PROJET
FINAL

NORME INTERNATIONALE

ISO/FDIS 13579-1

ISO/TC **244**

Secrétariat: **JISC**

Début de vote:
2012-09-19

Vote clos le:
2012-11-19

Fours industriels et équipements associés — Méthode de mesure du bilan énergétique et de calcul de l'efficacité —

Partie 1: Méthode générale

Industrial furnaces and associated processing equipment — Method of measuring energy balance and calculating efficiency —

Part 1: General methodology

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e46961a-352b-4d58-9896-b67e1792935/iso-13579-1-2013

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

Numéro de référence
ISO/FDIS 13579-1:2012(F)

© ISO 2012

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e46961a-352b-4d58-9896-b67e17929353/iso-13579-1-2013

Notice de droit d'auteur

Ce document de l'ISO est un projet de Norme internationale qui est protégé par les droits d'auteur de l'ISO. Sauf autorisé par les lois en matière de droits d'auteur du pays utilisateur, aucune partie de ce projet ISO ne peut être reproduite, enregistrée dans un système d'extraction ou transmise sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, les enregistrements ou autres, sans autorisation écrite préalable.

Les demandes d'autorisation de reproduction doivent être envoyées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Toute reproduction est soumise au paiement de droits ou à un contrat de licence.

Les contrevenants pourront être poursuivis.

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

Sommaire

Page

Avant-propos v
Introduction vi
1 Domaine d'application 1
2 Références normatives 1
3 Termes et définitions 1
3.1 Termes relatifs au type d'énergie utilisé dans la présente partie de l'ISO 13579 1
4 Symboles 5
5 Principes fondamentaux 11
5.1 Généralités 11
5.2 Diagramme de flux d'énergie 13
5.3 Outil de surveillance et d'évaluation de la production de chaleur industrielle 14
6 Conditions fondamentales de mesure et de calcul 14
6.1 État du four 14
6.2 Durée de la mesure 14
6.3 Unité de consommation spécifique d'énergie 15
6.4 Conditions de référence 15
6.5 Unité de quantité de gaz 15
6.6 Combustible 15
7 Type d'énergie évalué dans la présente partie de l'ISO 13579 et sa systématisation 15
7.1 Généralités 15
7.2 Bilan énergétique 15
7.3 Bilan énergétique thermique 18
7.4 Bilan énergétique de la production d'énergie électrique 19
7.5 Énergie recyclée 19
8 Méthodes de mesure 19
8.1 Généralités 19
8.2 Combustible 20
8.3 Fluide d'atomisation 20
8.4 Air de combustion et gaz d'échappement 21
8.5 Gaz d'atmosphère contrôlée 25
8.6 Produits et dispositifs/appareils pour la manutention des produits 26
8.7 Température de surface du four 26
8.8 Température de la paroi intérieure du four 27
8.9 Pression intérieure du four 27
8.10 Eau de refroidissement 27

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e46961a-352b-4858-9896-b67e17929353/iso-13579-1-2013

© ISO 2012 – Tous droits réservés

8.11 Équipements auxiliaires électriques 27
8.12 Production d'utilités 27
8.13 Énergie recyclée 27
9 Calculs 28
9.1 Dispositions générales 28
9.2 Intrant énergétique total 28
9.3 Extrant énergétique total 32
9.4 Efficacité énergétique totale 36
10 Rapport d'évaluation de bilan énergétique 37
Annexe A (informative) **Estimation de l'incertitude de l'efficacité énergétique totale** 39
Annexe B (informative) **Méthode de mesure concernant les brûleurs régénératifs** 41
Annexe C (informative) **Données de référence** 42
Annexe D (informative) **Calcul de l'humidité du combustible et de l'air** 52
Annexe E (informative) **Calculs de l'accumulation de chaleur par la paroi du four, du profil de température de la paroi du four et de la perte de chaleur par la paroi du four dans les processus en série des fours intermittents** 53
Annexe F (informative) **Calcul de la perte due aux parois et de la perte de chaleur due au gaz dégagé lors de l'ouverture du four** 59
Annexe G (informative) **Calcul de l'énergie de transfert d'un fluide** 63
Annexe H (informative) **Exemple de fiche de bilan énergétique** 66
Bibliographie 68

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae46961a-352b-4d58-9896-b67e17922353/iso-13579-1-2013

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 13579-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 244, *Fours industriels et équipements associés*.

