

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 45

Deuxième édition — Second edition

1958

Recommandations concernant les turbines à vapeur

Première Partie: Spécification

Recommendations for steam turbines

Part I: Specification



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
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 45

Deuxième édition — Second edition

1958

Recommandations concernant les turbines à vapeur

Première Partie: Spécification

Recommendations for steam turbines

Part I: Specification



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Page
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Puissance nominale	6
3. Puissance économique	6
4. Caractéristiques de réglage	6
5. Réglage de la vitesse	6
6. Arrêt de sécurité	6
7. Vitesse maximum	8
8. Consommation de vapeur (ou de chaleur)	8
9. Limites de la température de l'huile de graissage	10
10. Huile de graissage	10
11. Fonctionnement en parallèle	10
12. Vibration et bruit	10
13. Vitesse critique	10
14. Tables de vapeur	10
15. Turbines avec réchauffage de l'eau d'alimentation par soutirage	10
16. Turbines avec resurchauffe	12
17. Essai hydraulique	12
18. Equipement normal	12
19. Instruments de contrôle	16
20. Vireur	16
21. Fonctionnement sans condensation	16
22. Fonctionnement avec perte de vide	16
23. Limites de variation par rapport aux valeurs nominales de la pression et de la température de vapeur	18
Annexe A — Renseignements à fournir avec toute demande de prix ou commande de turbines à vapeur	20
Annexe B — a) Normes préférentielles pour les grandes turbines à condensation à 3 600 tr/min	24
b) Normes préférentielles pour turbines à vapeur à condensation pour groupes turbo-alternateurs à 3 000 tr/min, sans alternateur auxiliaire directement accouplé	26
Annexe C — Autres types de turbines	30
Annexe D — Equipements types et instruments de contrôle	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES TURBINES A VAPEUR

Première Partie: SPÉCIFICATION

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 première édition de la publication N° 45 de la C.E.I., Spécification relative aux turbines à vapeur, a été publiée en 1931. Depuis lors, la technique des turbines à vapeur a fait de grands progrès dans trois directions principales, à savoir l'accroissement de la puissance unitaire, de la pression et de la température de vapeur. Pour tenir compte de cette évolution, le Comité d'Etudes N° 5 a procédé à la révision de la publication N° 45 au cours de ses réunions de Londres (1950), Philadelphie (1954) et Munich (1956). Dans le cadre de cette révision de nombreux points ont été éclaircis ou développés, des explications ont été fournies au sujet du matériel utilisé pour obtenir un degré de sécurité plus élevé et des limites de variation de pression et de température valables pour les installations modernes ont été prescrites; du point de vue économique, les tableaux de normes préférentielles, comprenant une gamme étendue de puissances nominales avec spécification des caractéristiques de vapeurs, présentent un très grand intérêt.

Le projet de texte fut soumis aux Comités nationaux en mars 1955 pour approbation suivant la Règle des Six Mois.

A la suite de la réunion de Munich, un projet révisé du texte de la Section b) de l'Annexe B, Normes préférentielles pour turbines à vapeur à condensation pour groupes turbo-alternateurs à 3 000 tr/min, sans alternateur auxiliaire directement accouplé, fut soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Procédure des Deux Mois.

Lors du vote, les pays suivants se sont prononcés expressément en faveur de la publication des présentes recommandations:

Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Autriche	Royaume-Uni
Belgique	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
France	Union Sud-Africaine
Hongrie	Yougoslavie
Italie	

Le souhait est exprimé que, dans sa forme révisée, cette Spécification pourra rendre service à l'industrie des turbines à vapeur dans le monde entier.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RECOMMENDATIONS FOR STEAM TURBINES

Part I: SPECIFICATION

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

The first edition of I.E.C. Publication No. 45, Specification for Steam Turbines, was issued in 1931. Since that time Steam Turbine practice has made great progress in three principal directions: higher unit output, higher steam pressure and higher steam temperature. To meet these new developments Technical Committee No. 5 revised Publication No. 45 at the meetings in London (1950), Philadelphia (1954) and Munich (1956). This revision clarified or amplified many items, explained modern equipment used to ensure greater safety, prescribed permissible limits for pressure and temperature variation in modern plants; from an economic point of view the tables of Preferred Standards, a series of ratings covering a wide range with specified steam characteristics, are of great importance.

The draft text was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March, 1955.

After the Munich meeting, a revised Section (b) of Appendix B, Preferred standards for 3 000 rev/min condensing steam turbines for turbo-generator sets without auxiliary generator, was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure.

During the voting the following countries voted explicitly in favour of publication:—

Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	Sweden
Czechoslovakia	Switzerland
Denmark	Union of South Africa
Finland	United Kingdom
France	United States of America
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Hungary	Yugoslavia
Italy	

It is hoped that the revised Specification will benefit the Steam Turbine industry all over the world.

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES TURBINES A VAPEUR

Première Partie: SPÉCIFICATION

1. Domaine d'application

La présente spécification concerne les turbines à vapeur à condensation qui équipent les centrales électriques. Certaines de ces dispositions peuvent s'appliquer à des turbines à vapeur destinées à un autre usage, dans la mesure où elles conviennent.

2. Puissance nominale

La puissance nominale d'une turbine à vapeur s'exprime par la puissance maximum continue garantie aux bornes de l'alternateur, déduction faite de la puissance absorbée par l'excitation, la ventilation, la lubrification et les auxiliaires à hydrogène, si ces auxiliaires sont fournis séparément, lorsque cette turbine fonctionne dans les conditions spécifiées en ce qui concerne la vitesse, la pression et la température d'admission de vapeur, le réchauffage de l'eau d'alimentation, la pression d'échappement et éventuellement la resurchauffe. Dans certains cas, la puissance nominale peut être garantie à l'accouplement.

Lorsque la turbine et son condenseur font l'objet d'un même contrat, le débit disponible et la température de l'eau de refroidissement doivent être spécifiés.

Nota. — Pour les « normes préférentielles » recommandées, voir annexe B.

3. Puissance économique

La puissance la plus économique d'une turbine peut être fixée à tout pourcentage convenu de sa puissance nominale. On donne fréquemment la préférence à une puissance économique égale à 100 % de la puissance nominale, mais tout autre pourcentage peut être spécifié.

Nota. — Chaque Comité national peut faire figurer dans ses propres règles nationales le pourcentage du régime adopté dans son pays.

4. Caractéristiques de réglage

La variation permanente de vitesse entre la « marche à vide » et la « pleine charge » ne doit être ni inférieure à 3 %, ni supérieure à 5 % de la vitesse nominale.

Si, la turbine fonctionnant dans les conditions de vapeur nominales et à sa vitesse nominale, la charge nominale vient à être supprimée, la variation maximum de la vitesse ne doit pas être suffisante pour provoquer le fonctionnement du régulateur de sécurité.

5. Réglage de la vitesse

La vitesse à vide de la turbine doit être réglable dans les limites de 6 % au-dessus et au-dessous de la vitesse nominale.

Une turbine entraînant un alternateur ne doit pas être appelée à fonctionner continuellement au-dessous de 97 % ou au-dessus de 103 % de sa vitesse nominale.

6. Arrêt de sécurité

L'admission de la vapeur doit pouvoir être fermée automatiquement dans les éventualités suivantes:

- A. Excès de 10 (\pm 1) % au-dessus de la vitesse nominale. Lorsque le régulateur de sécurité entre en action, la vitesse maximum atteinte ne doit pas dépasser la limite de sécurité pour la turbine

RECOMMENDATIONS FOR STEAM TURBINES

Part I: SPECIFICATION

1. Scope

This specification applies to condensing steam turbines for electric power station service. Certain of its provisions can apply to steam turbines for other services in so far as they are suitable.

2. Rating

The rating of a steam turbine shall be its guaranteed maximum continuous output at the generator terminals, after deducting the power for excitation, ventilation, lubrication and hydrogen auxiliaries where separately supplied, and when operating at the specified conditions as regards speed, steam inlet pressure and temperature, feed water heating, exhaust pressure and reheating if employed. The rating at the coupling may be guaranteed in certain cases.

When the turbine and its condenser are to be included in a single contract, the available cooling water flow and the cooling water temperature shall be specified.

Note. — For recommended “Preferred Standards”, see Appendix B.

3. Economical rating

The most economical output of a turbine may be at any agreed percentage of its rating. Preference is frequently given for most economical output at 100 per cent of rating but any other percentage may be specified.

Note. — Individual National Committees may include in their national specifications that percentage of rating that is accepted in their country.

4. Governing characteristics

The permanent speed variation from “no load” to “full load” shall be not less than 3 per cent nor exceed 5 per cent of the rated speed.

When operating with rated steam conditions and at the rated speed, and the rated load is thrown off, the maximum variation in speed shall not be sufficient to bring the emergency governor into operation.

5. Speed adjustment

The speed of the turbine at no load shall be adjustable within 6 per cent above and below the rated speed.

A turbine for generator drive shall not be required to operate continuously at below 97 per cent or above 103 per cent of the rated speed.

