Turbines à vapeur multiples type Parsons

Autor(en): **Colombi, Ch.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **45 (1919)**

Heft 4

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-34877

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

pérature déjà élevée de l'air admis, rendent facile l'inflammation des plus mauvais combustibles maigres. Cette chambre d'allumage est faite en matières réfractaires enveloppées d'un calorifuge afin d'éviter les pertes de chaleur vers l'extérieur, et elle est chauffée pour la mise en marche, par un brûleur accessoire à essence, huile lourde, acétylène ou gaz.

Sa forme assure, sur un assez long parcours, le rayonnement intense qui enflammera de sa chaleur le mélange d'air et de combustible bien dosé et sans excès d'air; en pleine marche l'inflammation entretient la chaleur des parois.

Les dimensions de l'orifice de sortie de cette voûte radiante sont telles que la pression y est plus élevée que dans le laboratoire qui lui succède, il en résulte une action catalysante qui facilite la réaction chimique oxydante qu'est la combustion.

Au sortir de cette chambre le mélange enflammé achève sa combustion dans un laboratoire où les gaz atteignent de très hautes températures; températures qu'il n'est pas toujours prudent d'admettre au contact direct des tubes d'une chaudière, parfois entartrée. Aussi emploie-t-on cette chaleur à achever de porter à 300 ou 350 degrés l'air neuf qui va ensuite alimenter le brûleur.

Pour la métallurgie, où les températures élevées sont au contraire désirables, on emploie les gaz immédiatement au laboratoire sans interposer de récupérateur-échangeur.

En ce cas la récupération des calories inemployées ou perdues se fait avant l'évacuation. Les échangeurs sont constitués par des boîtes à chicanes, reliées entre elles par des tubes placés en quinconces.

Les gaz d'évacuation lèchent l'extérieur des tubes, tandis que l'air allant aux brûleurs circule dans les tubes d'une rangée à l'autre.

Ces appareils de récupération ne sont pas seulement utilisables aux brûleurs à charbon pulvérisé, mais ils s'appliquent à toute récupération industrielle de calories perdues sur les appareils thermiques.

Les échangeurs de 5, 10, 15, 20 mètres carrés de surface radiante ont des dimensions variables et la longueur de leurs tubes qui peut être modifiée d'un appareil à l'autre permet de les loger facilement dans les carneaux ou à la base des cheminées.

On peut aussi utiliser les procédés *Reverber pulver* en maintenant les anciennes grilles du foyer qu'on réduit simplement en modifiant les maçonneries des fours et qu'on utilise comme « grille d'allumage » au dessus de laquelle le brûleur horizontal ou incliné envoie le mélange inflammable.

Les figures jointes représentent les deux dispositions décrites ci-dessus et un brûleur isolé pour 30 kg. de charbon à l'heure.

Le pavillon de la buse varie suivant la longueur des flammes que l'on veut obtenir et la distance du point à chauffer.

Le mélange d'air et du combustible se faisant au brûleur même, il n'y a, dans ce système, aucun danger d'inflammation prématurée ou d'explosion.

Ces procédés qui permettent d'utiliser avec un rendement suffisant les mauvais charbons donnent avec les charbons ordinaires une augmentation très sensible du rendement et permettent en outre de brûler les sciures de bois fins et les poussières de lignites et de tourbes desséchées et les mourres et schlamms des extractions minières.

Turbines à vapeur multiples Type Parsons

par Ch. Colombi, ingénieur,
professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne.

(Suite[1].)

Nous définirons en premier lieu le rendement global de l'ailettage aux aubes par la relation :

$$\eta_i = \frac{A\mathcal{T}_{u|tot.}}{\Delta H'_{2a|t}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

dans laquelle $A\mathcal{T}_{u|tot}$ représente la somme de tous les travaux fournis aux aubes par les turbines élémentaires, exprimés en calories et $\Delta H'_{2a|t}$ la quantité que nous avons déjà eu l'occasion de mentionner. Les travaux fournis aux aubes par les turbines élémentaires peuvent se calculer très facilement comme différences des énergies cinétiques d'entrée et de sortie : dans le cas considéré actuellement ils s'expriment, pour chaque élément, par la formule :

$$A\mathcal{T}_u = \frac{A}{2g}(c_1^2 - \omega_1^2 + \omega_2^2 - c_2^2) = \frac{A}{g}(c_1^2 - c_2^2) \quad \ldots \quad (2)$$

dans laquelle toutes les notations nous sont connues, $A\mathcal{T}_u$ étant, en calories, le travail cherché.

Finalement nous définirons comme suit le rendement aux aubes d'une turbine élémentaire

$$\eta_u = \frac{A\mathcal{T}_u}{2\Delta H_{2a} + \frac{A}{2g}c_2^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Cette expression contient naturellement au numérateur le travail élémentaire aux aubes et au dénominateur l'énergie fournie à chaque élément sous forme de chaleur et d'énergie cinétique. Cette dernière n'est pas autre chose que de l'énergie cinétique de sortie de la vapeur d'une roue mobile n qui réapparaît comme énergie cinétique d'entrée dans le distributeur successif, appartenant à la turbine élémentaire $n+1$.

Ces définitions établies nous pouvons procéder au calcul de la différence de quantité totale de chaleur utilisée dans chaque élément ou, ce qui revient au même, du dénominateur de la fraction de droite de l'égalité (3).

[1] Voir *Bulletin technique* 1919, p. 1.