L'ISO 13579 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Fours industriels et équipements associés — Méthode de mesure du bilan énergétique et de calcul de l'efficacité*:

— *Partie 1: Méthode générale*

— *Partie 2: Fours de réchauffage pour acier*

— *Partie 3: Fours dormants de fusion pour l'aluminium*

— *Partie 4: Fours à atmosphère contrôlée ou active*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a46961a-352b4d58-9896-b67e1792335/iso-13579-1-2012

Introduction

La prévention du réchauffement climatique est un problème important qui doit être résolu à l'échelle mondiale. Cette situation exige un compromis délicat entre une réduction drastique de la consommation d'énergie et la garantie, pour tout un chacun, d'un quotidien pratique et confortable.

Pour répondre à ces exigences, il est essentiel d'utiliser l'énergie de manière aussi efficace que possible.

Bien que les fours industriels jouent un rôle important dans la société moderne, ils consomment néanmoins une grande quantité d'énergie. Afin de traiter les problèmes mentionnés ci-dessus, il est important:

— d'élaborer une Norme internationale (c'est-à-dire la série ISO 13579), qui spécifie de manière raisonnable l'efficacité énergétique des fours industriels,

— de maîtriser la consommation d'énergie en utilisant les données de mesure recueillies sur la base de l'ISO 13579 (toutes les parties), et

— d'améliorer l'efficacité.

En outre, la présente partie de l'ISO 13579 peut être appliquée comme un guide impartial pour utiliser le mécanisme de développement propre (MDP), créé dans le cadre du protocole de Kyoto[24] pour la mise en œuvre de mesures destinées à la prévention du réchauffement climatique.

Tous les calculs de l'ISO 13579 (toutes les parties) sont fondés sur l'emplacement de l'équipement dans les conditions de référence.

NOTE Pour les équipements destinés à être installés au-dessus ou au-dessous du niveau de la mer, il est prévu de calculer l'impact de l'altitude pour l'emplacement concerné.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e46961a-352b-4d58-9896-b87e1792953/iso-13579-1:2013

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

Fours industriels et équipements associés — Méthode de mesure du bilan énergétique et de calcul de l'efficacité —

Partie 1: Méthode générale

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 13579 spécifie une méthode générale pour mesurer le bilan énergétique et calculer l'efficacité du processus appliqué aux fours industriels et leurs équipements associés conçus par les fabricants de fours. La présente méthode générale comprend:

— les méthodes de mesure;

— les calculs (calcul général);

— un rapport d'évaluation du bilan énergétique.

La présente partie de l'ISO 13579 ne s'applique pas aux rendements liés au processus proprement dit, en dehors des fours industriels et de leurs équipements associés (par exemple dans un processus de laminage, le four de réchauffage est la seule partie destinée à être couverte par la présente partie de l'ISO 13579).

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai) Full standard: https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e46961a-3526-4d58-9896-b67e47929553/iso-13579-1-2013

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 13574, *Fours industriels et équipements associés — Vocabulaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 13574 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 Termes relatifs au type d'énergie utilisé dans la présente partie de l'ISO 13579

3.1.1 Intrant énergétique total

3.1.1.1
intrant énergétique total
E_{intrant}
intrant énergétique total mesuré introduit dans la zone concernée par la mesure du bilan énergétique et qui est composé de l'énergie thermique équivalente et d'un autre intrant énergétique

© ISO 2012 – Tous droits réservés

3.1.2 Énergie combustible équivalente

3.1.2.1
énergie combustible équivalente
E_{fe}
cumul de l'énergie d'entrée composé du pouvoir calorifique du combustible, du pouvoir calorifique des déchets, du pouvoir calorifique du gaz source du gaz d'atmosphère et de l'énergie combustible équivalente de l'électricité

3.1.2.2
pouvoir calorifique du combustible
$E_{h,combustible}$
chaleur de combustion du combustible qui est consommé et utilisé pour chauffer des produits dans la zone de bilan énergétique

3.1.2.3
pouvoir calorifique des déchets
$E_{h,déchets}$
pouvoir calorifique des déchets introduits avec les produits dans la zone de bilan énergétique

EXEMPLE Résidus d'huile sur des copeaux d'aluminium.

3.1.2.4
pouvoir calorifique du gaz source du gaz d'atmosphère
$E_{fe,atm,cal}$
pouvoir calorifique du gaz source du gaz d'atmosphère utilisé comme atmosphère contrôlée ou active

3.1.2.5
énergie combustible équivalente de l'électricité
$E_{fe,él}$
énergie combustible équivalente de l'électricité convertie à partir de chaque consommation d'énergie électrique dans la zone de bilan énergétique

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e46961a-352b-4d58-9896-b87e17929353/iso-13579-1-2013

3.1.3 Autre intrant énergétique

3.1.3.1
autre intrant énergétique
E_{autres}
énergie comprenant la chaleur sensible du combustible, la chaleur sensible de l'air de combustion ou d'un autre oxydant, la chaleur sensible du fluide d'atomisation pour le combustible liquide, la chaleur de réaction et la chaleur sensible de l'air d'infiltration

3.1.3.2
chaleur de réaction
$E_{réact}$
chaleur produite par la réaction d'oxydation de produits dans la zone de mesure du bilan énergétique

EXEMPLE Formation de calamine de produits en acier pendant la réaction d'oxydation.