6. Emergency trip

The admission of steam shall be shut off automatically in the following eventuality:

- A. An excess of 10 (\pm 1) per cent above rated speed. When the emergency governor acts, the maximum speed shall not exceed a safe limit for the turbine or the driven unit. The emergency

ou l'alternateur entraîné. Le régulateur de sécurité doit pouvoir être réarmé lorsque la vitesse de la turbine a déchu jusqu'au voisinage de la vitesse nominale.

B. Dans des cas spécifiés, la fermeture automatique de l'admission de vapeur peut être demandée dans les éventualités suivantes:

- a) Accroissement de la pression d'échappement au-dessus d'une certaine limite.
- b) Diminution de la pression de l'huile de graissage au-dessous d'une certaine limite.
- c) Usure excessive, et/ou échauffement excessif, et/ou avarie des paliers de butée.

Dans le cas des éventualités a), b) ou c), l'alternateur doit être séparé automatiquement du réseau pour éviter que la turbine ne soit entraînée par l'alternateur fonctionnant en moteur. Cette séparation doit être évitée avant la fermeture de l'admission de vapeur.

7. Vitesse maximum

Il ne devra pas être imposé à la turbine de supporter une survitesse d'essai supérieure de plus de 15% à la vitesse nominale, et la durée d'application de cette survitesse ne devra pas dépasser 5 minutes.

Si cet essai de survitesse est exigé, il doit être effectué de préférence dans les ateliers du constructeur, et il ne doit pas être exécuté plus d'une fois.

8. Consommation de vapeur (ou de chaleur)

- a) La consommation de vapeur (ou de chaleur) par kilowatt-heure dans les conditions spécifiées peut être demandée et indiquée soit pour toute charge spécifiée, soit pour une série de charges. La garantie de consommation de vapeur (ou de chaleur) doit être limitée à une ou plusieurs charges spécifiées, ou bien à la consommation pondérée de vapeur (ou de chaleur) pour une série de charges. Dans ce dernier cas, la consommation pondérée de vapeur (ou de chaleur) doit être calculée d'après la formule suivante:

$$\text{Consommation pondérée de vapeur (ou de chaleur)} = \frac{a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}$$

en désignant par:

a_1, a_2, a_3, a_4 = les multiplicateurs convenus ou coefficients de pondération pour 100%, 80%, 60% et 40% de la puissance nominale ou pour d'autres pourcentages choisis, non inférieurs à 40%.

x_1, x_2, x_3, x_4 = les consommations de vapeur (ou de chaleur) par kilowatt-heure pour les pourcentages convenus de la puissance nominale.

Lorsque les garanties sont exprimées sous la forme d'une consommation de chaleur, la consommation de vapeur d'essai, corrigée pour tenir compte des écarts entre les conditions de l'essai et les conditions spécifiées, doit être convertie en consommation de chaleur et les valeurs ainsi obtenues doivent être considérées comme représentant la consommation de chaleur corrigée. Les coefficients de correction à appliquer à la consommation de vapeur pour tenir compte des écarts entre les conditions de service et les conditions spécifiées pour l'essai, devraient être incorporés au contrat. Si ces coefficients ne sont pas incorporés au contrat, ils peuvent être fixés par accord entre les parties, avant le commencement de l'essai de réception de l'installation.

- b) Lorsqu'une turbine est prévue pour être utilisée avec de la vapeur resurchauffée ou lorsqu'elle doit fournir de la vapeur pour le réchauffage de l'eau d'alimentation, la garantie de consommation de chaleur doit être indiquée dans les conditions de service correspondantes, y compris celles relatives à la resurchauffe ou à la fourniture de vapeur pour le réchauffage de l'eau d'alimentation.

governor shall be capable of being reset when the speed of the turbine has decreased to about rated speed.

B. In specified cases steam shall also be shut off automatically in the following eventualities:

- (a) Increase in exhaust pressure above a certain limit.
 - (b) Drop in pressure of the lubricating oil below a certain limit.
 - (c) Excessive wear and/or temperature rise and/or failure of thrust bearings.
- In the event of occurrences (a), (b) or (c) the generator shall be disconnected from the electrical system to prevent motoring of the turbine-generator unit. Disconnection from the electrical system before steam admission is shut off, must be avoided.

7. Maximum speed

The turbine shall not be called upon to withstand a higher test overspeed than 15 per cent above rated speed and the duration of such test shall not exceed 5 minutes.

If this maximum speed test is required, it shall preferably be performed in the turbine manufacturer's plant and it shall not be performed more than once.

8. Steam (or heat) rate

- (a) The steam (or heat) rate per kilowatthour under the specified conditions may be requested and furnished either for some specified load or for a series of loads. The steam (or heat) rate guarantee shall be confined to one or more specified loads or to the weighted steam (or heat) rate of the series of loads which shall be calculated from the following equation:

$$\text{Weighted steam (or heat) rate} = \frac{a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}$$

where

a_1, a_2, a_3 and a_4 = the agreed multipliers or weighting factors at 100 per cent, 80 per cent, 60 per cent and 40 per cent, or other selected percentages not lower than 40 per cent.

x_1, x_2, x_3 and x_4 = the steam (or heat) rate per kilowatthour at the agreed percentages of the rating.

When guarantees are given in terms of heat rate, the tested steam rate, corrected for variations of test conditions from specified conditions, shall be converted into heat rate and the figures so obtained shall represent the corrected heat rate.

Correction factors to be applied to the steam rate for variations in the operating conditions from the conditions specified for the test should be included in the contract. If not included in the contract, these correction factors should be agreed between manufacturer and purchaser prior to the commencement of the acceptance test of the turbine-generator plant.

- (b) When a turbine is to be designed to utilize reheated steam or to supply steam for feed heating purposes, the heat rate guarantee shall be given under the design conditions including those for reheat and/or steam supply for feed heating.

Lorsqu'il est prévu des tuyères ou des soupapes de by-pass commandées à main, les positions de ces soupapes aux différentes charges pour lesquelles les garanties sont prévues devront être spécifiées par le constructeur.

Les règles qui feront foi pour les essais de réception doivent être spécifiées.

Le débit maximum horaire de vapeur à l'admission doit être indiqué par le constructeur de la turbine, pour les conditions spécifiées de vapeur à l'admission.

Les présentes règles ne prévoient aucune tolérance. Si des tolérances sur les garanties de consommation de vapeur (ou de chaleur) sont demandées dans un but commercial, elles doivent être établies d'accord entre le constructeur et l'acheteur et incorporées au contrat.

9. Limites de la température de l'huile de graissage

La température moyenne de l'huile de graissage à la sortie d'un palier quelconque ne doit pas dépasser 71°C (160°F). La température maximum de l'eau de refroidissement à son arrivée doit être spécifiée par l'acheteur.

10. Huile de graissage

L'huile à employer pour le graissage doit être choisie par l'acheteur sur une liste d'huiles spéciales et/ou d'après la spécification des caractéristiques de l'huile fournie par le constructeur de la turbine.

11. Fonctionnement en parallèle

Les caractéristiques de la turbine doivent être telles que le groupe turbo-alternateur puisse fonctionner en parallèle avec d'autres machines existantes, à condition que ces autres machines elles-mêmes fonctionnent entre elles correctement en parallèle et qu'elles ne présentent pas de caractéristiques anormales, soit individuellement, soit dans leur ensemble.

12. Vibrations et bruit

Sous réserve que la centrale soit établie sur des fondations appropriées, les vibrations et le bruit ne doivent pas être plus élevés que ceux d'installations analogues de bonne conception et fabrication, fonctionnant dans des conditions semblables.

13. Vitesses critiques

Les vitesses critiques de l'ensemble de la turbine et de la machine entraînée doivent être suffisamment éloignées de la vitesse nominale pour éviter toute influence défavorable sur le fonctionnement régulier dans la gamme des vitesses spécifiées aux articles 5, 6 et 7.

14. Tables de vapeur

Le titre et l'édition des tables de vapeur utilisées pour les garanties et pour le calcul des résultats d'essais, et adoptées d'un commun accord par l'acheteur et le constructeur, doivent être mentionnées dans le contrat.

15. Turbines avec réchauffage de l'eau d'alimentation par soutirage

Lorsque des soutirages de vapeur sont prévus pour le réchauffage de l'eau d'alimentation et que les réchauffeurs ne sont pas fournis par le constructeur de la turbine, ce dernier doit spécifier à l'acheteur la pression et l'enthalpie de la vapeur en chaque point de soutirage de la turbine; l'acheteur doit garantir le bon fonctionnement du système de réchauffage de l'eau d'alimentation et doit fournir, avec ses spécifications, un bilan thermique d'après lequel les garanties de consommation de chaleur seront établies pour l'ensemble.

When any manually operated nozzle or by-pass valves are to be supplied, the turbine manufacturer shall specify the position of the valves under which the guarantees at the various loads have been made.

The Rules which shall govern the acceptance tests shall be specified.

The maximum steam flow per hour through the stop valve shall be furnished by the turbine manufacturer for the specified inlet steam conditions.

