteur

Si la vapeur provenant de l'un des étages d'un éjecteur d'air à vapeur se mélange en un point quelconque avec l'eau condensée, il faut la détourner ou, en variante, on doit calculer le débit à partir des dimensions des tuyères à chaque étage et la pression et la température de la vapeur à chaque tuyère.

La mesure de la quantité de vapeur évacuée avec l'air du condenseur par les appareils extracteurs d'air ne se justifie que dans les cas où les parties sont d'accord pour considérer que cette quantité n'est pas négligeable. En pareil cas, la méthode de mesure de ce débit de vapeur doit faire l'objet d'un accord entre les parties, tout particulièrement lorsque la pompe à air est du type à éjecteur à eau.

44. Vapeur d'échappement d'auxiliaires

Toute vapeur d'échappement d'auxiliaires qui pénètre normalement dans le condenseur doit être détournée dans une autre direction pendant toute la durée des essais. Si ceci n'est pas réalisable, on doit effectuer un essai séparé des auxiliaires en prenant des précautions pour que les conditions de fonctionnement des auxiliaires et leurs charges soient les mêmes que celles obtenues pendant l'essai de la machine principale. La consommation de vapeur de ces auxiliaires peut se mesurer au moyen d'une tuyère ou d'un diaphragme étalonnés ou normalisés.

45. Joints hydrauliques

De l'eau est utilisée pour assurer l'étanchéité des joints hydrauliques de la turbine principale ou des vannes d'échappement à l'atmosphère, presse-étoupe de pompes à eau condensée, etc. Comme l'étanchéité doit être maintenue, la quantité d'eau utilisée doit être mesurée et une correction doit être faite.

b) Glands sealing against internal pressure, as, for example, those at the high pressure ends of the back-pressure turbines or of condensing turbines, may be provided with leak-offs to lower pressure stages of the turbine, or to the extraction line to a feedwater heater of a regenerative turbine, in which case the flow in these leak-offs does not influence the test results and the measurement of such leak-offs is not necessary.

If the steam leakage outwards from the high pressure glands of reheating turbines does not pass through the reheater, but is delivered to stages of the turbine or to feedwater heaters beyond the reheater, or to the condenser, such steam flows shall be measured separately, if possible, by calibrated or standardized nozzles or orifice plates, as these steam flows must be considered in calculating the heat supplied by the reheater.

If glands of either type a) or b) are provided with leak-offs to the atmosphere or to a point that is extraneous to the turbine system, this flow shall be measured unless agreed to be negligible, and added to the flow through the turbine if it has not already been measured in the steam supplied to the stop valve.

The leak-off steam should, if possible, be carried to a separate condenser and measured as condensate.

In the case of back-pressure turbines, type e) and g) the measurement of the extraneous leak-off from the glands may alternatively be made by standardized nozzles or orifices.

c) For water sealed glands no measurement of water supplied need be made, provided they are sealed with condensate taken from a point upstream of the point where the condensate flow is measured and provided that any overflow is returned to a point upstream of where the condensate is measured. Otherwise the loss of water supplied to the glands shall be determined.

Any water leakage into the room must be measured and allowed for, unless the amount is agreed to be negligible by the parties to the test.

43. Ejector steam

If the steam from any of the stages in a steam-jet air ejector mixes at any point with the condensate, it shall be diverted, or alternatively, the flow shall be calculated from the dimensions of the jet in each stage and pressure and temperature of the steam at each jet.

The measurement of steam removed with air from the condenser by the air removal means is not required unless it is agreed by the parties to the test as not being negligible. In these cases, the method of measurement of this steam flow shall be agreed to by the parties to the test, especially when the air pump is of water jet type.

44. Auxiliary exhaust steam

Any auxiliary exhaust steam that normally enters the condenser shall be diverted elsewhere during the period of test. If this is impracticable, a separate test of the auxiliaries shall be made with precautions that the operating conditions of and the loads on the auxiliaries shall be the same as obtained during the test of the main unit. The steam consumption of such auxiliaries can be measured with sufficient accuracy by means of a calibrated or standardized nozzle or thin plate orifice.

45. Water seals

Sealing water is used in connection with hydraulic glands on the main turbine or atmospheric exhaust valves, condensate pump glands, etc. As the seals have to be maintained, the flow of water used shall be measured and allowance made therefore.

En variante, les joints dont les fuites pénètrent dans le système d'eau condensée, y compris ceux d'une pompe à air humide, peuvent être rendus étanches avec de l'eau condensée qui n'a pas atteint le point où son débit est déterminé. Tous les trop-pleins doivent être renvoyés au même point. Avec cette méthode, il n'est pas nécessaire de faire de mesure pour ces pertes. On doit s'assurer qu'il n'y a pas d'accumulation variable dans le système d'eau d'étanchéité, ni de possibilité de fuite de l'eau des joints ailleurs que dans le système d'eau condensée. Si des fuites à l'extérieur de l'eau condensée des joints ne peuvent être évitées, leur débit doit être déterminé et ajouté au débit d'eau condensée.

Lorsque l'on effectue des corrections pour les joints hydrauliques des boîtes étanches de turbines, des vannes d'échappement à l'air libre et des presse-étoupe de la pompe à eau condensée, il est commode d'adopter la méthode illustrée par la figure 4, page 90 dans le but d'éviter un grand nombre de petites mesures. Dans ce cas, toute fuite à l'extérieur d'eau condensée doit être mesurée et son débit ajouté à celui de l'eau condensée.

46. Eau de désurchauffe

Si dans le cas d'une turbine type *b*) ou *d*), de l'eau est fournie avant ou après le resurchauffeur pour le réglage de la température, en un point quelconque en aval de la vanne d'arrêt principale, ce débit d'eau doit être mesuré séparément au moyen de tubes Venturi, tuyères ou diaphragmes.

47. Fuites

Des corrections doivent être faites pour tenir compte de toutes les fuites, mais il est recommandé d'éliminer autant que possible de telles fuites avant le commencement de l'essai.

48. Débit d'eau d'appoint au système d'eau condensée ou à l'évaporateur

Le débit d'eau d'appoint introduite dans le système d'eau condensée ou dans un évaporateur, s'il est compris dans la garantie, peut être déterminé au moyen d'une tuyère, d'un diaphragme ou d'un tube Venturi ou au moyen d'un compteur d'eau étalonné.

49. Mesure de l'eau d'alimentation des chaudières

La mesure de l'eau d'alimentation des chaudières, parfois effectuée lors des essais des turbines sans condensation ou de turbines fonctionnant avec des condenseurs à jet, n'est pas admise dans les présentes règles pour la détermination du débit de vapeur en raison de l'incertitude des mesures de fuites et des variations de poids de l'eau à l'intérieur des chaudières, bien que le niveau de l'eau puisse demeurer constant.

50. Application des méthodes de mesure ou de détermination du débit

L'application des méthodes de mesure du débit, conformément aux articles 35, 38 *a*) et 40, aux différents types de turbines est la suivante:

Type a) — Mesure du débit initial de vapeur M_1 conformément à la méthode de l'article 35 *a*), *b*) ou *c*), ou conformément à l'article 38 *a*). Si la turbine a un condenseur à jet, seule la mesure conforme à l'article 38 *a*) est possible.

Type b) — Même mesure que pour le type *a*), mais mesure séparée:

1. du débit d'eau de désurchauffe, s'il en existe, pour le contrôle de la température de resurchauffe.
2. des débits intérieurs de vapeur surchauffée M_{gr} qui by-passent le resurchauffeur.

Type c) — Détermination du débit initial de vapeur à partir de la mesure du débit principal de l'eau condensée en un point approprié du système d'eau condensée et d'eau d'alimentation conformément à l'article 35 *a*), *b*) ou *c*) et de tous les débits partiels de vapeur et d'eau condensée qui n'ont pas été mesurés avec le débit principal d'eau condensée, mais peuvent être mesurés séparément conformément à l'article 35 *c*) ou 38 *a*) ou déterminés conformément à l'article 40. L'attention est attirée sur l'article 41 en ce qui concerne ces mesures.

Alternatively, seals whose leakage goes into the condensate system, including that for a wet air pump, may be sealed with condensate that has not reached the point where its flow is determined. Any overflows shall be returned to the same point. With this method no measurement of this leakage is necessary. It must be made certain that there is no variable storage in the sealing system and no possibility of leakage of sealing water other than into the condensate system. If external leakage of condensate water from seals cannot be avoided, its flow shall be determined and added to the condensate flow.

In making corrections for water seals in turbine glands, atmospheric exhaust valves and condensate pump glands, it is convenient to adopt the method illustrated in Figure 4 (page 91), in order to avoid a large number of small measurements. In this case, any outward leakage of condensate shall be measured and its flow added to the condensate flow.

46. Desuperheating water

If, in the case of turbines type *b*) or *d*), water is supplied before or after the reheater for temperature regulation at any point after the main stop valve this water flow shall be measured separately by Venturi tubes, nozzles or orifice plates.

47. Leakages

Corrections shall be made for all leakages, but it is recommended that, where possible, such leaks should be eliminated before the test commences.

48. Make-up flow to condensate system or to evaporator

Make-up flow to the condensate system, or to an evaporator if included in the guarantee, may be determined by means of a nozzle, orifice or Venturi tube, or by means of a calibrated water meter.

49. Measurement of boiler feed

The measurement of boiler feed sometimes employed in tests of non-condensing turbines, or turbines operating with jet condenser, is not recognized by these rules for the determination of steam flow, because of the uncertainties of leakage measurements and variations of weight of water within the boiler, although the water level may remain constant.

50. Application of methods of flow measurement or flow determination

The application of the methods of flow measurement, according to Clauses 35, 38 *a*) and 40, to the different types of turbines, is as follows:

Type a) — Measurement of the initial steam flow M_1 according to the method of Clause 35 *a*), *b*) or *c*), or according to Clause 38 *a*). If the turbine has a jet condenser, only a measurement according to Clause 38 *a*) is possible.

Type b) — Measurement as for type *a*), but separate measurement of:

1. the desuperheating water flow, if any, to control reheat temperature;
2. the interior flows of superheated steam M_{qr} which by-pass the reheater.

Type c) — Determination of the initial steam flow from the measurement of the main-flow condensate at an appropriate point in the condensate and feed-water system according to Clause 35 *a*), *b*) or *c*) and of all partial flows of steam and condensate which were not measured with the main flow of condensate, but can be separately measured according to Clause 35 *c*) or Clause 38 *a*) or determined in accordance with Clause 40. Clause 41 deserves particular attention in connection with these measurements.

Si l'eau condensée relativement froide mesurée conformément à l'article 35 a) ou b) est admise dans des cuves ouvertes, elle doit être extraite en un point du cycle où la température ne dépasse pas 65°C ou 150°F. Lorsqu'on renvoie le débit d'eau condensée en un point situé entre les mêmes réchauffeurs, on doit prendre des précautions au moyen de mesures appropriées pour que le débit d'eau condensée traversant les réchauffeurs soit continu avant le point d'extraction et au-delà du point où l'eau condensée est renvoyée au collecteur.

Type d) — Combinaison appropriée des méthodes de mesure pour les types b) et c).

Type e)

1. Mesure directe du débit initial de vapeur conformément à l'article 38 a), ou
2. Mesure directe de la vapeur d'échappement conformément à l'article 38 a). Le débit des fuites de vapeur extérieures, M_q , à partir des tiges de soupape et boîtes étanches, doit être mesuré séparément conformément à l'article 38 a).