3.1.3.3
chaleur sensible de l'air d'infiltration
$E_{s,infilt}$
chaleur sensible de l'air qui s'infiltre dans le four par l'intermédiaire de l'orifice d'entrée/de sortie ou des interstices dans les systèmes de fonctionnement du four

NOTE 1 à l'article Ce terme peut être remplacé par «chaleur sensible de l'air faux».

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

3.1.4 Extrant énergétique total

3.1.4.1
extrant énergétique total
E_{extrant}
extrant énergétique mesuré total émis par ou consommé dans la zone de bilan énergétique, qui est composé de l'extrant énergétique thermique, de l'énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques, de l'énergie utilisée pour la production d'utilité et de la perte due à la production d'énergie électrique

3.1.5 Extrant énergétique thermique

3.1.5.1
extrant énergétique thermique
$E_{\text{extrant, therm}}$
cumul de l'énergie thermique émise à partir de la zone de bilan énergétique

NOTE 1 à l'article L'extrant énergétique thermique est composé de l'énergie définie en 3.1.5.2 à 3.1.5.13.

3.1.5.2
énergie efficace
E_{efficace}
enthalpie emmagasinée dans les produits dans la zone de mesure du bilan énergétique

3.1.5.3
perte due aux dispositifs
$E_{\text{l,dispositif}}$
enthalpie emmagasinée par les dispositifs de manutention des produits dans la zone de mesure du bilan énergétique

3.1.5.4
chaleur sensible de la substance oxydée
$E_{\text{l,oxyd}}$
chaleur sensible des substances ayant réagi avec l'oxygène, formées lors du processus thermique issu de la zone de mesure du bilan énergétique

3.1.5.5
chaleur sensible des gaz d'échappement
$E_{\text{échappement}}$
chaleur sensible du gaz d'échappement émis à partir de la zone de mesure du bilan énergétique

3.1.5.6
perte de chaleur accumulée par un four intermittent
$E_{\text{l,accumulée}}$
chaleur sensible emmagasinée par les réfractaires du four au cours d'un cycle de fonctionnement du four intermittent

3.1.5.7
perte de chaleur sensible du gaz d'atmosphère
$E_{\text{s,atm}}$
chaleur sensible emmagasinée par le gaz d'atmosphère du procédé thermique à travers la zone de bilan thermique

3.1.5.8
perte due aux parois
$E_{\text{l,paroi}}$
énergie thermique émise par la surface des fours industriels par rayonnement et convection

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e4b961a-352b-4d58-9896-b67e17929353/iso-13579-1-2013

3.1.5.9
perte de chaleur due à l'échappement de gaz par l'ouverture du four
$E_{\text{l,gaz dégagé}}$
chaleur sensible du dégagement de gaz émis par l'ouverture du four

3.1.5.10
perte de chaleur par rayonnement par l'ouverture du four
$E_{\text{l,ouverture}}$
énergie thermique par rayonnement émise par l'ouverture du four

3.1.5.11
perte de chaleur émise par des parties installées à travers la paroi du four
$E_{\text{l,parties}}$
énergie thermique émise par des parties installées à travers la paroi du four

EXEMPLE Comme dans le cas d'une sole à rouleaux.

3.1.5.12
perte due à l'eau de refroidissement
$E_{\text{l,cw}}$
énergie thermique transférée par l'eau de refroidissement hors de la zone de mesure du bilan énergétique

3.1.5.13
autres pertes
$E_{\text{l,autres}}$
pertes d'énergie thermique non mesurées de la zone de bilan thermique

3.1.6 Énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques

3.1.6.1
énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques
E_{aux}
énergie utilisée dans les équipements auxiliaires électriques, qui est composée de l'énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques installés et de l'énergie utilisée pour le transfert de fluide

3.1.6.2
énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques installés
$E_{\text{aux,installés}}$
énergie totale cumulée utilisée dans les équipements auxiliaires électriques installés (par exemple ventilateurs, pompes) implantés dans la zone de bilan énergétique

3.1.6.3
énergie utilisée pour le transfert de fluide
$E_{\text{aux,fluide}}$
énergie cumulée pour le transfert de fluide, calculée à partir de la propriété du fluide

EXEMPLE Pour l'eau de refroidissement, le combustible, etc.