Tolerances are not within the scope of this specification. Should tolerances on the steam or heat rate guarantees be required for commercial purposes, they shall be the subject of agreement between the purchaser and the manufacturer and included in the contract.

9. Limits of lubricating oil temperature

The mean temperature of the oil as it leaves any bearing shall not exceed 71°C (160°F). The maximum temperature of the supply of cooling water to the oil cooler shall be specified by the purchaser.

10. Lubricating oil

The oil to be used shall be selected by the purchaser from a list of specific oils and/or specifications of oil characteristics, furnished by the turbine manufacturer.

11. Parallel operation

The characteristics of the turbine shall be such that the turbine-generator can be run in parallel with any existing machines provided the latter can run correctly in parallel with each other and possess no abnormal features, either individually or collectively.

12. Vibration and noise

Vibration and noise, provided the plant is installed on suitable foundations, shall not be greater than with similar plant of first class design and workmanship operating under similar conditions.

13. Critical speed

The critical speeds of the combined turbine and driven element shall be sufficiently removed from the rated speed to avoid any adverse effect on the smooth operation of the unit over the range of speeds specified in Clauses 5, 6 and 7.

14. Steam tables

The title and edition of steam tables to be used for the guarantees and for the computation of test results as agreed upon by the purchaser and the turbine manufacturer shall be stated in the contract.

15. Turbines with regenerative feed heating

When arranged for steam extraction for heating feed water and the heaters are not supplied by the turbine manufacturer, the turbine manufacturer shall specify to the purchaser the pressure and heat content of the steam at each extraction outlet of the turbine; the purchaser shall guarantee the performance of the feed water heating system and supply with his specifications a heat balance diagram from which the heat rate guarantees of the complete set shall be formulated.

Le diagramme du bilan thermique doit mettre en évidence les conditions suivantes :

- a) la chute de pression entre bride de soutirage et réchauffeur;
- b) les pertes de chaleur des réchauffeurs;
- c) la différence terminale de température des réchauffeurs, c'est-à-dire la différence entre la température de saturation de la vapeur dans les réchauffeurs et la température de l'eau d'alimentation à sa sortie des réchauffeurs;
- d) la différence terminale de température des refroidisseurs de purge éventuellement utilisés, c'est-à-dire la différence entre la température de l'eau de condensation provenant du réchauffeur et quittant le refroidisseur et la température de l'eau d'alimentation entrant dans le refroidisseur.

L'acheteur et le constructeur devront se mettre d'accord sur la définition de la consommation de chaleur par kilowatt-heure et sur la formule à employer pour la calculer, étant donné la disposition prévue pour les réchauffeurs.

16. Turbines avec resurchauffe

Lorsque la turbine est prévue avec resurchauffe entre étages et que le resurchauffeur n'est pas fourni par le constructeur de la turbine, ce dernier doit indiquer à l'acheteur la pression, la température ou titre et le débit horaire de vapeur à la sortie de la turbine vers le resurchauffeur, sous la ou sous les charges garanties. L'acheteur doit spécifier pour le point ou les points de charge spécifiés, et pour les débits de vapeur correspondants, la chute de pression à travers le système de resurchauffe et la température de la vapeur resurchauffée fournie à la turbine.

17. Essai hydraulique

Toutes les pièces soumises à la pression de vapeur spécifiée doivent être essayées sous une pression hydraulique supérieure de 50 % à la pression spécifiée; s'il est possible de le faire, les autres parties de la turbine doivent être essayées sous une pression hydraulique supérieure de 50 % à la plus haute pression de service (pression effective) à laquelle chacune de ces parties doit être soumise. La turbine dans son ensemble doit être capable de supporter une pression hydraulique de 1,05 kg/cm² (15 lb/in²) (pression effective).

18. Equipement normal

A. Les accessoires suivants sont fournis normalement avec la turbine:

- a) Plaque de base ou semelles pour la turbine et l'alternateur (en cas de besoin), avec les chaises-paliers de l'alternateur (en cas de besoin).
- b) Vanne(s) d'isolement de vapeur avec colonne d'appareillage et accessoires appropriés, à la demande de l'acheteur.
- c) Vanne(s) d'arrêt de sécurité avec filtre(s) de vapeur, commandée(s) par le régulateur de sécurité et susceptible(s) d'être actionnée(s) à la main.

Nota. — Les accessoires b) et c) peuvent être combinés.

- (I) Dans le cas de resurchauffe, soupape(s) de modération avec filtre(s) de vapeur pour montage à l'entrée de la vapeur resurchauffée, précédée(s) par une (des) vanne(s) d'interception commandée(s) par le régulateur de sécurité.
- d) Accouplement flexible complet ou demi-accouplement rigide avec boulons.
- e) Système de graissage comprenant: réservoir principal d'huile (séparé ou combiné avec la plaque de base de la turbine); réfrigérant(s) d'huile, filtre(s) d'huile et toutes tuyauteries d'huile formant partie intégrante du système de graissage de la turbine, à l'exception des

The heat balance diagram shall show the following conditions:

- (a) The pressure drop from extraction outlet to heater.
- (b) The heat losses from heaters.
- (c) The terminal difference at heaters, that is, the difference between the saturation temperature of the steam in the heater and the temperature of the feed water leaving the heater.
- (d) The terminal difference of drain coolers if used, that is, the difference between the temperature of the heater condensate leaving the drain cooler and the temperature of the feed water entering the cooler.

The purchaser and manufacturer shall agree upon the definition of heat rate per kilowatthour and upon the formula for its calculation with the given heater arrangement.

16. Turbines with reheating

When the turbine is arranged for reheating between stages and the reheater is not supplied by the turbine manufacturer, the turbine manufacturer shall furnish to the purchaser the steam pressure, temperature or quality, and steam flow per hour at the outlet of the turbine to the reheater at the guaranteed load or loads. At the guaranteed load or loads and the corresponding steam flows, the purchaser shall specify the pressure drop in the reheating system and the temperature of the reheated steam to be delivered to the turbine.

17. Hydraulic test

All parts subjected to the specified steam pressure shall be tested with a hydraulic pressure 50 per cent in excess of specified pressure. Where practicable, other sections of the turbine shall be tested with a hydraulic pressure 50 per cent in excess of the highest working pressure, gauge, to which the section will be subjected. The turbine as a whole shall be capable of withstanding a hydraulic pressure of 1.05 kg/cm² gauge (15 lb/in² gauge).

18. Standard equipment

A. Normally, the following accessories shall be supplied with the turbine:

- (a) Bed-plate or sole-plates for turbine and generator (if required), with generator pedestals (if required).
- (b) Isolating steam stop valve(s) and column gearing and suitable extension if required by purchaser.
- (c) Emergency steam stop valve(s) with strainer(s) operated by emergency governor and capable of being tripped by hand.

Note. — (b) and (c) may be combined.

- (I) For reheat applications, also intercept valve(s) with strainer(s) at the turbine reheated steam inlet preceded by stop valve(s) operated by emergency governor.
- (d) Complete flexible coupling or solid half-coupling with bolts.
- (e) Lubricating oil system comprising main oil tank (either separate or combined with the turbine bedplate), oil cooler(s), oil strainer(s), and all oil pipes forming an integral part

tuyauteries de raccordement aux réfrigérants d'huile, lorsque ces derniers sont installés par l'acheteur à une certaine distance de la turbine.

- f) Pompe principale à huile et pompe à huile auxiliaire commandée par moteur avec dispositif de démarrage automatique contrôlé par la pression, ou pompe à huile auxiliaire commandée à la main.
- g) Tachymètre.
- h) Dispositif d'ajustage de la vitesse pour synchronisation.
- i) Manomètre(s) de vapeur.
- j) Indicateur de vide pour pression d'échappement.
- k) Manomètre(s) d'huile.
- l) Dispositifs pour la mesure des températures de la vapeur, de l'eau et de l'huile.
- m) Soupapes et tuyauterie adjacente à la turbine pour le réglage de la vapeur et/ou de l'eau à l'entrée et à la sortie des joints d'étanchéité.
- n) (I) Tuyauterie de vapeur entre la (les) soupape(s) de fermeture de sûreté ou de réglage d'admission et la turbine.
(II) Dans le cas de resurchauffe, tuyauterie de vapeur entre soupape(s) d'arrêt et soupape(s) de modération et admissions de vapeur resurchauffée à la turbine.
- o) Soupape de sûreté automatique, ou dispositif de protection à rupture de diaphragme sur l'échappement.
- p) (I) Revêtement calorifuge pour la turbine, y compris les revêtements calorifuges de la (des) vanne(s) d'arrêt et des tuyauteries de vapeur entre la (les) vanne(s) et la turbine, ainsi que les enveloppes métalliques des revêtements calorifuges de la turbine et autres pièces destinées à la protection des revêtements calorifuges.
(II) Dans le cas de resurchauffe, aussi les revêtements calorifuges de la (des) vanne(s) d'interception, soupape(s) de modération et tuyauterie entre ces soupapes et l'admission de vapeur resurchauffée à la turbine ainsi que les enveloppes métalliques.
- q) Clés spéciales, clés à écrous et autres outils spéciaux.
- r) Tous agrès spéciaux nécessaires pour le levage du demi-corps supérieur et du rotor de la turbine.