Type f)

1. Mesure du débit initial de vapeur M_1 et du ou des débits d'extraction, conformément à la méthode de l'article 38 a), ou
2. Mesure de l'eau condensée sortant du condenseur conformément aux méthodes de l'article 35 a), b) ou c) et mesure des débits d'extraction par la méthode de l'article 38 a) ou, en variante, si les débits d'extraction sont condensés, mesure de l'eau condensée résultante par les méthodes de l'article 35 a), b) ou c).

Type g) — Mesure des débits initiaux et d'extraction par la méthode de l'article 38 a).

Type h)

1. Mesure de l'eau condensée par les méthodes de l'article 35 a), b) ou c) et mesure des débits de vapeur arrivant à toutes les admissions de vapeur par la méthode de l'article 38 a), ou
2. Mesure du débit initial de vapeur et des débits admis à des pressions inférieures par la méthode de l'article 38 a).

Type i) — Mesure conformément au type h 2 ci-dessus.

MESURE DES PRESSIONS

51. Point de mesure de la pression initiale

La pression initiale de la vapeur fournie à la turbine doit être mesurée dans la conduite de vapeur du côté de la chaudière par rapport à la vanne d'arrêt de la turbine et aussi près que possible de cette dernière et en amont du filtre de vapeur si celui-ci a été fourni par le constructeur aux termes du contrat de la turbine. Si l'un de ces deux organes ou les deux n'ont pas été fournis aux termes du contrat de la turbine, la pression initiale doit être mesurée dans la conduite en aval des organes qui n'ont pas été fournis avec la turbine, à moins que la spécification ou le contrat de la turbine ne spécifie le contraire.

Le filtre de vapeur doit être propre. S'il subsiste un doute à ce sujet de la part d'une des parties intéressées à l'essai, le filtre de vapeur sera examiné avant l'essai, et nettoyé si cela est nécessaire.

52. Appareil de mesure des pressions

Les pressions mesurées au cours des essais de turbines à vapeur doivent être des pressions statiques. On doit utiliser des manomètres à poids, des manomètres d'essai à tube type Bourdon ou des manomètres à mercure. Les orifices pour les pressions de mesure doivent être percés perpendiculairement à la surface

If the colder condensate measured according to Clause 35 *a*) or *b*) is delivered into open tanks, it shall be extracted at a point in the cycle where the temperature does not exceed 65°C or 150°F. When returning the flow of condensate to a point between the same heaters, precautions shall be taken by appropriate means that the flow of condensate is continuous through the heaters before the extraction point and through succeeding heaters beyond the point where the condensate is returned to the flow line.

Type d) — Appropriate combination of the methods of measurement for types *b*) and *c*).

Type e)

1. Direct measurement of the initial steam flow according to Clause 38 *a*) or,
2. Direct measurement of the exhaust steam according to Clause 38 *a*). The flow of extraneous leak-off steam, M_q , from valve stems and glands shall be measured separately in accordance with Clause 38 *a*).

Type f)

1. Measurement of the initial steam flow, M_1 , and of the extraction flow(s), according to the method of Clause 38 *a*), or
2. Measurement of the condensate from the condenser according to the methods of Clause 35 *a*), *b*) or *c*) and measurement of the extraction flows according to the method of Clause 38 *a*), or, alternatively, if the extraction flows are condensed, measurement of the resultant condensate according to the methods of Clause 35 *a*), *b*) or *c*).

Type g) — Measurement of the initial and of the extraction flows according to the method of Clause 38 *a*).

Type h)

1. Measurement of the condensate according to the methods of Clause 35 *a*), *b*) or *c*) and the measurement of the steam flows to all the steam inlets according to the method of Clause 38 *a*), or
2. Measurement of the initial steam flow and of flows admitted at lower pressures, according to the method of Clause 38 *a*).

Type i) — Measurement according to Type *h* 2 above.

PRESSURE MEASUREMENTS

51. Point of initial pressure measurement

The initial pressure of steam supplied shall be measured in the steam line on the steam-generator side of, and as close as possible to, the turbine stop valve and upstream of the strainer if this has been furnished by the manufacturer under the turbine contract. If one or both of these has not been furnished under the turbine contract, the initial steam pressure shall be measured in the pipe down-stream from such of these parts as have not been furnished under the turbine contract, unless the turbine contract or specification specified otherwise.

The steam strainer shall be known to be clean. If there is a doubt about its cleanliness on the part of either of the parties to the test, it shall be examined prior to the test and cleaned if necessary.

52. Pressure measuring instruments

The pressures measured during steam turbine tests shall be static pressures. Deadweight gauges, Bourdon tube type test gauges or mercury manometers shall be used. Holes for measuring pressures shall be drilled at right angles to the inner surface of the pipe. The inner rim of the hole shall be free from

intérieure de la conduite. Le bord intérieur de l'orifice doit être exempt de bavures et avoir une arête tranchante et égalisée. L'orifice doit être rectiligne et de section uniforme sur une longueur égale à au moins deux fois son diamètre. Les raccords de cet orifice aux appareils de mesure doivent être exempts d'incrustations, produits de corrosion ou autres obstructions.

53. Mesure des pressions supérieures à 2,5 kg/cm² ou 35 lb/in² absolu

a) Les manomètres Bourdon, ou préférablement les manomètres à poids, doivent être utilisés pour mesurer les pressions supérieures à 2,5 kg/cm² abs. ou 35 lb/in² abs. Ces manomètres doivent être installés dans des emplacements aussi exempts que possible de vibrations, de pollution et de variations excessives de la température ambiante.

Les manomètres Bourdon doivent être étalonnés avant et après l'essai à une température approximativement égale à celle à laquelle ils sont utilisés pendant l'essai par comparaison avec un manomètre de précision à poids.

Les pulsations de pression accusées par un manomètre Bourdon ne doivent pas être amorties en étranglant le robinet du manomètre ou en utilisant des amortisseurs de manomètre du commerce. On peut utiliser une chambre d'égalisation.

L'exactitude des manomètres à poids doit être vérifiée avant l'essai par comparaison avec un manomètre de précision à poids.

b) L'orifice de pression mentionné à l'article 52 ci-dessus doit avoir un diamètre de 6 mm ou 1/4 in. Le tuyautage de raccordement ne doit pas avoir une section supérieure à 6 mm ou 1/4 in et être métallique et non isolé de façon à accélérer la condensation. La conduite doit être munie d'évents permettant de la purger de l'air par le robinet du manomètre avant montage de celui-ci. Si ceci n'est pas possible, on peut aménager un robinet de purge séparé aussi près que possible du manomètre. Après avoir purgé, on doit laisser le raccordement se refroidir de façon que l'eau s'accumule avant l'ouverture du robinet du manomètre.

c) Les manomètres dont l'indication influe sur le résultat des essais doivent être placés de telle façon que la correction pour la colonne d'eau soit nulle ou négligeable; si ceci n'est pas possible, on peut installer le manomètre au-dessus ou de préférence au-dessous de la prise. En tout cas, le tuyautage de raccordement doit être aussi court que possible et on doit prendre des mesures pour s'assurer que la conduite est entièrement remplie d'eau.

Si le manomètre est au-dessus de la conduite de vapeur, on doit prévoir un siphon ou un serpentin de façon à aménager une poche dans laquelle l'eau peut s'accumuler et ainsi protéger le manomètre contre la vapeur chaude lors de l'ouverture du robinet du manomètre.

54. Corrections pour la colonne d'eau

Pour obtenir la pression correcte à la prise, on doit ajouter à la lecture la pression équivalente à la colonne d'eau entre la prise sur la conduite de vapeur et l'axe du manomètre (quand le manomètre est au-dessus de la prise) ou l'en retrancher (quand il est au-dessous):

$$\Delta p \text{ kg/cm}^2 = \frac{m_1 \gamma_{w_1}}{10\,000}$$

où m_1 = distance verticale en millimètres entre la prise et l'axe du manomètre,
 γ_{w_1} = poids spécifique de l'eau en grammes par centimètre cube à la température mesurée.

$$\Delta p \text{ lb/in}^2 = m_2 \gamma_{w_2}$$

où m_2 = distance verticale en pouces entre la prise et l'axe du manomètre,
 γ_{w_2} = poids spécifique de l'eau en livre par inch cube à la température mesurée.

burrs, having its edge sharp and square. For a length of at least twice its diameter, the hole shall be straight and of uniform bore. Connecting pipes from this hole to the measuring instrument shall be free from scale, corrosion products or other obstructions.

53. Measurement of pressure above 2.5 kg/cm² abs. or 35 lb/in² abs.

a) Bourdon gauges or preferably deadweight gauges shall be used for measuring the pressures above 2.5 kg/cm² abs. or 35 lb/in² abs. These gauges shall be mounted in locations as free as possible from vibration, dirt and excessive variations in ambient temperatures.

Bourdon gauges shall be calibrated before and after the test at approximately the temperature at which they are used during the test against an accurate deadweight tester.

Pulsations of pressure shown by a Bourdon gauge shall not be damped by throttling on the gauge valve or by the use of commercial gauge dampers. A volume chamber may be employed.

The accuracy of deadweight gauges shall have been checked against an accurate deadweight tester before use.

b) The pressure hole mentioned in Clause 52 above shall be 6 mm or 1/4 in bore. The connecting line shall be not larger than 6 mm or 1/4 in bore and be uninsulated metal pipe to promote rapid condensation. The line shall be vented to free it from air through the gauge cock before the gauge is fitted. If this is inconvenient, a separate vent cock may be fitted as near the gauge as possible. After venting, the connecting line shall be allowed to cool so that water accumulates before opening the gauge cock to the gauge.

c) Pressure gauges, the indication of which influences the results of the test, shall be so located that the correction for water head is nil or negligible; if this is not convenient, the gauge may be mounted above or preferably below the tapping point. In any case, the connecting line shall be as short as possible and steps shall be taken to ensure that the line is completely filled with water.

When the gauge is above the steam pipe, a siphon tube or convolution shall be included to provide a pocket in which water can accumulate and so protect the gauge from hot steam on opening the gauge cock.

54. Corrections for water head

To obtain the correct pressure at the tapping point, the pressure equivalent of the head of water between the steam pipe tapping and the gauge centre line shall be added (when the gauge is above the tapping) or subtracted (when the gauge is below the tapping) from the gauge reading:

$$\Delta p \text{ kg/cm}^2 = \frac{m_1 \gamma_{w_1}}{10\,000}$$

where m_1 = vertical distance in millimetres between the tapping point and the centre of the pressure gauges,

γ_{w_1} = density of water in grammes per cubic centimetre at the measured temperature.

$$\Delta p \text{ lb/in}^2 = m_2 \gamma_{w_2}$$

where m_2 = vertical distance in inches between the tapping point and the centre of the pressure gauge,

γ_{w_2} = density of water in pounds per cubic inch at the measured temperature.

55. Mesure des pressions inférieures à 2,5 kg/cm² ou 35 lb/in² absolu mais supérieures à la pression atmosphérique

Pour les pressions inférieures à 2,5 kg/cm² ou 35 lb/in² absolu mais supérieures à la pression atmosphérique, on peut utiliser un manomètre à poids, un manomètre Bourdon ou préférablement un manomètre à mercure.

Si l'on utilise un manomètre à poids ou un manomètre Bourdon, ils doivent être situés au-dessous de la prise et on doit installer à proximité immédiate de la conduite de vapeur un récipient de condensation non isolé avec un trop-plein évacuant l'eau vers la conduite de vapeur afin d'assurer un niveau constant (voir figure 5 page 92); la correction pour la colonne d'eau (correction négative) est celle de l'article 54. On doit prendre les précautions indiquées aux articles 53 a) et b).