3.1.7 Énergie utilisée pour la production d'utilités

3.1.7.1
utilité
service autre que la fourniture de combustible et d'électricité dans la zone de bilan énergétique

EXEMPLE Oxygène, vapeur et gaz d'atmosphère.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e46961a-352b-4658-9896-b67e17929553/iso-13579-1-2013

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

3.1.7.2
énergie utilisée pour la production d'utilités
$E_{\text{utilités}}$
énergie cumulée pour la production des utilités utilisées dans la zone de bilan énergétique

3.1.8 Perte due à la production d'énergie électrique

3.1.8.1
perte due à la production d'énergie électrique
$E_{\text{l,eg}}$
perte d'énergie inhérente à la production d'énergie électrique qui est calculée à partir de l'énergie combustible équivalente et de l'énergie électrique consommée totale

3.1.9 Bilan énergétique thermique

3.1.9.1
apport d'énergie thermique à partir d'une source de chauffage électrique
énergie thermique entrant dans le processus à partir d'une source de chauffage électrique, telle qu'un équipement de chauffage électrique, émise dans la zone de bilan énergétique

3.1.9.2
chaleur de circulation
chaleur circulant dans un équipement ou un système installé dans la zone de bilan énergétique

3.1.10 Bilan énergétique de la production d'énergie électrique

3.1.10.1
énergie électrique totale consommée
$E_{\text{e,totale}}$
cumul de l'énergie électrique consommée dans la zone de bilan énergétique, égale à la somme de l'apport d'énergie thermique à partir d'une source de chauffage électrique, de l'énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques et de l'énergie électrique utilisée pour la production d'utilités

3.1.10.2
énergie électrique utilisée pour la production d'utilités
$E_{\text{e,utilités}}$
cumul de l'énergie électrique consommée pour la production d'utilités (par exemple production d'oxygène) utilisée dans la zone de bilan énergétique

3.1.11 Énergie recyclée

3.1.11.1
énergie recyclée
E_{re}
énergie récupérée à partir de l'énergie thermique perdue par la zone de bilan énergétique

EXEMPLE Énergie réutilisée dans une chaudière de récupération.

4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent.

NOTE 1 Les tonnes utilisées sont des tonnes métriques.

NOTE 2 Pour l'unité de volume de gaz, voir 6.5.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ce46961a-352e-4d58-9896-b67c17929353/iso-13579-1-2013

Symbole	Signification	Unité
A	volume d'air de combustion fourni par tonne de produits	m^3(n)/t
A_0	volume théorique d'air de combustion requis par quantité unitaire de combustible	m^3(n)/kg ou m^3(n)/m^3(n)
C	conductivité thermique du matériau de la sole	W/mK
$c_{pm,atm1}$	chaleur massique moyenne du gaz d'atmosphère entre T_{atm1} et 273,15 K	kJ/(kg·K)
$c_{pm,atm2}$	chaleur massique moyenne du gaz d'atmosphère entre T_{atm2} et 273,15 K	kJ/(kg·K)
$c_{pm,j1}$	chaleur massique moyenne des dispositifs/appareils entre T_{j1} et 273,15 K	kJ/(kg·K)
$c_{pm,j2}$	chaleur massique moyenne des dispositifs/appareils entre T_{j2} et 273,15 K	kJ/(kg·K)
$c_{pm,E}$	chaleur massique moyenne du gaz d'échappement entre T_E et 273,15 K	kJ/(kg·K)
$c_{pm,a}$	chaleur massique moyenne de l'air de combustion entre la température ambiante et 273,15 K	kJ/(m^3(n)·K)
$c_{pm,a1}$	chaleur massique moyenne de l'air de combustion entre sa température spécifiée et 273,15 K	kJ/(kg·K) ou kJ/m^3(n)·K
$c_{pm,f1}$	chaleur massique moyenne du combustible entre sa température prévue et 273,15 K	kJ/(kg·K) ou kJ/m^3(n)·K
$c_{pm,gf}$	chaleur massique moyenne du gaz dégagé entre T_{gf} et 273,15 K	kJ/m^3(n)·K
$c_{pm,p1}$	chaleur massique moyenne des produits entre T_{p1} et 273,15 K	kJ/(kg·K)
$c_{pm,p2}$	chaleur massique moyenne des produits entre T_{p2} et 273,15 K	kJ/(kg·K)
$c_{pm,ri}$	chaleur massique moyenne du réfractaire de chaque couche	kJ/(kg·K)
E_{aux}	énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques par tonne de produits	kJ/t
$E_{aux,fluide}$	cumul de l'énergie utilisée pour le transfert de fluide par tonne de produits	kJ/t
$E_{aux,fluide,souff}$	énergie utilisée pour le transfert de fluide par les soufflantes par tonne de produits	kJ/t
$E_{aux,fluide,comp}$	énergie utilisée pour le transfert de fluide par les compresseurs par tonne de produits	kJ/t
$E_{aux,fluide,pompe}$	énergie utilisée pour le transfert de fluide par les soufflantes par tonne de produits	kJ/t
$E_{aux,installés}$	cumul de l'énergie utilisée dans les équipements auxiliaires électriques installés par tonne de produits	kJ/t
$E_{e,utilité}$	énergie consommée pour la production d'utilité par tonne de produits	kJ/t
$E_{efficace}$	énergie efficace par tonne de produits	kJ/t
$E_{échappement}$	chaleur sensible du gaz d'échappement par tonne de produits	kJ/t
E_{fe}	énergie thermique équivalente de l'électricité par tonne de produits	kJ/t
$E_{fe,atm,cal}$	pouvoir calorifique du gaz source du gaz d'atmosphère par tonne de produits	kJ/t
$E_{fe,él}$	énergie thermique équivalente de l'électricité par tonne de produits	kJ/t
$E_{h,combustible}$	pouvoir calorifique du combustible par tonne de produits	kJ/t
$E_{h,déchets}$	pouvoir calorifique des déchets par tonne de produits	kJ/t
$E_{intrant}$	intrant énergétique total par tonne de produits	kJ/t