B. L'équipement complémentaire suivant peut être spécifié au choix de l'acheteur :

- s) Dispositif d'arrêt automatique en cas de mauvais vide.
- t) Dispositif automatique de fermeture de l'arrivée de vapeur si la pression de l'huile de graissage tombe au-dessous d'une certaine valeur.
- u) Dispositif limiteur de charge (Annexe D).
- v) Dispositif de blocage du régulateur sensible à la fréquence (Annexe D).
- w) Régulateur de pression initiale de la vapeur (Annexe D).
- x) Régulateur automatique de charge en cas de mauvais vide (Annexe D).
- y) Supports ou suspensions élastiques pour vanne(s) d'arrêt, vanne(s) de sécurité, vanne(s) d'interception de resurchauffe et soupape(s) de modération de resurchauffe en cas de besoin.
- z) Clapets de retenue sur les sorties des soutirages de vapeur.
- aa) Réfrigérant d'huile de réserve.
- ab) Boulons de fondation.

of the turbine lubricating system except interconnecting piping to oil coolers when these coolers are located by the purchaser away from the turbine.

- (f) Main oil pump, and power-operated auxiliary oil pump with automatic pressure-controlled starting gear or hand-operated auxiliary oil pump.
- (g) Tachometer.
- (h) Speed-adjusting gear for synchronizing.
- (i) Steam pressure gauges.
- (j) Vacuum indicator for exhaust pressure.
- (k) Oil pressure gauge(s).
- (l) Facilities for measuring temperatures of steam, water and lubricating oil.
- (m) Valves and piping adjacent to the turbine for regulating steam and/or water to and from sealing glands.
- (n) (I) Steam piping from emergency stop valve(s) and admission valve(s) to the turbine.
(II) For reheat installations, also the steam piping from intercept valve(s) and reheat stop valve(s) to the turbine reheated steam inlet.
- (o) An emergency automatic relief valve, or a breakable exhaust diaphragm.
- (p) (I) Heat retention lagging for turbine, including lagging of emergency stop valve(s) and steam piping between valve(s) and turbine, and the metal covers of lagging on turbine and other parts for lagging protection.
(II) For reheat installations, also lagging for intercept valve(s), reheat stop valve(s) and piping from these valves to the turbine reheated steam inlet together with suitable metal covers.
- (q) Special wrenches, spanners and other special tools.
- (r) Any special tackle required for lifting the top half of the casing and the turbine rotor.

B. The following additional equipment may be specified at the option of the purchaser:

- (s) Automatic low vacuum tripping device.
- (t) An automatic device to cut off inlet steam should lubricating oil pressure fall below a certain value.
- (u) Load limiting device (Appendix D).
- (v) Frequency-responsive block load device (Appendix D).
- (w) Initial steam pressure regulator (Appendix D).
- (x) Automatic low vacuum load regulator (Appendix D).
- (y) Supporting springs or hangers for stop valve(s), emergency valve(s), reheat intercept valve(s) and reheat stop valve(s) if required.
- (z) Non-return valves on extraction steam outlets.
- (aa) Duplicate oil cooler.
- (ab) Foundation bolts.

- ac) Dispositif automatique coupant l'arrivée de vapeur et déconnectant l'alternateur en cas d'usure excessive et/ou d'échauffement excessif et/ou d'avarie des paliers de butée.
- ad) Contacts annonciateurs ou d'alarme s'il est nécessaire.
- ae) Dispositif avertisseur lumineux et sonore de niveau trop bas dans les réservoirs d'huile.

19. Instruments de contrôle (Annexe D)

L'équipement de contrôle, reconnu souhaitable pour des groupes importants, peut comporter certains ou la totalité des appareils permettant d'indiquer ou d'enregistrer les éléments ci-après :

- a) Vitesse de la turbine.
- aa) Position des soupapes du régulateur.
Nota. — a) et aa) peuvent être fournis séparés ou combinés en un seul appareil.
- b) Excentricité de l'arbre.
- c) Amplitude des vibrations.
- d) Dilatation de l'enveloppe.
- e) Différence de dilatation entre l'enveloppe et le rotor.
- f) Position axiale du rotor.
- g) Différence de température des boulons, enveloppes et brides.
- h) Usure du palier de butée.

20. Vireur

Il peut être prévu un vireur à commande par moteur, permettant de réduire au minimum la distorsion du rotor et de l'enveloppe qui pourrait résulter d'une asymétrie des températures, lorsque la turbine est à l'arrêt. La fourniture de ce dispositif doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur.

21. Fonctionnement sans condensation

Bien qu'il soit préférable d'éviter le fonctionnement sans condensation d'une turbine à condensation, les turbines jusqu'à 3 000 kW peuvent être prévues, s'il est absolument nécessaire, pour fonctionner sans condensation. Dans de tels cas, elles doivent être capables de fournir 30 % de leur puissance nominale, à leur vitesse nominale et aux conditions spécifiées de pression et de température à l'admission de vapeur, pourvu que la pression d'admission spécifiée de la vapeur ne soit pas inférieure à 10,55 kg/cm² (150 lb/in²). En aucun cas, la température de la vapeur d'échappement ne doit dépasser 149°C (300°F), et la puissance minimum sans condenseur doit être limitée en conséquence.

Une turbine à condensation de plus de 3 000 kW ne doit en aucun cas être appelée à fonctionner sans condensation.

Pour certaines utilisations spéciales telles que l'emploi de turbines comme machines auxiliaires dans les centrales, on peut demander aux turbines de fonctionner sans condensation dans les cas de nécessité absolue. Ces turbines doivent être spécialement conçues à cet effet et l'acheteur doit spécifier cette condition. Dans ces conditions de fonctionnement, les contraintes dans le condenseur et dans les tuyauteries doivent être maintenues dans des limites admissibles.

22. Fonctionnement avec perte de vide

Il doit être fourni une soupape automatique de sûreté échappant à l'atmosphère ou un dispositif de protection d'échappement à rupture de diaphragme. La soupape automatique de sécurité peut être, au cas où elle est prévue, fournie par l'acheteur; par contre, le dispositif de protection d'échappement à rupture de diaphragme doit être fourni par le constructeur de la turbine au titre d'élément de la partie à basse pression (Annexe D).

- (ac) An automatic device to cut off inlet steam and disconnect the generator from the electrical system in case of excessive wear, and/or excessive temperature rise and/or failure of the thrust bearing(s).
- (ad) Annunciator contacts and alarm as required.
- (ae) A device giving visible and audible indication of low level in oil tank.

19. Supervisory instruments (Appendix D)

These are usually considered desirable for large units and may include instruments for indicating and/or recording some or all of the following.

- (a) Turbine speed.
- (aa) Governor valve position.
Note. — (a) and (aa) may be supplied as separate or combined instruments.
- (b) Shaft eccentricity.
- (c) Vibration amplitude.
- (d) Cylinder expansion.
- (e) Differential expansion between cylinder and spindle.
- (f) Rotor axial position.
- (g) Differential temperature for casing bolts and flanges.
- (h) Thrust bearing wear.

20. Turning or barring gear

A motor-operated turning or barring gear may be supplied in order to minimize distortion of the rotor and cylinder resulting from uneven temperature distribution when the turbine is out of service. The provision of this equipment shall be the subject of agreement between purchaser and manufacturer.

21. Operating non-condensing

Although it is preferable to avoid non-condensing operation on a condensing turbine, units up to 3 000 kW capacity may, if it is absolutely necessary, be arranged for non-condensing operation. In such cases they shall be capable of giving 30 per cent of the rated output at the rated speed and the specified admission steam pressure and temperature provided the specified steam pressure is not less than 10.55 kg/cm² gauge (150 lb/in² gauge). In no case shall the exhaust steam temperature be allowed to exceed 149°C (300°F) and the minimum non-condensing output shall be limited accordingly.

A condensing turbine above 3 000 kW rated output shall not be required to work non-condensing.

For certain special duties such as the use of turbines as auxiliary machines in power stations, turbines may be required to work "non-condensing" in an emergency. Such turbines shall be specially designed for the purpose and this requirement shall be specified by the purchaser. Condenser and pipe forces must be maintained within allowable limits under this condition of operation.

22. Operation with falling vacuum

An emergency automatic atmospheric relief valve or a breakable exhaust diaphragm shall be furnished. The relief valve, if used, may be supplied by the purchaser, but the breakage diaphragm shall be supplied by the turbine manufacturer as a part of the low pressure cylinder structure (Appendix D).

23. **Limites de variation par rapport aux valeurs nominales de la pression et de la température de vapeur**

a) *Variations admissibles de pression*

Dans les conditions usuelles de service, la pression moyenne à la bride d'entrée de la vanne d'arrêt de la turbine ne doit pas dépasser 100% de la pression nominale à la charge nominale ou 105% de la pression nominale à vide.