Si l'on utilise des manomètres à mercure, on doit alors disposer un récipient de condensation non isolé au-dessus de la prise à laquelle il est raccordé, par un tube isolé d'au moins 12,5 mm ou 1/2 in de diamètre; ce tube doit avoir une pente négative sans boucles ni poches, de façon à permettre l'écoulement de l'eau condensée. Le récipient de condensation est relié au manomètre à mercure placé au-dessous de lui par un tuyau non isolé d'au moins 12,5 mm ou 1/2 in de diamètre. La seconde branche du manomètre à mercure est reliée à un second récipient de condensation dans lequel le niveau de l'eau est maintenu à la même valeur que dans le premier récipient (voir figure 6 page 94).

La correction de colonne d'eau (correction négative) est celle de l'article 54.

Si on utilise des manomètres à mercure pour des pressions inférieures à 2,5 kg/cm² ou 35 lb/in² absolu, mais supérieures à la pression atmosphérique, on doit prendre les précautions indiquées à l'article 56 ci-dessous.

56. Mesure des pressions inférieures à la pression atmosphérique

On doit utiliser des manomètres à mercure pour la mesure des pressions inférieures à la pression atmosphérique. Ils doivent être situés au-dessus de la prise et on doit prendre des mesures pour s'assurer que le tuyautage de raccordement est entièrement exempt d'eau.

L'orifice de pression mentionné à l'article 52 ci-dessus doit avoir un diamètre de 12,5 mm ou 1/2 in. Le tuyautage de raccordement ne doit pas avoir moins de 6 mm ou 1/4 in de section; les tubes de caoutchouc à parois épaisses sont appropriés à cet usage du fait qu'ils réduisent la condensation. Le tuyautage doit avoir une pente régulière du manomètre à la prise de façon à assurer un bon écoulement. Une pièce en T doit être installée du côté du manomètre pour permettre à l'air de purge d'être introduit dans le tuyautage et de débarrasser ce dernier de toute humidité susceptible de s'accumuler sur les parois intérieures du tuyautage de raccordement. La soupape d'admission de l'air de purge doit être parfaitement étanche en position de fermeture. Il ne sera nécessaire de purger fréquemment que si la pente du tuyautage de raccordement n'est pas très forte. S'il existe un danger quelconque de rupture du manomètre à mercure et d'introduction de mercure dans la conduite de vapeur, on peut installer un récipient pour le recueillir à l'extrémité du tuyautage de raccordement du côté du manomètre. Il n'est pas nécessaire de disposer d'un robinet de manomètre à l'extrémité du tuyautage de raccordement du côté du manomètre, mais on doit aménager un robinet à l'emplacement de la prise sur le tuyautage de vapeur.

57. Mesure des pressions d'échappement

a) On doit observer toutes les précautions nécessaires pour la mesure des basses pressions.

Les manomètres ou colonnes doivent comporter des graduations divisées en 0,5 mm ou 0,02 in, ou des graduations dont les divisions sont inférieures ou égales à 2,5 mm ou 0,1 in, et qui sont munies d'un vernier de manière que, dans un cas comme dans l'autre, la hauteur de la colonne de mercure puisse être lue avec une erreur inférieure à 0,25 mm ou 0,01 in. Avant les essais, les échelles des manomètres ou colonnes doivent être étalonnées de telle sorte que les différences de lecture ne dépassent pas 0,25 mm ou 0,01 in.

55. Measurement of pressures below 2.5 kg/cm² abs. or 35 lb/in² abs. but above atmospheric pressure

For pressures below 2.5 kg/cm² abs. or 35 lb/in² abs. but above atmospheric, a deadweight gauge, Bourdon gauge or preferably a mercury manometer may be used.

If deadweight or Bourdon gauges are used, they shall be situated below the tapping point; an uninsulated condensing vessel is to be installed close to the steam pipe having an overflow to the steam pipe in order to secure a constant level height, see Figure 5 (page 93); the correction for water head (to be subtracted) as in Clause 54. Precautions given in Clauses 53 *a*) and *b*) shall be taken.

If mercury manometers are used, then an uninsulated condensing vessel shall be arranged above the tapping point to which it is connected by an insulated tube of at least 12.5 mm or ½ in diameter; this tube shall slope downwards without loops or pockets to permit the condensation to drain back. The condensing vessel is connected to the mercury manometer below it by an uninsulated pipe of at least 12.5 mm or ½ in diameter. The second leg of the mercury manometer is connected to a second condensing vessel in which the water level is maintained at the same height as in the first condensing vessel, see Figure 6 (page 95).

The correction for water head (to be subtracted) is the same as in Clause 54.

If mercury manometers are used for pressures below 2.5 kg/cm² abs. or 35 lb/in² abs. but above atmospheric, then precautions to be taken are the same as those given in Clause 56 below.

56. Measurement of pressures below atmospheric pressure

Mercury manometers shall be used for measuring pressures below atmospheric. They shall be situated above the tapping point and steps shall be taken to ensure that the connecting line is completely free from water.

The pressure hole mentioned in Clause 52 above shall be 12.5 mm or ½ in bore. The connecting line shall be not less than 6 mm or ¼ in bore and thick walled rubber tubing is suitable as it minimises condensation. The line shall have a continuous slope from the manometer to the tapping point to ensure free drainage. A tee piece shall be fitted in the connecting line at the manometer end to allow purging air to be drawn into the line and free it from any moisture that may be accumulating on the inner wall of the connecting pipe. The valve admitting purging air shall be absolutely tight when closed. Frequent purging will only be necessary if the slope of the connecting line is not very great. If there is any danger of the mercury manometer being broken and mercury drawn into the steam pipe, then a catch pot may be fitted on the manometer end of the connecting line. No gauge cock is necessary on the manometer end of the line, but a cock shall be provided at the tapping point on the steam pipe.

57. Exhaust pressure measurements

a) All the precautions required for low-pressure measurements shall be employed. The manometer or columns shall be provided with scales divided either into 0.5 mm or 0.02 in divisions or into divisions not greater than 2.5 mm or 0.1 in, but equipped with a vernier so that in either case the mercury head can be read with an accuracy of 0.25 mm or 0.01 in. Prior to the tests, the scales of manometers or columns shall be calibrated so that they may be correctly read within 0.25 mm or 0.01 in when referred to a standard.

b) Quand on compare un manomètre absolu à une colonne de mercure et à un baromètre, les erreurs dépassant 0,25 mm ou 0,01 in doivent faire l'objet de recherches et les différences doivent être éliminées. Si l'on constate entre le manomètre absolu et la combinaison manomètre à mercure-baromètre des différences supérieures à la limite ci-dessus, on ne doit pas supposer que la cause des erreurs est dans le manomètre absolu seul, mais cet appareil et le baromètre doivent faire l'objet de recherches.

c) L'étanchéité des tuyauteries de raccordement aux manomètres ou colonnes de mesure de la pression d'échappement doit être vérifiée en installant un robinet d'un type non susceptible de produire une poche au voisinage immédiat de l'enveloppe ou conduit d'échappement, et dont le presse-étoupe, s'il existe, est soumis à la pression du côté manomètre de la conduite de raccordement lorsque le robinet est fermé. Un robinet d'angle peut être installé. A des intervalles déterminés pendant chaque essai, ou entre les essais, et pour le vide maximal dans la conduite de raccordement, on doit fermer ce robinet. Si la colonne de mercure ne diminue pas de plus de 6 mm ou 0,25 in en 5 minutes, le raccordement peut être considéré comme étanche.

d) Des précautions particulières doivent être prises dans l'établissement des tuyauteries de raccordement avec le conduit d'échappement. Chaque manomètre ou colonne à mercure doit être monté aussi près que possible de la prise correspondante de pression dans l'enveloppe ou le conduit d'échappement, mais dans une situation où il ne soit pas exposé à des vibrations excessives et où l'observateur puisse faire les lectures avec commodité et précision.

e) Dans le cas des conduits d'échappement de petites dimensions ne nécessitant pas plus de quatre manomètres, toutes les prises de pression peuvent être logées dans les parois du conduit, de préférence en des endroits où les parois sont rectilignes dans la direction du courant, et où le courant présente le plus de chance d'être uniforme. Lorsque plus de quatre prises sont nécessaires, les autres prises doivent de préférence pénétrer à l'intérieur du conduit, auquel cas les trous de prise de pression doivent être munis de plaques de guidage disposées de manière que le courant de vapeur soit perpendiculaire à l'ouverture. Si le conduit d'échappement est muni de nervures ou de renforts traversant le courant de vapeur, quelques-unes des prises de pression doivent être montées au travers, avec leur ouverture perpendiculaire aux nervures et les affleurant. Les ouvertures des prises de pression des manomètres de pression d'échappement doivent être réparties sur toute la section du conduit d'échappement et, autant que possible, au centre de surfaces égales.

f) Si la mesure de la pression statique d'échappement est requise, cette mesure doit être faite à la bride d'échappement, ou de part et d'autre et au voisinage de celle-ci, en utilisant au moins un manomètre par 1,5 m² ou 16 ft² de la section du conduit d'échappement; mais en aucun cas il ne doit y avoir moins de deux manomètres, et il est inutile d'en employer plus de huit. La pression à considérer est la moyenne des lectures de tous les manomètres. Toute différence entre les lectures simultanées dépassant 2,5 mm ou 0,1 in doit faire l'objet de recherches.

La bride d'échappement doit être considérée comme étant le point où l'échappement de la turbine est fixé à la bride d'un joint d'expansion ou d'un condenseur. Lorsque l'échappement de la turbine est soudé au condenseur, l'emplacement de mesure de la pression d'échappement doit être précisé dans le contrat ou faire l'objet d'un accord entre les parties.

g) Les prises de pression à travers les parois du conduit d'échappement ou à travers des nervures traversant le courant de vapeur doivent être perpendiculaires à la paroi ou à la nervure et l'affleurer. L'orifice à l'extrémité ouverte ne doit pas avoir moins de 12,5 mm ou 0,5 in de diamètre, et son bord doit être uniformément arrondi à un rayon ne dépassant pas 0,8 mm ou 1/32 in. L'autre extrémité de l'orifice peut avoir toute dimension convenable pour le raccordement du tuyau. Les prises de pression dans les parois des conduits d'échappement, ou dans des nervures qui pénètrent dans le courant de vapeur, doivent être munies chacune d'une plaque de guidage d'au moins 30 cm × 30 cm ou 1 ft × 1 ft, centrée par rapport à la prise, mise en forme pour suivre la courbure de la paroi et située de 5 à 7 cm ou de 2 à 3 in de l'ouverture.

b) When an absolute pressure gauge is compared with a mercury column and a barometer, errors found in excess of 0.25 mm or 0.01 in require investigation and the discrepancy shall be eliminated. If a discrepancy between a mercury column and barometer combination and an absolute pressure gauge is found to be in excess of the above limit, it shall not be assumed that the error is in the absolute pressure gauge; both it and the barometer shall be the subjects of investigation.

c) Tightness of piping to exhaust pressure gauges and mercury manometers or columns shall be checked by installing a valve of a type that will not cause a pocket immediately adjacent to the exhaust casing or conduit, with the stuffing box, if any, exposed to the pressure in the gauge side of the piping when the valve is closed. An angle valve can be installed. At intervals during the test or between tests, with full vacuum on the piping, this valve is to be closed. If the mercury column reading falls at a rate not greater than 6 mm or 0.25 in in 5 minutes, the gauge piping may be deemed to be satisfactorily tight.

d) Special precautions must be taken in making the connections to the exhaust conduit. Each mercury manometer or column shall be mounted as near as practicable to the corresponding pressure connection in the exhaust conduit or casing, but in a position where it will be free from excessive vibration and where the observer can take readings with convenience and accuracy.

e) For small exhaust conduits requiring not more than four gauges, all the connections may be located in the walls of the conduit, preferably where the walls are straight in the direction of flow and where the flow is likely to be uniform. Where more than four gauges are required, some of the remaining pressure taps shall preferably be carried into the interior of the conduit, in which case the pressure holes shall be provided with guide plates arranged so that the steam flow is perpendicular to the opening. If the exhaust conduit is provided with ribs or braces traversing the steam space, some of the gauge piping connections shall pass through them with the opening flush and normal to the surface of the rib. The terminals of exhaust pressure gauge connections shall be distributed over the entire exhaust conduit area and so that they will be centred, as closely as practicable, in equal areas.

f) When required, the exhaust static pressure shall be measured at, or on either side of, and adjacent to, the exhaust flange, employing not fewer than one manometer for each 1.5 m² or 16 ft² of exhaust conduit area, but in no case shall there be fewer than two, nor need there be employed more than eight. The pressure to be considered is the average of all of them. A discrepancy in excess of 2.5 mm or 0.1 in between simultaneous readings is to be cause for investigation.