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai) Full standard: https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0469961a-352b-d58-9806-b67d179093 5/iso-13579-1-2013

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

Symbole	Signification	Unité
$E_{l,soufflante}$	perte de chaleur due à l'échappement de gaz par l'ouverture du four par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,cw}$	perte due à l'eau de refroidissement par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,eg}$	perte d'énergie lors de la production d'énergie électrique	kJ/t
$E_{l,dispositif}$	perte due aux dispositifs par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,ouverture}$	perte de chaleur par rayonnement par l'ouverture du four par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,autres}$	autres pertes par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,parties}$	perte de chaleur émise par les parties à travers la paroi du four	kJ/t
$E_{l,accumulée}$	perte de chaleur accumulée par un four à fonctionnement intermittent par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,accumulée}$	perte de chaleur accumulée par le four à fonctionnement intermittent par mètre carré de paroi du four	kJ/m^2
$E_{l,paroi}$	perte due aux parois par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,paroi,1}$	perte par la paroi et les carneaux de fumée du four par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,paroi,2}$	perte due à la sole par tonne de produits	kJ/t
E_{autres}	autre intrant énergétique par tonne de produits	kJ/t
$E_{extrant}$	extrant énergétique total par tonne de produits	kJ/t
E_{p1}	chaleur sensible (ou enthalpie) des produits au moment où les produits sont chargés dans la zone de bilan thermique par tonne de produits	kJ/t
E_{p2}	chaleur sensible (ou enthalpie) des produits au moment où les produits sont extraits de la zone de bilan thermique par tonne de produits	kJ/t
$E_{réact}$	chaleur de réaction par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,air}$	chaleur sensible de l'air de combustion ou autre oxydant par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,atm}$	perte de chaleur sensible du gaz d'atmosphère par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,atomis}$	chaleur sensible du fluide d'atomisation par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,combustible}$	chaleur sensible du combustible par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,infilt}$	chaleur sensible de l'air d'infiltration par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,oxyd}$	chaleur sensible de la substance oxydée par tonne de produits	kJ/t
$E_{extrant,therm}$	énergie thermique (sortie) par tonne de produits	kJ/t
$E_{utilité}$	énergie thermique utilisée pour la production d'utilités par tonne de produits	kJ/t
$E_{u,atm,prod}$	énergie utilisée pour la production de gaz d'atmosphère par tonne de produits	kJ/t
$E_{u,atm,cal}$	pouvoir calorifique du gaz source de gaz d'atmosphère par tonne de produits	kJ/t
$E_{u,oxy}$	énergie consommée pour la production d'oxygène par tonne de produits	kJ/t
$E_{u,vapeur}$	énergie consommée pour la production de vapeur tonne de produits	kJ/t
G_0	volume théorique du gaz d'échappement par quantité unitaire de combustible	m^3(n)/kg ou m^3(n)/m^3(n)

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e46961a-352b-4d58-8896-b67e17922353/iso-13579-1-2013

© ISO 2012 – Tous droits réservés