Au cours de conditions anormales, la pression initiale de la vapeur peut monter momentanément à 120% de la pression nominale pour les groupes avec conditions d'admission de vapeur de 42.2 kg/cm² et de 399°C (600 lb/in² et 750°F) et au-dessous, et à 130% de la pression nominale pour les groupes avec conditions d'admission de vapeur de 42.26 kg/cm² et 400°C (601 lb/in² et 751°F) et au-dessus; toutefois la durée totalisée de telles périodes de surpression ne doit pas dépasser 12 heures sur toute période de service de 12 mois.

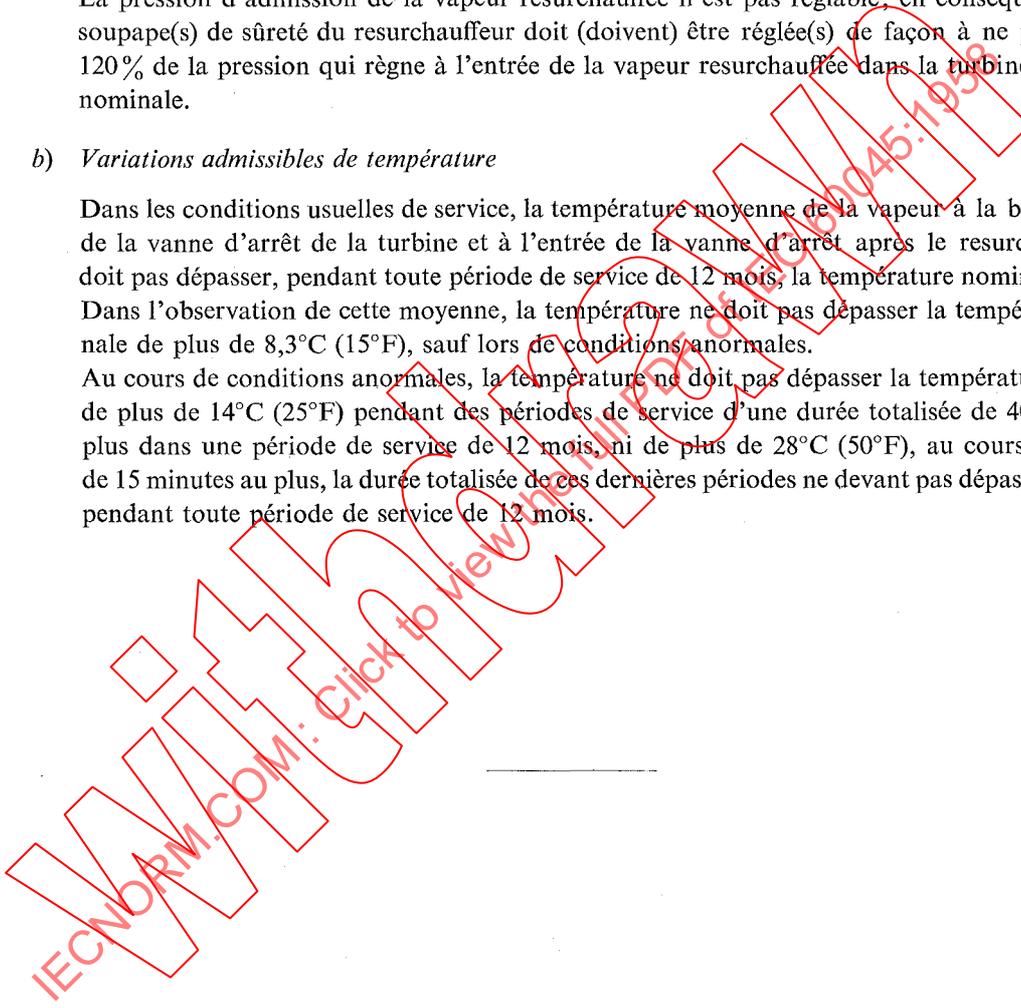
La pression d'admission de la vapeur resurchauffée n'est pas réglable; en conséquence la (les) soupape(s) de sûreté du resurchauffeur doit (doivent) être réglée(s) de façon à ne pas dépasser 120% de la pression qui règne à l'entrée de la vapeur resurchauffée dans la turbine à la charge nominale.

b) *Variations admissibles de température*

Dans les conditions usuelles de service, la température moyenne de la vapeur à la bride d'entrée de la vanne d'arrêt de la turbine et à l'entrée de la vanne d'arrêt après le resurchauffeur, ne doit pas dépasser, pendant toute période de service de 12 mois, la température nominale.

Dans l'observation de cette moyenne, la température ne doit pas dépasser la température nominale de plus de 8,3°C (15°F), sauf lors de conditions anormales.

Au cours de conditions anormales, la température ne doit pas dépasser la température nominale de plus de 14°C (25°F) pendant des périodes de service d'une durée totalisée de 400 heures au plus dans une période de service de 12 mois, ni de plus de 28°C (50°F), au cours de périodes de 15 minutes au plus, la durée totalisée de ces dernières périodes ne devant pas dépasser 80 heures pendant toute période de service de 12 mois.



23. **Limitations of variation from rated steam pressures and temperatures**

(a) *Allowable pressure variations*

Under usual conditions of operation, the average steam pressure at the turbine stop-valve inlet flange shall not exceed 100 per cent of the rated pressure at rated load or 105 per cent of rated pressure at no load.

During abnormal conditions, the inlet steam pressure may swing momentarily to 120 per cent of the rated pressure for units with inlet steam conditions of 42.2 kg/cm² gauge, 399°C (600 lb/in² gauge, 750°F) and lower, and to 130 per cent of rated pressure for units with inlet steam conditions of 42.26 kg/cm² gauge, 400°C (601 lb/in² gauge, 751°F) and higher, but the aggregate duration of such swings shall not exceed 12 hours in any 12-month operating period.

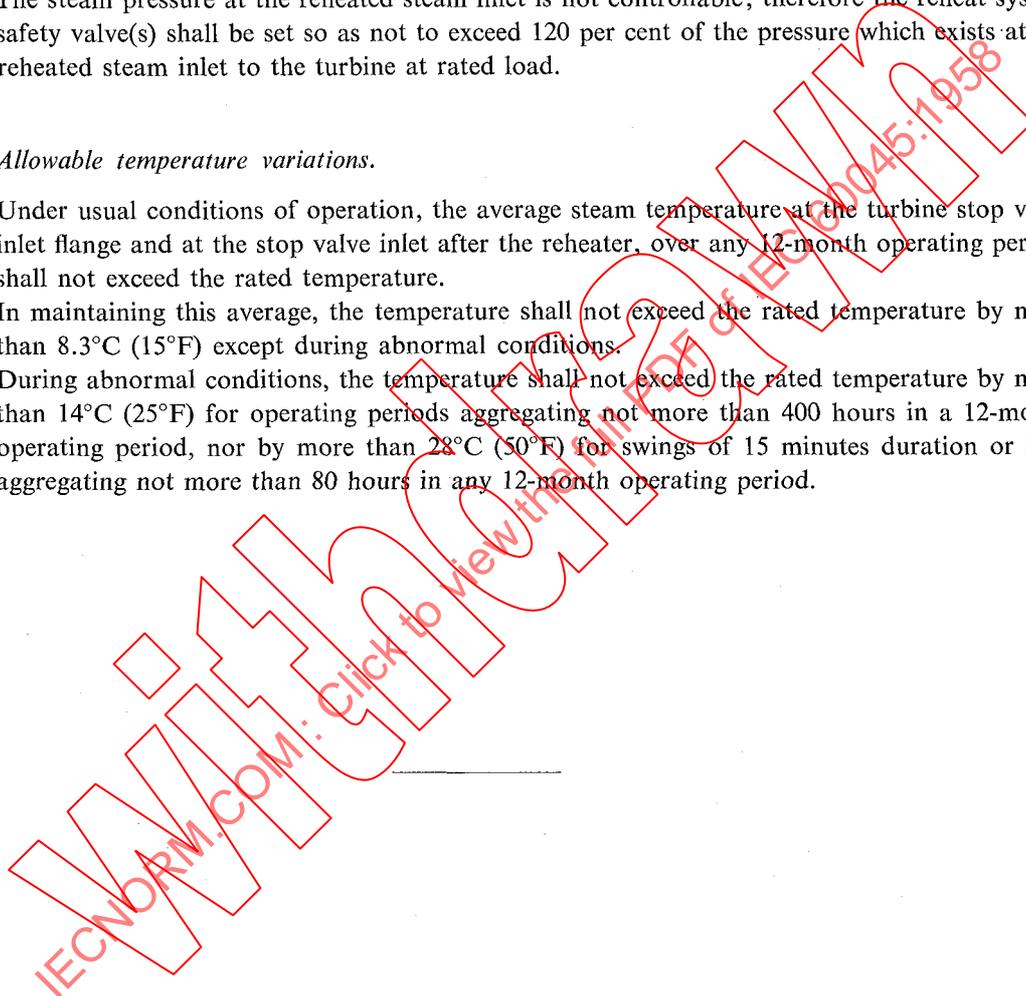
The steam pressure at the reheated steam inlet is not controllable; therefore the reheat system safety valve(s) shall be set so as not to exceed 120 per cent of the pressure which exists at the reheated steam inlet to the turbine at rated load.