The exhaust flange shall be the joint where the turbine exhaust is fastened to the flange of an expansion joint or of a condenser. When the turbine exhaust is welded to the condenser, the location for exhaust pressure measurement shall be defined in the contract or agreed upon by the parties to the test.

g) Gauge connections through the walls of the exhaust conduit or through ribs traversing the steam space shall be normal to and flush with the surface of the wall. The hole at the open end shall be 12.5 mm or 0.5 in diameter and uniformly rounded to a radius not exceeding 0.8 mm or 1/32 in. The other end of the hole may be of any size suitable for pipe connection. Gauge connections in the walls of exhaust conduits, or in ribs traversing the steam space shall each be provided with a guide plate of not less than 30 cm × 30 cm or 1 ft × 1 ft, located centrally about the pressure tap, bent to conform to the curvature of the wall and located from 5 to 7 cm or 2 to 3 in from the opening.

h) Sous réserve d'un accord entre les parties, des prises de pression spéciales, des crépines ou dispositifs équivalents d'une exactitude reconnue, peuvent être employés à la place des trous affleurants, à condition d'être décrits complètement dans le rapport d'essai.

i) Des précautions doivent être prises pour que la branche du tube manométrique soumise à la pression atmosphérique ne soit pas influencée par des conditions atmosphériques locales différentes de celles auxquelles le baromètre est soumis. Des ventilateurs d'aération et de tirage peuvent produire des différences mesurables de pression atmosphérique. Dans certains cas, il peut être nécessaire de relier à une tuyauterie à l'extérieur du bâtiment la branche ouverte des manomètres ou des colonnes de mercure.

j) Des précautions doivent être prises pour s'assurer que les deux branches d'une colonne de mercure sont dans les mêmes conditions atmosphériques en ce qui concerne la température et que le mercure d'un manomètre, d'une colonne ou d'un baromètre, est bien à la même température que le thermomètre qui sert à corriger la hauteur mesurée de la colonne de mercure.

k) Les précautions qui précèdent doivent être observées dans le cas des mesures de basses pressions dont l'exactitude influe sur les résultats de l'essai, avec cette précaution supplémentaire que chacun des appareils, et les thermomètres qui lui correspondent, doivent être mis en place, prêts pour les lectures et soumis aux conditions de températures qui seront obtenues pendant l'essai, au moins deux heures avant le début de l'essai.

On peut augmenter la sensibilité en tapotant légèrement le tube du manomètre ou de la colonne pendant chaque observation. Les tubes de verre du manomètre ou de la colonne doivent être parfaitement propres avant l'introduction du mercure. On peut sécher les tubes en les rinçant progressivement à l'alcool et à l'éther ou par chauffage.

58. Manomètres à mercure

Le mercure utilisé dans les manomètres doit être pur et exempt de matières étrangères de toute nature. Le mercure pur a un poids spécifique de $0,01366 \text{ kg/cm}^3$ à 0°C ou de $0,4912 \text{ lb/in}^3$ à 32°F .

Dans le cas de lectures importantes à basse pression dont l'exactitude est susceptible d'influer sur les résultats des essais, du mercure pur doit être substitué au mercure existant dans le manomètre si l'on a des doutes quant à sa pureté. La purification du mercure implique des difficultés techniques et ne doit pas être entreprise par une personne manquant d'expérience en cette matière.

Les tubes de manomètres à mercure doivent être en verre de haute qualité exempt de plomb, de préférence d'un diamètre intérieur d'au moins 12,5 mm ou 0,5 in aux endroits où se font les lectures.

59. Correction des manomètres et colonnes de mercure

Les manomètres à mercure et colonnes de mercure dont l'exactitude influe sur les résultats de l'essai doivent subir les corrections suivantes :

- a) Une correction de température, pour ramener les lectures à la valeur qu'elles auraient si le mercure était à 0°C ou 32°F .
- b) Une correction d'échelle, s'il y a lieu, si la graduation n'est pas conforme à celle d'une règle étalon.
- c) Une correction de capillarité, si c'est nécessaire. Cette correction est à ajouter à la hauteur de la colonne telle qu'elle est mesurée au sommet des ménisques.
- d) Une correction de gravité, pour ramener les lectures à la valeur qu'elles auraient si l'accélération de la pesanteur à l'endroit de la mesure avait la valeur internationale normale de $980,66 \text{ cm/s}^2$ ou $32,174 \text{ ft/s}^2$.
- e) Une correction d'altitude, s'il y a une différence d'altitude entre le baromètre et le manomètre à mercure ou la colonne de mercure. Cette correction doit être ajoutée aux indications du baromètre, celui-ci ayant été corrigé en premier lieu de son erreur propre, s'il y a lieu.

h) Upon agreement by the parties to the test, special pressure tips, baskets or equivalent devices of demonstrated accuracy may be employed in place of the flush holes, provided they are completely described in the test report.

i) Precautions shall be taken that the manometer leg subject to atmospheric pressure cannot be influenced by any local atmospheric condition that would be different from that to which the barometer is subjected. Ventilating and draft fans can produce measurable differences in atmospheric pressure. There may be cases where it is necessary to pipe the atmospheric leg of the manometer or column out of doors.

j) Precautions must be taken to ensure that both legs of a mercury column are at the same atmospheric conditions as to temperature and that the mercury within a manometer, column or barometer is at the same temperature as the thermometer by which the mercury head's temperature is to be measured.

k) The foregoing precautions must be followed in the case of low-pressure readings, the accuracies of which influence the results of the test, with a further precaution that each of these instruments, together with its corresponding thermometers, shall be set up in place, ready for reading and subject to the temperature conditions that will obtain during the test, not less than two hours before a test is commenced.

Increased sensitivity may be obtained by gently tapping the manometer or column tube during each observation. The glass tubing of the manometer or column must be scrupulously clean before the mercury is introduced. Tubing may be dried by progressive rinsing with alcohol and ether or by heating.

58. Mercury manometers

Mercury used in manometers shall be pure and free from foreign matter of any kind. Pure mercury at 0°C or 32°F has a density of 0.01366 kg/cm³ or 0.4912 lb/in³.

For important low-pressure readings, the accuracies of which influence the results of the test, when a doubt arises as to the purity of the mercury in the manometer, pure distilled mercury shall be substituted. The purification of the mercury involves technical difficulties and should not be undertaken by one inexperienced in this work.

The tubing for mercury manometers shall be high-grade lead-free glass, preferably not less than 12.5 mm or ½ in bore at the places where readings will be taken.

59. Corrections of mercury manometers and columns

Mercury manometers and columns, the accuracy of which influences the results of the test, shall be corrected for:

- a) Temperature, to reduce the readings to the value which would obtain with the mercury at 0°C or 32°F.
- b) Scale correction, if necessary, to correspond to standard length.
- c) Capillarity, if necessary. The correction is to be added to the height of the column as measured to the top of the meniscus.
- d) Gravity, to reduce the readings to the values which would obtain if gravity at the location of the instrument had the international standard value of 980.66 cm/s² or 32.174 ft/s².
- e) Elevation, if there is a difference between the barometer and the mercury manometer or column. The former shall be corrected for this difference, having first been corrected for instrument error, if any.

60. Pression atmosphérique

La pression atmosphérique à laquelle sont rapportées les indications des manomètres ou colonnes de mercure doit, si possible, être déterminée au moyen d'un baromètre du type à mercure et tube de verre. Si on ne dispose pas de cet appareil, on doit déterminer la pression atmosphérique par une ou par les deux méthodes suivantes:

- a) Lecture obtenue au moment de l'essai d'un service météorologique local reconnu, corrigée de la différence d'altitude entre la station météorologique et la turbine.
- b) Baromètre anéroïde, à condition que son exactitude et son adaptation à la mesure soient certifiées par une autorité reconnue. L'emploi d'un baromètre anéroïde n'est admis que dans le cas où celui d'un baromètre en verre à mercure est impraticable, comme tel est le cas à bord des navires.

61. Baromètre

a) Le baromètre doit être du type à tube de verre et à mercure, certifié par une autorité nationale reconnue. Le diamètre intérieur du tube de verre du baromètre doit être d'au moins 6 mm ou $\frac{1}{4}$ in.

b) Si un doute sérieux est soulevé par une des parties quant à l'exactitude du baromètre à employer, ce dernier doit être comparé avec un baromètre du Bureau Météorologique local reconnu ou un baromètre équivalent si les deux parties sont d'accord. Dans le cas contraire, le baromètre doit être vérifié par un laboratoire de classe reconnue par les moyens sur lesquels un accord peut être obtenu.

62. Correction de baromètre

a) Les indications des baromètres doivent être tout d'abord ramenées à la température de 0°C (32°F) en effectuant une correction appropriée pour la température de référence de la graduation. La température de référence pour les échelles des pays utilisant le système métrique est généralement 0°C. Au Royaume-Uni et aux États-Unis, la température de référence de la graduation est généralement de 62°F. Les lectures pour 62°F peuvent être ramenées à 32°F en déduisant de la lecture à 62°F le produit de 0,0003 par la hauteur de la colonne de mercure en pouces.

b) Les baromètres doivent ensuite subir une correction pour tenir compte de la dépression capillaire du mercure. La graduation de certains types de baromètres à tube de verre peut être disposée de façon à fournir automatiquement la correction de sorte que, dans ce cas, aucune correction de capillarité ne doit être appliquée. Lorsqu'il s'agit de baromètres non munis de ce dispositif, on applique ces corrections.

c) Les lectures des baromètres doivent, en troisième lieu, être corrigées pour tenir compte de la différence d'altitude, s'il y a lieu, entre le baromètre et celui des appareils à mercure servant à la mesure des pressions qui doit lui être comparé.

Le baromètre auquel on compare les manomètres ou colonnes à mercure doit être situé autant que possible à la même altitude que les manomètres ou colonnes et dans la même pièce.

d) On doit faire une quatrième correction pour tenir compte de l'accélération de la pesanteur au lieu de l'essai. On trouve les valeurs des divers facteurs de correction dans plusieurs des tables reconnues de valeurs-étalons, telles que celles de l'Organisation Météorologique Mondiale, les tables des Offices Météorologiques Nationaux, celles de la Smithsonian Institution, etc.

MESURE DES TEMPÉRATURES

63. Points de mesure des températures

Les mesures des températures doivent être faites en des points aussi voisins que possible de ceux où les pressions correspondantes sont mesurées pour les déterminations d'enthalpies. Les températures dont la valeur influe sur les résultats de l'essai doivent être prises en deux points proches l'un de l'autre, et la moyenne des deux lectures est considérée comme la température du fluide.