(b) *Allowable temperature variations.*

Under usual conditions of operation, the average steam temperature at the turbine stop valve inlet flange and at the stop valve inlet after the reheater, over any 12-month operating period, shall not exceed the rated temperature.

In maintaining this average, the temperature shall not exceed the rated temperature by more than 8.3°C (15°F) except during abnormal conditions.

During abnormal conditions, the temperature shall not exceed the rated temperature by more than 14°C (25°F) for operating periods aggregating not more than 400 hours in a 12-month operating period, nor by more than 28°C (50°F) for swings of 15 minutes duration or less, aggregating not more than 80 hours in any 12-month operating period.



ANNEXE A

RENSEIGNEMENTS A FOURNIR AVEC TOUTE DEMANDE DE PRIX OU COMMANDE DE TURBINES A VAPEUR

Les renseignements suivants doivent être fournis avec toute demande de prix ou commande de turbines à vapeur :

A. Caractéristiques physiques de la turbine

- a) Puissance en kW aux bornes de l'alternateur ou puissance en kW à l'accouplement de la turbine.
- b) Pourcentage de la charge nominale pour lequel le régime d'économie maximum doit être prévu.
- c) Facteurs de pondération pour différentes charges afin d'obtenir la consommation de vapeur (ou de chaleur) pondérée, ainsi qu'il est indiqué à l'article 8 (si requise).
- d) Vitesse en tours par minute.
- e) Sens de rotation (en regardant la turbine dans la direction de la machine entraînée), si le constructeur de la turbine ne fournit pas la machine entraînée.
- f) Liste des pièces de rechange désirées.
- g) Encombrement, comportant l'indication de la longueur totale, la hauteur libre au-dessus des fondations, la capacité du pont roulant et la hauteur maximum jusqu'au crochet.
- h) Matières des faisceaux tubulaires du réfrigérant d'huile, du réfrigérant d'air ou d'hydrogène, etc.

B. Conditions de service

- a) Pression effective de la vapeur du côté chaudière de la soupape d'arrêt de la turbine et du filtre, kg/cm² ou lb/in².
- b) Température de la vapeur du côté chaudière de la soupape d'arrêt de la turbine et du filtre, en °C ou °F.
- c) (1) Pression absolue d'échappement à la bride d'échappement de la turbine sous des charges spécifiées, kg/cm² abs. ou mm de mercure abs. ou lb/in² abs. ou inches de mercure abs. ;
(2) Lorsque le condenseur est incorporé au contrat:
 - (I) Température de l'eau de refroidissement servant de base à la garantie, °C ou °F.
 - (II) Pression de l'eau de refroidissement, m ou ft.
 - (III) Quantité disponible d'eau de refroidissement, tonnes par heure ou lb par seconde.
 - (IV) Source et qualité de l'eau de refroidissement.
- d) Pression barométrique moyenne de référence au lieu de montage.
- e) A la charge nominale:
 - (1) Température à laquelle l'eau d'alimentation doit être finalement réchauffée si la vapeur doit être soutirée de la turbine pour le réchauffage de son eau d'alimentation, °C ou °F.
 - (2) Nombre de points de soutirage.
 - (3) Température approximative de l'eau d'alimentation à la sortie de chaque réchauffeur, °C ou °F.
- f) Pour une turbine à resurchauffe, la pression, kg/cm² ou lb/in², de vapeur à la sortie de la turbine vers le resurchauffeur, la température, °C ou °F, à laquelle la vapeur est resurchauffée après détente partielle dans la turbine et la chute de pression, kg/cm² ou lb/in², dans le resurchauffeur et ses tuyaux de raccordement à la turbine.

APPENDIX A

INFORMATION TO BE SUPPLIED WITH INQUIRY OR ORDER FOR STEAM TURBINES

The following information should be supplied with the inquiry or order for steam turbines:

A. Physical characteristics of the turbine and its accessories

- (a) Rating in kilowatts at generator terminals or kilowatts at turbine coupling.
- (b) Percentage of rated load at which maximum economy is required.
- (c) Multipliers at various loads for obtaining weighted steam (or heat) rate as shown in Clause 8 (if required).
- (d) Speed in revolutions per minute.
- (e) Direction of rotation when viewing the turbine looking towards the driven machine, if the turbine manufacturer does not supply the driven machine.
- (f) List of spare parts desired.
- (g) Space limitations, including over-all length, basement headroom, capacity of crane and maximum height to hook.
- (h) Tube materials for oil cooler, generator air or hydrogen cooler, etc.

B. Operating conditions

- (a) Gauge steam pressure at the boiler side of turbine stop valve and strainer, kg/cm^2 or lb/in^2 .
- (b) Steam temperature at the boiler side of turbine stop valve and strainer, $^{\circ}\text{C}$ or $^{\circ}\text{F}$.
- (c) (1) Absolute exhaust pressure at the exhaust flange of the turbine at specified loads; kg/cm^2 abs., or mm of mercury abs., or lb/in^2 abs., or inches of mercury abs.
(2) When condenser is included in the contract:
 - (I) Temperature of the cooling water upon which guarantee is to be based, $^{\circ}\text{C}$ or $^{\circ}\text{F}$.
 - (II) Head of cooling water, m or ft.
 - (III) Available quantity of cooling water, tonnes/hour or lb/sec.
 - (IV) Source and quality of cooling water.
- (d) Average reference barometric pressure at the site; mm or in of mercury.
- (e) At rated load:
 - (1) The temperature to which the feed water is to be finally heated if steam is to be extracted from the turbine for heating its feed water, $^{\circ}\text{C}$ or $^{\circ}\text{F}$.
 - (2) Number of points at which steam is to be extracted.
 - (3) The approximate temperature at which the feed water leaves each heater, $^{\circ}\text{C}$ or $^{\circ}\text{F}$.
- (f) For a turbine with reheat, the pressure, kg/cm^2 or lb/in^2 at which the steam is to be extracted from the turbine for reheating, the temperature to which the steam is reheated after partial expansion in the turbine, $^{\circ}\text{C}$ or $^{\circ}\text{F}$ and the pressure drop over the reheater system, kg/cm^2 or lb/in^2 .

- g) Si la vapeur doit être prélevée à d'autres fins que le réchauffage de l'eau d'alimentation:
- (1) Puissance en kW correspondant aux quantités maximum, moyenne et minimum prélevées.
 - (2) Pressions absolues aux points d'extraction, kg/cm² ou lb/in².
 - (3) Quantités à prélever à l'heure: maximum, moyenne et minimum, kg par heure ou lb par heure.
 - (4) La pression au point de prélèvement doit-elle être réglée?
 - (5) Puissance débitée maximum sans prélèvement, kW (sur demande).
- h) Vapeur à basse pression fournie à une turbine à plusieurs vapeurs.
- (1) Pression absolue kg/cm² ou lb/in².
 - (2) Température, °C ou °F, ou titre.
 - (3) Quantité de vapeur à fournir par heure: maximum, moyenne et minimum, kg par heure ou lb par heure.
 - (4) Méthode de réglage de la vapeur fournie.
 - (5) Puissance débitée maximum avec vapeur à haute pression seulement, kW.
- i) Réfrigérant d'huile.
- (1) Température maximum de l'eau de refroidissement, °C ou °F.
 - (2) Pression de l'eau de refroidissement, mètres ou pieds.
 - (3) Quantité disponible d'eau de refroidissement, tonnes par heure, ou lb par seconde.
 - (4) Sources et qualité de l'eau de refroidissement.

C. Caractéristiques d'utilisation

- a) Machine entraînée (si elle n'est pas fournie par le constructeur de la turbine).
- (1) Nom du constructeur.
 - (2) Indications détaillées des caractéristiques de la machine entraînée.
- b) Réducteur de vitesse, s'il est utilisé un réducteur non fourni par le constructeur de la turbine.
- (1) Nom du constructeur.
 - (2) Vitesse de l'arbre entraîné, tours par minute.
- c) Alternateur (s'il doit être fourni avec la turbine).
- (1) Puissance, kW, kVA.
 - (2) Facteur de puissance en pour-cent.
 - (3) Vitesse de rotation en tours par minute.
 - (4) Fréquence en périodes par seconde.
 - (5) Nombre de phases.
 - (6) Tension.
 - (7) Rapport de court-circuit.
 - (8) Doit-il être prévu une excitation indépendante ou une excitatrice accouplée?
 - (9) Exigences pour le fonctionnement de l'alternateur en compensateur synchrone accouplé ou découplé (si nécessaire).
 - (10) Système de refroidissement de l'alternateur.
 - (a) Fluide de refroidissement, hydrogène ou air, et pression de l'hydrogène, s'il en est utilisé, en kg/cm² ou lb/in².
 - (b) Température maximum de l'eau de refroidissement, °C ou °F.
 - (c) Pression de l'eau de refroidissement, mètres ou pieds.
 - (d) Quantité d'eau de refroidissement disponible en tonnes par heure ou lb par seconde.
 - (e) Source d'eau de refroidissement et qualité de cette eau.