60. Atmospheric pressure

The atmospheric pressure to which mercury manometers or columns are referred shall, wherever possible, be determined by means of a mercury-in-glass barometer. If this instrument is not available, the atmospheric pressure shall be determined from one or both of the following:

- a) A reading taken at the time of the test from a local recognized weather bureau, corrected for the difference of elevation of the weather bureau and the turbine.
- b) An aneroid barometer, provided that its accuracy and suitability are certified by a recognized authority. The use of an aneroid barometer is permitted only in cases where the use of mercury-in-glass barometers is impracticable, as on shipboard.

61. Barometer

a) The barometer shall be of the mercury-in-glass type, certified by a recognized national authority. The bore of the glass tube of the barometer shall not be less than 6 mm or $\frac{1}{4}$ in.

b) Should a reasonable doubt arise on the part of either party to a test as to the accuracy of the barometer that is to be employed, the barometer may be compared with a barometer of the local recognized Weather Bureau, or equal, if this is satisfactory to both parties to the test. Failing this, the barometer shall be checked by a laboratory of recognized standing by such means as may be agreed upon.

62. Barometer corrections

a) Barometers are firstly to be corrected to mercury at 0°C (32°F) with appropriate allowance for the reference temperature of the scale. The reference temperature for the scale in metric countries is usually 0°C. In the United Kingdom and the United States some scales may be referred to 62°F. Readings on a scale for 62°F can be corrected to a scale for 32°F by subtracting the product of 0.0003 and the height of the mercury column in inches from the reading at 62°F.

b) Barometers may secondly need to be corrected for capillary depression of the mercury. The scale of a mercury-in-glass barometer may be set so as to correct for this, in which case no capillarity corrections shall be applied. In the case of barometers not provided with this adjustment, corrections will apply.

c) Barometers are thirdly to be corrected for difference in elevation, if any, between a barometer and any of the mercury pressure reading devices that are to be referred to it.

The barometers to which the mercury manometers or columns are to be referred shall be located as near as possible at the same elevation as that of the manometers or columns and in the same room.

d) A fourth correction shall be made for gravity at the location of the test. Values of the various correction factors may be found in several recognized tables of standards such as those of the World Meteorological Organization, the Tables of National Weather Bureaux, the Smithsonian Tables, etc.

TEMPERATURE MEASUREMENTS

63. Points of temperature measurement

Temperature measurements shall be made at points as close as possible to the points at which the corresponding pressures are measured for enthalpy determinations. Temperatures, the values of which influence the results of the test, shall be taken at two different points close together and the mean of the two readings shall be taken as the temperature of the fluid.

Si l'on a des raisons de croire qu'il existe dans un même tuyautage des distributions inégales de fluide à des températures différentes, comme c'est le cas pour les mesures de température de fluides s'écoulant à faible vitesse dont la température influe sur les résultats d'essai, il y a lieu d'explorer le tuyautage sur tout son diamètre en utilisant des moyens de mesure de la température et d'établir une moyenne par une méthode faisant l'objet d'un accord entre les parties.

64. Appareils pour la mesure des températures

a) Deux appareils de mesure recommandés pour la mesure des hautes températures sont les suivants:

- a) un thermomètre électrique à résistance étalonné, associé avec un pont de mesure de précision, et
- β) un couple thermoélectrique étalonné de haute qualité associé avec un potentiomètre de précision appropriée.

L'appareil de mesure appliqué doit être décrit dans le rapport d'essai.

Les couples thermoélectriques et thermomètres à résistance ainsi que leurs potentiomètres, ponts de mesure et galvanomètres doivent être du matériel de précision et doivent être étalonnés avant et après les essais. Tout ce matériel doit être manipulé et entretenu avec soin et doit faire l'objet de vérifications périodiques en ce qui concerne son uniformité et sa stabilité.

b) Les thermomètres en verre à mercure doivent avoir des graduations gravées sur la tige et divisées suivant des échelles convenables.

Pour des mesures de températures dont la valeur influe sur les résultats des essais, les thermomètres doivent avoir des dimensions telles que les lectures puissent être faites avec une précision correspondant à une erreur d'au plus 0,2 pour cent de la lecture au-dessus du point de glace, avec un minimum de 0,05°C ou 0,1°F et un maximum de 0,55°C ou 1,0°F.

Les thermomètres en verre à mercure ne sont recommandés pour être utilisés dans les essais que lorsque la température mesurée est inférieure à 100°C ou 212°F et que les thermomètres sont d'un accès et d'une lecture faciles.

Un nombre suffisant de thermomètres à mercure de réserve doit être étalonné avant l'essai, de manière que tout thermomètre brisé puisse être remplacé immédiatement.

Les thermomètres commerciaux ou industriels sous enveloppe de métal ne doivent pas être utilisés pour les essais.

La correction de colonne émergente est déterminée à l'aide d'un thermomètre auxiliaire dont le réservoir est fixé au thermomètre principal en un point situé au tiers de la colonne émergente, c'est-à-dire au tiers de la distance entre l'extrémité extérieure du doigt de gant et le point de lecture du thermomètre principal. Le réservoir du thermomètre auxiliaire doit être calorifugé de manière à être affecté aussi peu que possible par les températures autres que celle de la tige du thermomètre principal.

c) Etant donné la difficulté que présente la lecture correcte d'un thermomètre en verre placé en un endroit d'accès difficile ou mal éclairé et l'incertitude de la correction de colonne émergente, on doit mesurer au moyen de couples thermoélectriques ou de thermomètres à résistance toutes les températures susceptibles d'influencer les résultats d'essai lorsque l'accès est difficile ou qu'il est nécessaire de faire une correction de colonne émergente.

65. Précautions à observer lors des mesures de température

On observera les précautions suivantes lors des mesures de température:

a) Réduire au minimum la chaleur, autre que celle émanant du fluide à mesurer, transmise par conduction ou rayonnement, vers ou en provenance des appareils de mesure de température.

Should it be suspected that there are uneven distributions of flow having different temperatures within a pipe, as in the case of temperature measurements of fluids of low velocity the temperature of which influences the results of the test, the pipe is to be explored across its diameter by temperature measuring means and an average determined by a means to be agreed by the parties to the test.

64. Instruments for temperature measurement

a) Two preferred instruments for high temperature measurements are:

- a) a calibrated electrical resistance thermometer with a precision bridge, or,
- β) a calibrated high grade thermocouple with a potentiometer of suitable accuracy.

The instrument used shall be described in the test report.

The thermocouples and resistance thermometers, and their potentiometers, bridge and galvanometers shall be precision equipment and shall be calibrated before and after the tests. All this equipment shall be carefully handled and maintained and shall be checked for uniformity and stability periodically.

b) Mercury-in-glass thermometers shall have etched-scale stems, graduated with suitable scales.

For temperature measurements, the values of which influence the results of the test, the thermometers shall be of such dimension that observation can be made within 0.2 per cent of the temperature as measured above ice point, but never less than 0.05°C or 0.1°F, nor more than 0.55°C or 1.0°F.

Mercury-in-glass thermometers are only recommended for use in tests when the measured temperature is less than 100°C or 212°F and when the thermometers are easily accessible and can be read without difficulty.

Prior to the test a sufficient number of mercury-in-glass thermometers shall be calibrated so that a broken thermometer can be replaced immediately.

Commercial or industrial metal-encased thermometers shall not be used for test observations.

The emergent column correction is to be determined by means of an auxiliary thermometer the bulb of which is attached to the main thermometer at a point one-third of the emergent column, that is, one third of the distance from the outer end of the thermometer pocket to the point of the reading of the main thermometer. The bulb of the auxiliary thermometer should be insulated so as to be affected as little as possible by other than the temperature of the stem of the main thermometer.

c) On account of the difficulty of reading correctly the temperature indicated by a mercury-in-glass thermometer placed in a position of difficult access or in one which is poorly lighted and the uncertainty of the accuracy of the emergent column correction, all temperatures which influence the results of the test shall be measured by thermocouples or resistance thermometers where access is difficult or an emergent column correction would be necessary.

65. Precautions to be observed in the measurement of temperature

The following precautions shall be observed in the measurement of the temperature:

- a) Reduce to a minimum the heat that is transmitted by conduction or radiation to or from the temperature measuring means other than from the medium being measured.

b) Le voisinage immédiat du point d'insertion et les parties dépassantes de la connexion doivent être isolés thermiquement.

c) Dans les tuyaux de petit diamètre, l'élément sensible du thermomètre doit être enfoncé jusqu'à l'axe du tuyau, ou tout au moins de 7,5 cm ou 3 in dans le fluide à mesurer. Dans les tuyaux de moins de 7,5 cm ou 3 in de diamètre, le thermomètre doit être disposé dans l'axe du tube, en le montant dans un coude ou dans un té. Si aucune de ces pièces n'existe, la tuyauterie doit être modifiée pour rendre ce montage possible. Dans les tuyaux de grand diamètre, le doigt de gant du thermomètre doit pénétrer d'au moins 15 cm ou 6 in dans le tuyau.

d) Pour les mesures de température de fluides en mouvement, la partie de l'appareil qui reçoit la chaleur ne doit pas se trouver dans une zone stagnante.

e) Les tubes et doigts de gant doivent être aussi minces que le permet la sécurité et le diamètre intérieur des doigts doit être aussi petit que possible. Il est important que les doigts de gant soient propres et exempts de corrosion ou d'oxydes.

f) Lors des lectures, le thermomètre ne doit pas être sorti en dehors du fluide dont il s'agit de mesurer la température plus qu'il n'est nécessaire pour rendre apparente l'extrémité de la colonne de mercure.

66. Doigts de gant pour thermomètres

a) La matière constituant le doigt de gant doit convenir pour les températures à mesurer. Dans le cas des températures élevées ou importantes pour l'essai, l'extérieur du doigt doit être muni d'ailettes pour favoriser l'absorption de chaleur. S'il s'agit de vapeur à haute pression et à haute température, il est bon de souder le doigt de gant au tuyau.

L'intérieur des doigts de gant doit autant que possible rester sec surtout pour la mesure des hautes températures, mais il doit être soigneusement recouvert et rendu étanche par de l'amianté ou un produit analogue pour réduire la circulation de l'air ou la perte de chaleur. Si l'emploi d'un liquide est jugé désirable pour améliorer le contact entre le doigt de gant et l'élément sensible du thermomètre, on ne doit en utiliser que le minimum nécessaire. Le liquide utilisé doit avoir une température d'évaporation nettement supérieure à la température la plus élevée à mesurer. On doit veiller à éviter que le liquide ne cause des dommages à l'élément sensible et à éviter la formation de courants de convection dans ce liquide.

b) Lorsque la température de la vapeur d'échappement est mesurée au moyen de thermomètres en verre et à mercure, des précautions supplémentaires doivent être prises pour isoler thermiquement le doigt de gant à l'endroit où il traverse la paroi de la conduite d'échappement, par exemple au moyen d'une pièce de traversée en fibre ou d'un dispositif équivalent ayant au moins 25 mm ou 1 in d'épaisseur radiale, sous réserve que cette traversée soit suffisamment résistante à la pression d'échappement. La partie extérieure du doigt de gant doit être calorifugée.

67. Etalonnage des appareils de mesure des températures

Les appareils de mesure des températures choisis et agréés doivent être étalonnés avant et après l'essai. Les thermomètres doivent être certifiés par une autorité reconnue quant à la date de l'essai, ou bien doivent être comparés à un thermomètre ainsi certifié dans toute l'étendue des températures où il est utilisé.

68. Mesures sur l'eau de circulation du condenseur

A) La garantie peut prescrire certain fonctionnement de la turbine avec des températures spécifiées de l'eau de circulation, soit à l'entrée, soit à la sortie, soit aux deux, lorsque le condenseur est fourni avec la turbine. La température d'entrée est généralement constante dans toute la section de la conduite et peut être mesurée au moyen d'un seul thermomètre. L'eau sortant du condenseur peut avoir des températures différentes en différents points de la conduite en raison de la stratification de l'écoulement. La mesure de température doit être faite aussi loin que possible du condenseur pour permettre le mélange, sous réserve qu'il n'y ait pas de perte de chaleur. Le nombre de thermomètres à employer ne doit pas être inférieur à un par 0,2 m² ou 2 ft² de section de conduite.

- b) The immediate vicinity of the point of insertion and the projecting parts of the connection shall be thermally insulated.
- c) In pipes of small diameter the temperature sensitive element must reach below the centreline or in any case at least 7.5 cm or 3 in into the fluid to be measured. In pipes of less than 7.5 cm or 3 in diameter the thermometer must be arranged axially in the pipe by inserting it in an elbow or tee. If none is available the piping shall be modified to render this possible. In pipes of large diameter the thermometer well shall project a minimum of 15 cm or 6 in inside the pipe.
- d) In measuring the temperature of flowing media the heat-receiving part of the apparatus must not be in a dead space.
- e) Tubes and wells shall be as thin as possible, consistent with safe stress and the inner diameters of the wells as small as possible. It is important that the wells be clean and free from corrosion or oxide.
- f) In taking readings the thermometer must not be raised in the medium, the temperature of which is being measured, further than necessary to render visible the top of the mercury thread.

66. Thermometer well

a) The material of the thermometer well shall be suitable for the temperature to be measured. Wells for high temperatures and important thermometer readings may be provided with external fins for good heat absorption. With high pressure and high temperatures, it is advisable to weld the thermometer wells to the pipe.

Thermometer wells shall preferably be dry, especially for the higher temperature measurements, but the well shall be carefully covered and sealed with asbestos or similar material to reduce air circulation or loss of heat. If the use of a liquid is considered desirable to improve the contact between the well and the sensitive element of the thermometer, only the minimum amount shall be used. The liquid employed shall have a temperature of evaporation much above the highest temperature that will be measured. Care shall be taken to avoid damage to the sensitive element by the liquid, and to avoid the setting up of convection currents in this liquid.

b) If exhaust temperature is measured by mercury-in-glass thermometers, additional precautions shall be taken to insulate thermally the thermometer well at the point where it passes through the wall of the exhaust conduit by means of a fibre bushing or its equivalent having not less than 2.5 cm or 1 in radial thickness, provided a bushing can be made secure against the exhaust pressure. The outer portion of the thermometer well shall be thermally insulated.

67. Calibration of temperature measuring devices

Selected and agreed temperature measuring devices shall be calibrated before and after the test. Thermometers must be certified by a recognized authority as of the date of the test or be compared with one so certified at the range of temperature at which it is used.

68. Condenser cooling water measurements

A) The guarantee may require a certain turbine performance with stated cooling water inlet or outlet temperature, or both, when the condenser is supplied with the turbine. Inlet temperature is generally constant across the section of the pipe and can be measured by a single thermometer. The discharge water may have different temperatures in different parts of the pipe due to insufficient mixing. This temperature measurement shall be made at as great a distance as possible from the condenser to permit mixing consistent with there being no loss of heat. A number of thermometers shall be employed, not less than one for each 0.2 m² or 2 ft² of pipe area.

B) Le débit d'eau de circulation peut être déterminé, quand c'est nécessaire, en appliquant l'une des méthodes suivantes:

- a) emploi d'un déversoir échanuré;
- b) emploi de tubes de Venturi ou leur équivalent dans la conduite d'entrée;
- c) emploi de tubes de Pitot, s'il est convenu que la différence de pression est suffisante pour procurer l'exactitude nécessaire;
- d) emploi de tuyères ou diaphragmes calibrés ou normalisés dans la conduite;
- e) méthode du bilan thermique.

69. Mesures de vitesse

a) Lors d'un essai où la puissance est mesurée électriquement, tout dispositif reconnu de mesure de la vitesse à lecture directe, tel qu'un fréquencesmètre de haute précision, peut être employé pour déterminer la vitesse.

b) Lors des essais non électriques, ou de tout essai dans lequel la vitesse est un facteur primordial pour le calcul de la puissance, la vitesse doit être déterminée au moyen d'un compteur intégrateur électronique ou mécanique accouplé de façon positive à un organe approprié de la turbine ou de la machine entraînée. La vitesse moyenne est alors déduite du nombre total de tours pendant la durée entière de l'essai. Les instants où le compteur est observé au début et à la fin de l'essai doivent être exacts à une seconde près.

En plus du compteur intégrateur, on doit employer un dispositif de mesure de la vitesse à lecture directe pour s'assurer que la vitesse est bien maintenue pendant tout l'essai dans les limites indiquées à l'article 11 d).

On doit lire le compteur à intervalles de temps régulier et noter les vitesses correspondantes afin de s'assurer que les valeurs initiales et finales sont correctes et que le dispositif de lecture directe ne donne pas d'erreurs.

c) Avant de procéder à une série d'essais sur un régulateur de vitesse, le tachymètre ou le compteur de tours et l'ensemble du système de régulation doivent être examinés et amenés dans des conditions de fonctionnement irréprochables.

d) Si l'essai a pour objet de donner une représentation exacte des variations de vitesse instantanées, on peut utiliser un tachymètre électrique enregistreur dont la partie voltmètre a l'inertie la plus faible possible.

Un oscillographe alimenté par les impulsions d'un générateur de fréquence et une cellule photo-électrique utilisée en combinaison avec un tambour ou disque à fentes fixé au bout de l'arbre de la turbine, est particulièrement recommandé pour cette mesure.

e) Un tachymètre électrique, utilisé pour enregistrer des vitesses ou rapports de vitesse réels sur de longues périodes, doit être exempt de toute sensibilité appréciable à la température.

70. Essais du régulateur de vitesse

a) Aucun réglage du régulateur de vitesse principal ou de sécurité ou d'un quelconque de leurs raccordements ne doit être admis au cours d'un essai ou d'une série d'essais du régulateur de vitesse principal ou de sécurité, sauf en ce qui concerne la détermination de l'étendue de réglage de la vitesse. Les essais destinés à déterminer la variation permanente de vitesse peuvent être effectués en chargeant ou en déchargeant la turbine.

b) On doit utiliser pour mesurer la vitesse de la turbine des appareils ayant une précision de l'ordre de 0,2 pour cent, tels que:

- a) un fréquencesmètre à aiguille de haute précision,
- β) un dispositif photoélectrique ou stroboscopique.

B) The quantity of the condenser circulating water may be determined by one of the following methods:

- a) Weir-notch method.
- b) Venturi tubes, or their equivalent on inlet pipe line.
- c) Pitot tubes, provided it is agreed that the differential head is sufficient to give the necessary accuracy.
- d) Calibrated or standardized nozzles or orifices in the pipe line.
- e) Heat balance.

69. Speed measurements

a) For a test in which the output is measured electrically, any recognized direct-reading speed measuring device such as a highly accurate frequency meter may be employed for determining speed.

b) For non-electrical tests, or any test in which speed is an important factor in the calculation of output, the speed shall be determined by means of an electronic-integrating counter or a mechanical-integrating counter positively geared to some portion of the turbine or driven machine. The average speed will be determined from the total number of revolutions during the whole period of test. The time of the counter observation at the beginning and end of the test shall be correct within one second.

In addition to the integrating counter a direct-reading speed-measuring device shall be employed by means of which it shall be ascertained that the speed is maintained during the test within the limits of Clause 11 d). The counter shall be read at uniform intervals of time and the corresponding speeds recorded in order to make certain that the initial and final values are proper and that the direct-reading device is not in error.

c) Prior to a speed-responsive governor test series, the tachometer or counter and the whole governing system shall be examined and placed in first-class reliable working condition.

d) If the object of the test is to portray momentary speed variation with accuracy, a recording electric tachometer having the least possible inertia in the voltmeter part may be employed.

An oscillograph fed with impulses from a frequency generator and a photo-electric cell used in conjunction with a slotted drum or disc fixed to the end of the turbine shaft is preferably recommended for this measurement.

e) An electric tachometer, used to record actual speeds or ratios of speeds over long periods, shall be free from significant temperature sensitivity.

70. Speed responsive governor tests

a) No adjustments to the main governor, or to the emergency governor or any of their connections, shall be permitted during any governor or emergency governor test or series of such tests, except in the determination of range of speed adjustment. Tests to determine permanent speed variation may be made by either imposing or removing load.

b) Equipment capable of measuring the speed of the turbine with an accuracy of the order of 0.2 per cent shall be used to determine the permanent speed variation of the governor, such as:

- a) a high precision pointer-type frequency meter, or
- β) a photo-electric or stroboscopic device.

c) Tandis que les essais du régulateur de vitesse peuvent être effectués à tout moment lorsque la turbine fonctionne sur une charge indépendante qu'il est possible de faire varier ou de supprimer soit progressivement, soit brusquement, il est fréquemment demandé d'exécuter de tels essais lorsque la turbine fonctionne dans une centrale en parallèle avec d'autres groupes sur une charge commerciale qui ne doit pas être interrompue.

d) Lorsque la charge du réseau ne peut pas être modifiée à volonté, la variation permanente de vitesse peut être déterminée de la manière suivante: l'unité en essai fonctionnant en « pleine charge » (voir l'article 71 a)) et à sa vitesse nominale, notée sur la feuille d'essai, la charge est diminuée jusqu'à zéro en agissant sur les régulateurs des autres machines chargées avec lesquelles la machine essayée est en parallèle. Lorsque la charge s'est annulée, l'excitation est réglée à la valeur qui correspond à la tension nominale à vide et à la vitesse nominale, et l'on note à nouveau la vitesse. Cette méthode ne peut pas être employée s'il n'est pas admissible d'augmenter la fréquence du réseau de la quantité qui correspond à la variation de vitesse du régulateur.

Lorsque le turbo-alternateur soumis à l'essai fait partie d'un réseau à fréquence constante, on peut obtenir les données nécessaires pour enregistrer le fonctionnement du régulateur des façons suivantes:

- 1) En déterminant la position du variateur de vitesse pour plusieurs vitesses différentes, la turbine fonctionnant à vide.
- 2) En déterminant la position du variateur de vitesse pour plusieurs charges différentes à la vitesse nominale, le turbo-alternateur étant interconnecté au réseau.

71. Variation de vitesse permanente et transitoire maximale

a) La « pleine puissance » définie pour les besoins des essais de variation de vitesse est la puissance maximale dont la turbine peut être déchargée lorsqu'elle fonctionne dans les conditions spécifiées avec toutes les soupapes d'admission complètement ouvertes.

b) L'essai de variation de vitesse est effectué lorsque la turbine fonctionne à la vitesse nominale dans les conditions spécifiées, avec toutes les soupapes complètement ouvertes, en lui faisant subir une diminution instantanée de puissance égale à la « pleine puissance » (telle que définie en a)), et en mesurant la vitesse maximale résultante n_m ; ensuite la vitesse décroît graduellement et finalement se fixe à la vitesse permanente « à vide » n_0 , qui doit être mesurée.