D. Informations concernant les fondations (sur demande)

- (g) If steam is to be extracted for other purposes than heating of feed water:—
- (1) Kilowatt output when extracting maximum, average and minimum quantities.
 - (2) Absolute pressures at points of extraction, kg/cm² or lb/in².
 - (3) Quantities to be extracted per hour; maximum, average and minimum, kg/hr or lb/hr.
 - (4) Is the pressure at the extraction point to be controlled?
 - (5) Maximum output without extraction, kW (if required).
- (h) Low pressure steam supplied to mixed-pressure turbine.
- (1) Absolute pressure, kg/cm² or lb/in².
 - (2) Steam temperature, °C or °F, or quality.
 - (3) Quantity of steam supplied per hour; maximum, average and minimum, kg/hr or lb/hr.
 - (4) Methods of control of steam supplied.
 - (5) Maximum output with high pressure steam only, kW.
- (i) Oil cooler.
- (1) Maximum temperature of cooling water, °C or °F.
 - (2) Head of cooling water, m or ft.
 - (3) Available quantity of cooling water, tonnes/hour or lb/sec.
 - (4) Sources and quality of cooling water supply.

C. Application

- (a) Driven machine, if not supplied by turbine manufacturer.
- (1) Name of manufacturer.
 - (2) Full statement of characteristics of the driven machine.
- (b) Speed-reduction gear, if required and not supplied by the turbine manufacturer.
- (1) Name of manufacturer.
 - (2) Speed of driven shaft, rev/min.
- (c) Generator, if this is to be supplied with the turbine.
- (1) Rating kW kVA.
 - (2) Power factor per cent.
 - (3) Speed rev/min.
 - (4) Frequency cycles per second.
 - (5) Number of phases.
 - (6) Voltage
 - (7) Short-circuit ratio.
 - (8) Whether direct-connected or separate excitation is desired.
 - (9) Requirements for coupled or uncoupled synchronous condenser operation (if necessary).
 - (10) Generator cooling system.
 - (a) Cooling medium, air or hydrogen and gauge pressure of hydrogen, if used, kg/cm² or lb/in².
 - (b) Maximum temperature of cooling water, °C or °F.
 - (c) Head of cooling water, m or ft.
 - (d) Available quantity of cooling water, tonnes/hour or lb/sec.
 - (e) Source of cooling water and its quality.

D. Pertinent foundation data (if required).

ANNEXE B — NORMES PRÉFÉRENTIELLES

Les normes préférentielles doivent être considérées comme des normes perfectibles, destinées à permettre un développement technique et économique compatible avec les buts fondamentaux d'accélérer la fabrication et l'installation du matériel générateur turbo-électrique. A cette fin, elles seront révisées lorsque les circonstances justifieront d'examiner si les progrès de la technique appellent des modifications spécifiques.

a) NORMES PRÉFÉRENTIELLES POUR LES GRANDES TURBINES A CONDENSATION A 3 600 tr/min.

1) Puissance nominale de la turbine, kW . . .	12 650	16 500	22 000	33 000	44 000	66 000	100 000 ³⁾	150 000			
Pression effective d'admission:											
kg/cm ²	42	60	60	60	60	88	60	88	102	102 ²⁾	126 ²⁾
lb/in ²	600	850	850	850	850	1 250	850	1 250	1 450	1 450 ²⁾	1 800 ²⁾
Température d'admission											
°C	440	485	485	485	485	510	485	510	535	535	535
°F	825	900	900	900	900	950	900	950	1 000	1 000	1 000
Température de resurchauffe											
°C . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	535	535
°F . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1 000	1 000
Nombre de points de soutirage	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	7
Température de saturation aux points de soutirage, sous la « puissance nominale de la turbine », avec tous les soutirages en service											
1 ^{er} °C	82	82	82	82	82	82	82	82	85	82	65
1 ^{er} °F	180	180	180	180	180	180	180	180	185	180	150
2 ^{ème} °C	116	116	116	116	116	116	116	116	121	118	85
2 ^{ème} °F	240	240	240	240	240	240	240	240	250	245	185
3 ^{ème} °C	143	143	143	143	143	143	143	143	143	154	152
3 ^{ème} °F	290	290	290	290	290	290	290	290	310	305	235
4 ^{ème} °C	182	182	182	182	182	182	182	182	182	196	191
4 ^{ème} °F	360	360	360	360	360	360	360	360	360	385	375
5 ^{ème} °C . . . . .	...	...	...	216	216	216	216	216	232	232	163
5 ^{ème} °F . . . . .	...	...	...	420	420	420	420	420	450	450	325
6 ^{ème} °C . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	191
6 ^{ème} °F . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	375
7 ^{ème} °C . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	235
7 ^{ème} °F . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	455
Pression d'échappement:											
kg/cm ² abs.	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
inches Hg.abs.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

- 1) La « puissance nominale des turbines », telle que définie par l'article 2, s'entend lorsque la turbine est en bon état d'entretien et qu'elle fonctionne sous les conditions spécifiées de pression et de température d'admission et sous une pression absolue d'échappement de 0,086 kg/cm² (2,5 inches de mercure), avec pleine ouverture de tous les soutirages. Une tolérance de 6°C (10°F) doit être appliquée aux températures de saturation ci-dessus. Les tolérances doivent être, si possible, de même sens, de manière à ne pas réduire l'échelonnement des températures entre points de soutirage voisins.
- 2) Il est admis pour les machines à resurchauffe une chute de pression de vapeur de 10% entre la sortie de la vapeur de la turbine vers le resurchauffeur et l'admission à la soupape d'arrêt de la vapeur resurchauffée.
- 3) Il est prévu deux types de turbines différents: le premier comportant le réchauffage de l'eau par soutirages, le deuxième à la fois le réchauffage de l'eau par soutirage et le resurchauffe.

Nota. — Les caractéristiques des alternateurs triphasés à 60 Hz qui ont servi de base au tableau des caractéristiques de vapeur sont les suivantes:

	Alternateur à refroidissement par l'air	Alternateurs à refroidissement par l'hydrogène Pression normale d'hydrogène 0,035 kg/cm ² (0,5 lb/m ² gauge)							
		12 650	16 500	22 000	33 000	44 000	66 000	100 000	150 000
1) Puissance nominale de la turbine, kW									
Puissance nominale de l'alternateur, kVA	13 529	17 647	23 529	35 294	47 058	70 588	106 951	160 428	
facteur de puissance	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
rapport de court-circuit	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
Puissance maximum de l'alternateur sous facteur de puissance de 0,85 et sous une pression d'hydrogène de 1,05 kg/cm ² (15 lb/in ² gauge) kVA	...	20 294	27 058	40 588	54 117	81 176	122 994	184 492	
Puissance maximum de l'alternateur sous facteur de puissance de 0,85 et sous une pression d'hydrogène de 2,11 kg/cm ² (30 lb/in ² gauge), kVA	...	22 059	29 411	44 118	58 822	88 235	133 689	200 535	

APPENDIX B — PREFERRED STANDARDS

The Preferred Standards are intended to be progressive standards and to permit technical and economic development consistent with the fundamental purposes of expediting the production and the installation of steam-electric generating equipment. To that end they will be reviewed as occasion seems to warrant, to determine whether advances in the art call for specific modifications.

a) PREFERRED STANDARDS FOR LARGE 3 600 rev/min CONDENSING STEAM TURBINES

(1) Turbine rating, kW	12 650	16 500	22 000	33 000	44 000	66 000	100 000 ⁽³⁾	150 000			
Stop valve pressure:											
kg/cm ² gauge	42	60	60	60	60	88	60	88	102	102 ⁽²⁾	126 ⁽²⁾
lb/in ² gauge.	600	850	850	850	850	1 250	850	1 250	1 450	1 450 ⁽²⁾	1 800 ⁽²⁾
Stop valve temperature											
°C	440	485	485	485	485	510	485	510	535	535	535
°F	825	900	900	900	900	950	900	950	1 000	1 000	1 000
Reheat temperature											
°C . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	535	535
°F . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1 000	1 000
Number of extraction openings	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	7
Saturation temperatures at openings 1st											
at "turbine rating" with all ex-											
traction openings in service											
1st °C	82	82	82	82	82	82	82	82	85	82	65
1st °F	180	180	180	180	180	180	180	180	185	180	150
2nd °C	116	116	116	116	116	116	116	116	121	118	85
2nd °F	240	240	240	240	240	240	240	240	250	245	185
3rd °C	143	143	143	143	143	143	143	143	154	152	113
3rd °F	290	290	290	290	290	290	290	290	310	305	235
4th °C	182	182	182	182	182	182	182	182	196	191	138
4th °F	360	360	360	360	360	360	360	360	385	375	280
5th °C . . . . .	...	...	...	216	216	216	216	216	232	232	163
5th °F . . . . .	...	...	...	420	420	420	420	420	450	450	325
6th °C . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	191
6th °F . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	375
7th °C . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	235
7th °F . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	455
Exhaust pressure:											
kg/cm ² absolute	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052
inches of Hg absolute	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

(1) The "turbine rating" is the guaranteed continuous output at the generator terminals as defined in Clause 2 when the turbine is clean and operating under the specified stop valve steam pressure and an absolute exhaust pressure of 0.086 kg/cm² (2.5 inches mercury), with full extraction from all extraction openings.