72. Vitesse de déclenchement de sécurité

La vitesse (n_s) à laquelle fonctionne le régulateur de sûreté peut être déterminée à tout moment où la turbine fonctionne à vide. Cette détermination s'effectue en déplaçant le régulateur ou son tringlage de façon à amener lentement la turbine à une vitesse suffisante. On doit augmenter la vitesse à raison de 1 pour cent par 5 secondes au maximum. L'erreur sur la mesure de la vitesse ne doit pas dépasser 0,2 pour cent.

Pendant tout essai du régulateur de sûreté, des précautions doivent être prises en vue de s'assurer que la vitesse maximale de sécurité indiquée par le constructeur ne sera pas dépassée.

73. Mesure du temps

Les instants et les durées des périodes d'essais et des mesures doivent être déterminés par l'un des moyens suivants:

- a) Signaux émis par une horloge-mère.
- b) Signaux (lumineux ou acoustiques) émis par un répartiteur agissant en coordination à partir des indications données par une horloge-mère ou par un chronomètre préalablement réglé sur une horloge-mère.
- c) Observation de chronomètres par des observateurs agissant individuellement.

c) While speed responsive governor tests can be readily made in cases where a turbine may operate on an independent load which can be varied or entirely removed at will, both slowly or suddenly, it is frequently desired to carry out such tests in the case of a turbine operating in a power station in parallel with other units on commercial loads that may not be interrupted.

d) Where the power system load cannot be varied at will, the permanent speed variation may be determined in the following way: with the unit under test operating at “full load” (see Clause 71 a)) and rated speed, which are recorded on the test log, the load is caused to drop to zero by means of the governor control of other loaded machines with which the test turbine is operating in parallel. When zero load is reached, the excitation adjusted to the value corresponding to no load at normal volts and normal speed, the speed is again recorded. This method cannot be employed unless it is permissible to raise the frequency of the electrical system by the amount of the governor speed variation.

Where the unit under test is part of a constant-frequency system, the necessary data for charting the governor action can be obtained from:

- 1) Determination of setting of the speed adjustment device at several different speeds at zero load, disconnected from the system, and
- 2) Determination of setting of the speed adjustment device at several different loads at rated speed, when connected to the system.

71. Permanent and maximum momentary speed variation

a) “Full load”, for the purpose of speed variation tests, is the maximum load that can be removed from the turbine working under specified operating conditions with all steam admission valves full open.

b) The speed variation test is accomplished with the turbine working at rated speed under specified operating conditions, with all steam admission valves full open, by removing instantaneously “full load” (as defined under a)) and recording the resultant maximum speed n_m ; then the speed will gradually drop and finally reach the permanent “no load” speed n , which is to be recorded.

72. Emergency trip speed

The speed (n_e) at which the emergency governor operates can be determined at any time the turbine is operating without load. This may be carried out by moving the governor or its linkage to bring the turbine slowly to sufficient speed. The speed shall be caused to increase at a rate not greater than 1 per cent per 5 seconds. The speed shall be measured with an error not exceeding 0.2 per cent.

During any emergency governor tests, precautions shall be taken to ensure that the turbine will not exceed the maximum safe speed stated by the manufacturer.

73. Time measurements

The time and duration of test periods and measurements shall be determined by one of the following means:

- a) Signals from a master clock.
- b) Signals (luminous or acoustic) given by a co-ordinating operator starting from indications given by a master clock or by a chronometer previously set by a master clock.
- c) Observation of time pieces by individual observers.

SECTION CINQ — CALCUL DES RÉSULTATS

74. Généralités

Lorsqu'on spécifie ou que l'on rend compte d'essais de consommation spécifique de chaleur ou de vapeur ou de débit de vapeur ou de puissance, on doit préciser si les valeurs se rapportent à la puissance nette à l'accouplement de la turbine ou à la puissance nette électrique.

75. Chaleur ajoutée au ou soustraite du cycle de la turbine

La consommation spécifique de chaleur (voir les formules de l'article 5, points *b*) *c*) *d*) *e*)) représente la quantité de chaleur fournie au cycle de la turbine, par kilowatt-heure, par le générateur de vapeur seul.

En certains points du cycle, d'autres quantités de chaleur peuvent s'y ajouter ou s'en retrancher. Bien que ces quantités affectent la consommation spécifique de chaleur, elles n'y sont pas comprises et, par conséquent, il y a lieu d'en tenir particulièrement compte lorsque l'on calcule les résultats d'essais des turbines types *a*), *b*), *c*) et *d*).

Parmi les sources d'addition de chaleur se trouvent :

- 1) pompe d'extraction (en général négligeable);
- 2) pompe ou pompes alimentaires si elles sont installées entre deux réchauffeurs d'eau d'alimentation;
- 3) condenseur d'éjecteur d'air à vapeur;
- 4) réfrigérants à gaz ou air d'alternateur;
- 5) réfrigérants d'huile.

De la chaleur peut être retranchée du cycle par :

- 6) un refroidissement de l'eau condensée dans les condenseurs au-dessous de la température de saturation;
- 7) des fuites à l'extérieur de vapeur des joints à labyrinthes de la turbine.

Le constructeur de la turbine est responsable des quantités de chaleur ajoutées au cycle ou soustraites du cycle, dans tout élément de l'installation compris dans le contrat de la turbine excepté la chaleur de l'eau d'appoint et de l'eau de désurchauffe. (Voir l'article 76.)

Si le constructeur de turbine, pour le calcul de sa garantie, fait intervenir des quantités de chaleur ajoutées ou soustraites dans certaines parties de l'installation ne faisant pas partie du contrat de la turbine et dont il n'est, par conséquent, pas responsable, les débits calorifiques de cette nature (kcal/h, Btu/h ou kJ/h) définis dans le contrat doivent être pris pour base dans l'estimation des résultats d'essais. (Voir l'article 76.)

Dans le cas de turbines des types *e*), *f*), *g*), *h*), *i*), fonctionnant suivant un cycle à soutirages de vapeur (voir note de l'article 2), la chaleur ajoutée au cycle ou soustraite du cycle affecte la consommation spécifique de vapeur (turbine type *e*), article 5, point *f*)), ou le débit de vapeur (turbines type *f*), *g*), *h*), *i*), article 5, points *g*), *h*), *i*), *j*)) et doit par conséquent être prise en compte pour évaluer les résultats d'essais. (Voir l'article 76.)

76. Correction pour la chaleur ajoutée ou retranchée

Lorsque le constructeur de la turbine est responsable de la chaleur ajoutée ou retranchée, on ne doit faire aucune correction à la consommation spécifique d'essai de chaleur ou de vapeur ou au débit d'essai de vapeur du fait de cette chaleur.

Lorsque le constructeur de la turbine n'est pas responsable de la chaleur ajoutée ou retranchée, on doit appliquer des corrections à la consommation spécifique d'essai de chaleur ou de vapeur ou au débit d'essai de vapeur pour toute différence entre la chaleur ajoutée ou retranchée au cours de l'essai et la cha-

SECTION FIVE — COMPUTATION OF RESULTS

74. General

If heat rate, steam rate, steam flow or capacity tests, etc., are specified or reported, it shall be stated whether these values refer to the net power at the coupling of the turbine or to the net electrical power.

75. Heat added to or abstracted from the turbine cycle

The heat rate (see formulae in Clause 5, items *b) c) d) e)*) represents the heat supplied to the turbine cycle per kilowatt-hour by the steam generator only.

At some points of the cycle other heat may be added or abstracted; while this heat affects the heat rate it is not included in it and therefore has to be specially considered when evaluating the heat rate test results of turbine types *a), b), c)* and *d)*.

Among the sources of added heat are:

- 1) extraction pump (as a rule negligible);
- 2) feed pump(s) if installed between two feed water heaters;
- 3) steam jet air ejector condenser;
- 4) generator gas/air cooler;
- 5) oil cooler.

Heat may be abstracted for example by:

- 6) undercooling of the condensate in the condenser;
- 7) extraneous steam leak from the turbine glands.

The turbine manufacturer is responsible for heat added to or abstracted from the cycle in any plant component included in the turbine contract except the heat of the make-up feed and of the desuperheating water. (See Clause 76.)

If the turbine manufacturer used, when computing his guarantee, heat added or subtracted in any plant component not included in the turbine contract, therefore outside of his responsibility, the flow of such heat (kcal/h, Btu/h or kJ/h) stated in the contract shall be considered when evaluating the test result. (See Clause 76.)

In the case of turbine types *e), f), g), h), i)* arranged for operation on a regenerative cycle (see: Note in Clause 2) the heat added to or abstracted from the cycle affects the steam rate (turbine type *e)*, Clause 5 item *f)*) or steam flow (turbine types *f) g) h) i)*, Clause 5 items *g), h), i), j)*), and therefore has to be considered when evaluating the test results. (See Clause 76.)

76. Correction for added or abstracted heat

When the turbine manufacturer is responsible for added or abstracted heat, no correction of the test heat rate or test steam rate or test steam flow shall be made on account of such heat.

When the turbine manufacturer is not responsible for added or abstracted heat, correction of the test heat rate or test steam rate or test steam flow shall be applied for any difference between the heat added or abstracted during the test and the corresponding heat on which the guarantees are based unless the

leur correspondante sur laquelle se basent les garanties, à moins que les deux parties soient d'accord pour considérer cette différence comme négligeable; on doit également appliquer des corrections à la consommation spécifique d'essai de chaleur ou de vapeur ou au débit d'essai de vapeur pour toute différence entre $M_{ir} h_{ir}$ et $M_m h_m$ au cours de l'essai et les quantités correspondantes sur lesquelles les garanties sont basées. Toutes ces différences affectent le système de réchauffage d'eau d'alimentation et la puissance de la turbine.

77. Débit de vapeur net

Des corrections doivent être apportées au débit de vapeur mesuré pour tenir compte:

- a) des fuites au condenseur et de l'eau d'appoint,
- b) d'entrées d'eau autre que l'eau condensée, les fuites du condenseur ou l'eau d'appoint, dans le condenseur ou en un autre point du cycle,
- c) de l'eau condensée qui ne passe pas par les dispositifs de mesure du débit d'eau,
- d) de la vapeur pénétrant dans le condenseur et ne provenant pas de la turbine.

78. Correction des résultats d'essai pour les conditions de fonctionnement

On doit établir deux tableaux ou deux ensembles de courbes des valeurs numériques de toutes les corrections relatives à chacune des conditions constituant la base de la garantie, et qui peuvent différer des conditions spécifiées.

- 1 — Un tableau ou un ensemble de courbes donnant la variation de la puissance pour une ouverture constante des soupapes de réglage correspondant à celle sur laquelle sont basées les garanties.
- 2 — Un tableau ou un ensemble de courbes donnant la variation de la consommation spécifique de vapeur ou de chaleur ou du débit de vapeur, de préférence sur la même base d'une ouverture constante des soupapes de réglage correspondant à celle sur laquelle sont basées les garanties.

Ces tableaux ou ensembles de courbes peuvent être incorporés au contrat d'achat ou faire l'objet d'un accord écrit entre les parties avant le commencement de l'essai, ou être établis au moyen d'essais spéciaux effectués à ouverture de soupape constante. Les valeurs des corrections pour toutes les variables doivent faire l'objet d'un accord pour chaque charge pour laquelle la consommation spécifique de vapeur ou de chaleur, ou le débit de vapeur, est garantie. Afin de corriger les résultats d'essais pour tenir compte des écarts entre les conditions a, b, c, etc., et les conditions spécifiées, la consommation spécifique d'essai de vapeur ou de chaleur, ou le débit d'essai de vapeur, ou la puissance d'essai suivant le cas, doit être multipliée par un facteur de correction $F = F_a \times F_b \times F_c \dots$

Si les conditions de fonctionnement réalisées à l'essai s'écartent des conditions spécifiées au point que la somme arithmétique des écarts par rapport à l'unité des facteurs de correction individuels $F_a, F_b, F_c \dots$, à l'exclusion du facteur de correction de pression d'échappement, dépasse 0,05, l'essai ne doit pas être considéré comme officiel à moins d'un accord spécial entre les parties intéressées.