A tolerance of 6 Centigrade degrees (10 Fahrenheit degrees) shall apply to the above saturation temperatures. Tolerances shall be unilateral, if possible, so as not to reduce the spread in temperature between adjacent extraction openings.

(2) A 10 per cent pressure drop is assumed between the outlet of the turbine to the reheater and the inlet to the intercept valve(s) from the reheater for the reheat machines.

(3) These are two different turbines; the first for regenerative-cycle operation, and the second a machine for reheat-regenerative-cycle operation.

Note. — The 3-phase, 60 cycles/sec. generator data which form the basis for the foregoing tabulated steam data are as follows:

	Air-cooled generator	Hydrogen-cooled generators						
		Rated for 0.035 kg/cm ² gauge (0.5 lb/in ² gauge) hydrogen pressure						
(1) Turbine rating, kW	12 650	16 500	22 000	33 000	44 000	66 000	100 000	150 000
Generator rating, kVA	13 529	17 647	23 529	35 294	47 058	70 588	106 951	160 428
power factor	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
short-circuit ratio	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Generator capability at 0.85 power factor and 1.05 kg/cm ² gauge (15 lb/in ² gauge) hydrogen pressure, kVA. . . . .	...	20 294	27 058	40 588	54 117	81 176	122 994	184 492
Generator capability at 0.85 power factor and 2.11 kg/cm ² gauge (30 lb/in ² gauge) hydrogen pressure, kVA. . . . .	...	22 059	29 411	44 118	58 822	88 235	133 689	200 535

ANNEXE B (suite)

b) NORMES PRÉFÉRENTIELLES POUR TURBINES A VAPEUR A CONDENSATION POUR GROUPES TURBO-ALTERNATEURS A 3 000 tr/min SANS ALTERNATEUR AUXILIAIRE DIRECTEMENT ACCOUPLE

I. La puissance nominale de la turbine (MW), telle que définie à l'article 2, la pression effective de la vapeur (p_g) à la vanne d'arrêt de la turbine, la température de la vapeur (t_1) à la vanne d'arrêt de la turbine et, s'il y a lieu, la température (t_r) de la vapeur resurchauffée à l'entrée de la vanne d'interception, sont indiquées dans le tableau ci-dessous par des croix, les valeurs préférentielles étant celles qui ne sont pas mises entre parenthèses:

	Turbines sans resurchauffe				Turbines avec resurchauffe			
	34 P_g kg/cm ² 484 P_g lb/in ²	42	64	88	105	126	140	165
t_1 °C	435	455	485	535	535 ou 565			
t_1 °F	815	850	900	1 000	1 000 ou 1 050			
t_r °C					535 ou 565 mais inférieure ou			
t_r °F					1 000 ou 1 050 au plus égale à t_1			
10 MW	...	x						
(12) MW	(x)							
16 MW	...	x						
25 MW	...	(x)	x	(x)				
40 MW	...		x	x				
50 MW	...			x	x	x		
63 MW	...			x	x	x		
(80) MW	...			(x)	(x)	(x)		
100 MW	...			x	...	x	x	x
(125) MW	...			(x)	...	(x)	(x)	(x)
160 MW	...			...	...	x	x	x
200 MW	...			...	...	x	x	x
250 MW	...			...	...	...	x	x
(320) MW	...			...	...	...	(x)	(x)
400 MW	...			...	...	...	x	x

II. Il est recommandé que la température finale d'alimentation t_f en °C ou t'_f en °F à la charge maximum soit déterminée approximativement par les formules suivantes:

$$t_f = (0,65 \text{ à } 0,75) \times t_s \quad \text{ou}$$

$$t'_f - 32 = (0,65 \text{ à } 0,75) (t'_s - 32)$$

dans lesquelles t_s en °C ou t'_s en °F représentent la température de saturation à la pression de la vapeur à la vanne d'admission.

III. Pression absolue à l'échappement de la turbine au régime nominal:

$$0,035 \text{ kg/cm}^2 \text{ ou } 1,01 \text{ inch Hg}$$

$$0,065 \text{ kg/cm}^2 \text{ ou } 1,88 \text{ inch Hg}$$

IV. Il est vivement recommandé d'adopter pour l'alimentation des turbines à resurchauffe le type monobloc (une chaudière par turbine).

APPENDIX B (continued)

b) PREFERRED STANDARDS FOR 3 000 rev/min CONDENSING STEAM TURBINES FOR 50 CYCLE TURBO-GENERATOR SETS WITHOUT DIRECT COUPLED AUXILIARY GENERATORS

I. The turbine rating (MW) as defined in Clause 2, the gauge steam pressure (p_{lg}) at the turbine stop valve, the steam temperature (t_1) at the turbine stop valve and (where applicable) the temperature (t_r) of the reheated steam at the interceptor valve shall be as shown by the crosses in the following table, those not in brackets being those to be preferred:

p_{lg} kg/cm ² p_{lg} lb/in ²	Non-reheat turbines				Reheat turbine			
	34 484	42 600	64 900	88 1 250	105 1 500	126 1 800	140 2 000	165 2 350
t_1 °C °F	435 815	455 850	485 900	535 1 000	535 or 565 1 000 or 1 050			
t_r °C °F					535 or 565 1 000 or 1 050 but not greater than t_1			
10 MW	x						
(12) MW	(x)							
16 MW	x						
25 MW	(x)	x	(x)				
40 MW		x	x				
50 MW			x	x	x		
63 MW			x	x	x		
(80) MW			(x)	(x)	(x)		
100 MW			x	...	x	x	x
(125) MW			(x)	...	(x)	(x)	(x)
160 MW	x	x	x
200 MW	x	x	x
250 MW	x	x
(320) MW	(x)	(x)
400 MW	x	x

II. It is recommended that the final feed temperature t_f in °C or t'_f in °F at the maximum load should be determined approximately by one of the following formulae:

$$t_f = (0.65 \text{ to } 0.75) t_s$$

$$t'_f - 32 = (0.65 \text{ to } 0.75) (t'_s - 32)$$

where t_s in °C or t'_s in °F is the saturation temperature at the turbine stop valve pressure.

III. Absolute pressures at the turbine exhaust at rated output:

0.035 kg/cm² or 1.01 in.Hg
0.065 kg/cm² or 1.88 in.Hg

IV. It is strongly recommended that for reheat turbines the unit system be adopted i.e. to each turbine one boiler.

V. La pression de la vapeur extraite de la turbine avant resurchauffe devrait être comprise, à la puissance nominale, entre 20 % et 30 % de la pression de la vapeur vive à la vanne d'arrêt.

VI. La perte de pression entre le point d'extraction de la vapeur de la turbine avant resurchauffe et la bride d'entrée de la vanne d'interception devrait être comprise entre 8 % et 12,5 % de la pression effective au point d'extraction.

VII. Il est recommandé de limiter la chute de température entre la sortie du surchauffeur et la vanne d'arrêt de la turbine à environ 5°C (9°F). De même, il est recommandé de limiter la chute de température entre le resurchauffeur et la vanne d'interception à environ 5°C (9°F).

VIII. Les pressions supercritiques pour les turbines à vapeur ne sont pas normalisées. Il est recommandé de poursuivre les études dans ce domaine, particulièrement pour les pressions d'environ 250 kg/cm² (3 500 lb/in²) pour les échelons supérieurs de puissance.

IX. Dans le cas où le tableau de norme de l'annexe B (b) I s'applique à des turbines du type Ljungström, la vitesse de 1 500 tr/min est autorisée pour les puissances de 50 MW et au-dessus. Les caractéristiques de vapeur et la pression d'échappement sont les mêmes que celles des machines à 3 000 tr/min correspondantes.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60045-1958

Withdrawn

V. The pressure at which the steam is extracted from the turbine for reheating should be, at the rated output, between 20% and 30% of the stop valve pressure.

VI. The pressure drop between the point at which the steam is extracted from the turbine for reheating and the inlet flange of the interceptor valve should be between 8% and 12.5% of the gauge pressure at extraction from the turbine.

VII. It is recommended that the temperature drop between the superheater outlet and the turbine stop valve should not be more than 5 Centigrade degrees (9 Fahrenheit degrees) and that the temperature drop between the reheater and the interceptor valve also should not be more than 5 Centigrade degrees (9 Fahrenheit degrees).

VIII. Supercritical pressures for steam turbines are not standardized. It is recommended that studies in this region should be continued, particularly on pressures of about 250 kg/cm² (3 500 lb/in²) gauge for larger ratings.

IX. In the case of Ljungström-type turbines as applied to the standards listed in Appendix B (b) I, speeds of 1 500 rev/min. are permitted for ratings of 50 MW and above. The steam characteristics and exhaust pressures are the same as for the corresponding 3 000 rev/min turbines.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60043-1958

Withdrawn