Les corrections faisant l'objet d'un accord doivent comprendre les suivantes:

| Point | Grandeur |
|-------|--|
| a | Pression initiale de vapeur |
| b | Température initiale de vapeur |
| c | Température de la vapeur à l'entrée de la turbine après resurchauffeur |
| d | Chute de pression dans le système de resurchauffe |
| e | Pression d'échappement |
| | ou |
| e' | Débit d'eau de refroidissement du condenseur et température d'entrée |
| f | Vitesse de la turbine |
| g | Facteur de puissance |

Des corrections pour les différences terminales de températures des réchauffeurs d'eau d'alimentation, les chutes de pression dans les tuyaux de soutirage de vapeur, ou l'accumulation d'eau dans une bache tampon ou autres parties de l'installation, peuvent être nécessaires et, dans ce cas, on les calcule conformément au premier alinéa de l'article 80 A ou au premier alinéa de l'article 80 D.

difference is agreed by the interested parties to be negligible; also corrections of the test heat rate or test steam rate or test steam flow shall be applied for any difference between $M_{ir} h_{ir}$ and $M_m h_m$ during the test and corresponding quantities on which the guarantees are based. All these differences affect the feed heating system and the turbine power.

77. Net steam flow

Corrections shall be made to the steam flow determination for

- a) condenser leakage and make-up feed;
- b) water, other than condensate or condenser leakage or make-up feed water, entering the condenser or other point in the cycle;
- c) condensate which does not pass through the flow measuring means;
- d) steam entering the condenser that has not been supplied to the turbine.

78. Correction of test results for operating conditions

Two schedules or two sets of curves of numerical values of all corrections appertaining to each of the conditions constituting the basis of the guarantee and which may differ from the specified conditions shall be made:

- 1 — A schedule or set of curves for change of power with constant opening of control valves corresponding to that on which the guarantees have been based.
- 2 — A schedule or set of curves for change of steam rate or heat rate or steam flow, preferably on the same basis of constant opening of control valves corresponding to that on which the guarantees have been based.

These schedules or sets of curves may be embodied in the purchase contract or agreed in writing by the interested parties before the commencement of the test, or established by special tests at constant valve opening. Correction values for all variables shall be agreed upon for each load for which the steam or heat rate or steam flow is guaranteed. To correct the test result for the effect of the deviation of the conditions a, b, c, etc., from those specified, the test steam or heat rate, or test steam flow, or the test load as the case may be, shall be multiplied by a correction factor $F = F_a \times F_b \times F_c \dots$

Should the test operating conditions so depart from the specified conditions that the arithmetical sum of the variations from unity of the individual corrections factors $F_a, F_b, F_c \dots$, excluding exhaust pressure correction factor, exceeds 0.05, the test shall not be regarded as official unless specially agreed to by the interested parties.

The agreed corrections shall include the following:

| <i>Item</i> | <i>Quantity</i> |
|-------------|--|
| a | Initial steam pressure |
| b | Initial steam temperature |
| c | Steam temperature at turbine inlet after reheater |
| d | Pressure drop in reheater system |
| e | Exhaust pressure |
| | or |
| e' | Condenser cooling water flow and inlet temperature |
| f | Speed of turbine |
| g | Power factor |

Corrections for feed heater terminal temperature differences, pressure drops in bled steam pipes or water storage in a surge tank or other parts of the plant may be necessary and, if so, should be calculated in accordance with the first paragraph of Clause 80 A or the first paragraph of Clause 80 D.

79. Essais pour déterminer la valeur des corrections

Quand on procède à des essais spéciaux afin de déterminer la valeur des corrections, tous les essais d'une même série doivent être effectués le même jour, par le même personnel et avec le même appareillage. Un intervalle de temps suffisant doit être ménagé entre les essais partiels d'une même série pour permettre l'établissement de conditions stables.

80. Procédure des corrections

Le débit de vapeur mesuré doit être corrigé conformément à l'article 77; ce débit corrigé doit être utilisé pour déterminer la consommation spécifique de vapeur ou de chaleur ou le débit de vapeur dans les conditions de l'essai.

D'autres corrections doivent être effectuées, suivant qu'un des quatre cas ci-dessous, A, B, C, D s'applique:

A. Lorsque la consommation spécifique de chaleur est garantie (voir article 5, points *b) c) d) e)*), la consommation spécifique de chaleur de l'essai et la puissance de l'essai doivent être d'abord corrigées conformément à l'article 76. Ces corrections peuvent être faites en appliquant séparément à la consommation spécifique de chaleur et à la puissance les facteurs de corrections agréés correspondant aux divers points de l'article 75. En variante, sous réserve d'accord entre les parties, ces corrections peuvent être faites en calculant le bilan thermique d'ensemble pour les conditions des garanties et un bilan thermique analogue pour les conditions de l'essai.

La consommation spécifique de chaleur et la puissance qui en résultent doivent être alors corrigées conformément à l'article 78 pour autant que cet article s'applique, de façon à obtenir la consommation spécifique de chaleur et la puissance corrigées finales à comparer avec les garanties.

B. Lorsque la consommation spécifique de vapeur est garantie (voir article 5, points *a) et f)*), la consommation spécifique de vapeur et la puissance de l'essai doivent être corrigées conformément à l'article 78 pour autant que cet article s'applique, de façon à obtenir la consommation spécifique de vapeur et la puissance corrigées finales à comparer avec les garanties.

C. Lorsque le débit de vapeur est garanti (voir article 5, points *g) h) i) j)*), le débit de vapeur et la puissance de l'essai doivent être corrigés conformément à l'article 78 pour autant que cet article s'applique, de façon à obtenir le débit de vapeur corrigé final et la puissance corrigée finale à comparer avec les garanties.

D. Quand la consommation spécifique de vapeur ou le débit de vapeur est garanti pour des turbines des types *e), f), g), h), i)*, fonctionnant en cycle à soutirage de vapeur (voir note article 2), la consommation spécifique de vapeur d'essai ou le débit de vapeur d'essai et la puissance d'essai doivent être d'abord corrigés conformément à l'article 76. Ces corrections peuvent être faites en appliquant séparément au débit de vapeur et à la puissance les facteurs de correction agréés correspondant aux divers points de l'article 75. En variante, sous réserve d'accord entre les parties, ces corrections peuvent être faites en calculant le bilan thermique d'ensemble pour les conditions des garanties et un bilan thermique analogue pour les conditions de l'essai.

Le débit de vapeur et la puissance qui en résultent doivent alors être corrigés conformément à l'article 78, de façon à obtenir le débit de vapeur final et la puissance corrigée finale à comparer avec les garanties.

81. Essais de vitesse

Les résultats des essais de variation de vitesse effectués suivant la clause 71 *b)* et (ou) des essais de déclenchement du dispositif de sécurité de survitesse effectués suivant la clause 72 doivent être exprimés par un pourcentage du changement de vitesse rapporté à la vitesse nominale n_r .

79. Tests to determine correction values

When special correction tests are made, all tests of the same series shall be run on the same day, by the same personnel and with the same apparatus. A sufficient interval of time shall be allowed between tests of the same series for stable conditions to be established.

80. Correction procedure

The measured steam flow shall be corrected in accordance with Clause 77; this corrected steam flow shall be used to establish the test steam rate or test heat rate or test steam flow.

Further corrections shall be made according to which of the four following cases A, B, C, D applies:

A. When heat rate is guaranteed (see Clause 5, items *b c d e*)), the test heat rate and the test power shall be first corrected in accordance with Clause 76. These corrections may be made by separately applying to the heat rate and power agreed correction factors corresponding to the different items in Clause 75. Alternatively, if agreed by the parties to the test, these corrections may be made by computing the comprehensive heat balance for the conditions of the guarantee and a similar heat balance for the conditions of the test.

The resulting heat rate and power shall then be corrected in accordance with Clause 78, as far as applicable, to obtain the final corrected heat rate and power to be compared with the guarantees.

B. When steam rate is guaranteed (see Clause 5 items *g* and *f*)), the test steam rate and power shall be corrected in accordance with Clause 78, as far as applicable, to obtain the final corrected steam rate and power to be compared with the guarantees.

C. When steam flow is guaranteed (see Clause 5 items *g h i j*)), the test steam flow and power shall be corrected in accordance with Clause 78, as far as applicable, to obtain the final steam flow and power to be compared with the guarantees.

D. When steam rate or steam flow is guaranteed for turbine types *e), f), g), h), i)*, arranged for operation on a regenerative cycle (see Note in Clause 2), the test steam rate or the test steam flow and the test power shall be first corrected in accordance with Clause 76. These corrections may be made by separately applying to the steam flow and power agreed correction factors corresponding to the different items in Clause 75. Alternatively, if agreed by the parties to the test, these corrections may be made by computing the comprehensive heat balance for the conditions of the guarantees and similar heat balance for the conditions of the test.

The resulting steam flow and power shall then be corrected in accordance with Clause 78, as far as applicable, to obtain the final corrected steam flow and power to be compared with the guarantees.

81. Speed tests

The results of speed variation tests carried out in accordance with Clause 71 *b)* and of emergency trip speed carried out in accordance with Clause 72 shall be expressed as percentage change from the rated speed n_r .

Pourcentage de la variation permanente de vitesse = $100 \frac{n_o - n_r}{n_r}$

Pourcentage de la variation transitoire maximale de vitesse = $100 \frac{n_m - n_r}{n_r}$

Pourcentage de survitesse à laquelle fonctionne le régulateur de survitesse = $100 \frac{n_e - n_r}{n_r}$

82. Facteurs de conversion

Les facteurs de conversion suivants ont été approuvés par les autorités internationales et doivent être utilisés dans le calcul des caractéristiques de fonctionnement des turbines.

1 kJ (kilojoule) = 10^{10} ergs

1 kcal = 4,1868 kJ = 426,935 kg m

1 Btu = 1,05506 kJ = 778,169 ft lb

1 kW = 101,972 kg m/s = 737,562 ft lb/s

1 kWh = 3 600 kJ = 367 098 kg m = 859,845 kcal

1 kWh = 3 600 kJ = 2 655 220 ft lb = 3 412,14 Btu.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60046:1962
WithDRAWN

$$\text{Per cent permanent speed variation} = 100 \frac{n_o - n_r}{n_r}$$

$$\text{Per cent maximum momentary speed variation} = 100 \frac{n_m - n_r}{n_r}$$

$$\text{Per cent of overspeed at which the emergency governor operates} = 100 \frac{n_e - n_r}{n_r}$$

82. Conversion factors

The following standards and conversion factors have been approved by International Authorities and shall be used in calculations of steam turbine performance.

| | | | |
|--------|---|------------------|-----------------------------------|
| 1 kJ | = | 10 ¹⁰ | ergs |
| 1 kcal | = | 4.1868 kJ | = 426.935 kg m |
| 1 Btu | = | 1.05506 kJ | = 778.169 ft lb |
| 1 kW | = | 101.972 kg m/s | = 737.562 ft lb/s |
| 1 kWh | = | 3 600 kJ | = 367 098 kg m = 859.845 kcal |
| 1 kWh | = | 3 600 kJ | = 2 655 220 ft lb = 3 412.14 Btu. |

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60046:1962

WithDrawn