Nous savons que dans chaque file d'aubes se manifestent des pertes par frottement, remous et semblables. Nous pouvons exprimer l'énergie absorbée par ces pertes sous la forme d'une portion de l'énergie cinétique de sortie de chaque file, soit en désignant par ζ le pourcentage de perte ainsi calculé, nous pouvons poser les relations suivantes ; pour une turbine élémentaire quelconque :

Roue directrice $\frac{A}{2g} c_1^2 = \frac{A}{2g} c_2^2 + \Delta H_{2a} - \zeta \cdot \frac{A}{2g} c_1^2$

Roue mobile

$$\frac{A}{2g} w_2^2 = \frac{A}{2g} w_1^2 + \Delta H_{2a} - \zeta \frac{A}{2g} w_2^2 = \frac{A}{2g} c_1^2 = \frac{A}{2g} c_2^2 + \Delta H_{2a} - \zeta \frac{A}{2g} c_1^2$$

La somme de ces deux égalités nous donne, ζ étant admis constant,

$$\frac{A}{g} c_1^2 = \frac{A}{g} c_2^2 + 2\Delta H_{2a} - \zeta \frac{A}{g} c_1^2$$

ou $$2\Delta H_{2a} = \frac{A}{g} \left\{ (1+\zeta) c_1^2 - c_2^2 \right\} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Il est d'autre part évident que si nous faisons passer $\frac{A}{2g} c_2^2$ dans le premier membre de chacune des égalités écrites pour obtenir la (4) nous retrouvons dans les membres de droite les différences de chaleur totales diminuées des pertes. La somme de ces différences, diminuée de la somme des pertes, nous donne naturellement l'énergie réellement transformée aux aubes en travail mécanique et nous retrouvons ainsi sans autre l'équation (2).

Introduisons maintenant dans la (3) les valeurs trouvées au moyen de la (2) et de la (4) ; nous obtenons

$$\eta_u = \frac{c_1^2 - c_2^2}{(1+\zeta) c_1^2 - c_2^2 + \frac{c_2^2}{2}}$$

expression que nous transformerons en faisant intervenir les relations géométriques tirées de l'examen du diagramme des vitesses. Cet examen nous permet d'écrire immédiatement (*v. fig. 1*)

$$c_1^2 - c_2^2 = 2uc_1 \cos\alpha - u^2$$

puisque $c_2 = w_2$.

Nous pouvons écrire cette égalité aussi sous la forme

$$c_1^2 - c_2^2 = u^2 \left(2 \frac{c_1}{u} \cos\alpha - 1 \right)$$

et en posant $$\left(2 \frac{c_1}{u} \cos\alpha - 1 \right) = B \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

on a encore $$c_1^2 - c_2^2 = B \cdot u^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

d'où finalement $$c_2^2 = u^2 \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

Ces valeurs introduites dans le dénominateur de la fraction qui définit η_u nous permettent d'écrire

$$(1+\zeta) c_1^2 - c_2^2 + \frac{c_2^2}{2} = (1+\zeta) c_1^2 - \frac{c_2^2}{2} = u^2 \left\{ \left(\frac{1}{2} + \zeta \right) \frac{c_1^2}{u^2} + \frac{1}{2} B \right\}$$

ce qui nous donne la valeur du rendement

$$\eta_u = \frac{c_1^2 - c_2^2}{u^2 \left\{ \left(\frac{1}{2} + \zeta \right) \frac{c_1^2}{u^2} + \frac{1}{2} B \right\}} = \frac{B}{\left(\frac{1}{2} + \zeta \right) \frac{c_1^2}{u^2} + \frac{1}{2} B} \quad \ldots \quad (\mathrm{I})$$

Cette dernière équation définit donc η_u pour chaque turbine élémentaire de l'ailettage considéré.

Examinons maintenant l'expression du rendement global de ce même ailettage. La valeur de cette quantité résulte de l'équation de définition (1), dans laquelle nous pouvons poser

$$A\mathcal{T}_{u.tot.} = z \cdot A\mathcal{T}_u ,$$

mais, d'après l'équation (3)

$$A\mathcal{T}_u = \eta_u \left\{ 2\Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2 \right\}$$

et d'autre part en tenant compte de la (*a*)

$$\Delta H'_{2a/t} + \sum_1^{2z} s = 2z \cdot \Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2$$

soit avec $$\sum_1^{2z} s = \sigma \cdot \Delta H'_{2a/t}$$

$$(1+\sigma) \Delta H'_{2a/t} = 2z \cdot \Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2 \quad \ldots \quad (\mathrm{b})$$

En substituant comme dit ci-dessus :

$$\eta_i = \frac{z \cdot \eta_u \cdot \left\{ 2 \cdot \Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2 \right\} (1+\sigma)}{2z \cdot \Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2}$$

$$\eta_i = \eta_u (1+\sigma) \left\{ 1 + \frac{\frac{A}{2g} c_2^2}{2 \cdot \Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} \cdot \frac{1}{z} \cdot c_2^2} \cdot \frac{z-1}{z} \right\}$$

Nous savons que $c_2^2 = u^2 \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right)$

d'autre part de la (4) nous tirons :

$$2 \cdot \Delta H_{2a} = \frac{A}{g} \left\{ c_1^2 - c_2^2 + \zeta c_1^2 \right\} = \frac{A}{g} \cdot u^2 \cdot \left(B + \zeta \frac{c_1^2}{u^2} \right)$$

Ces valeurs introduites dans la dernière des équations trouvées nous donnent finalement :

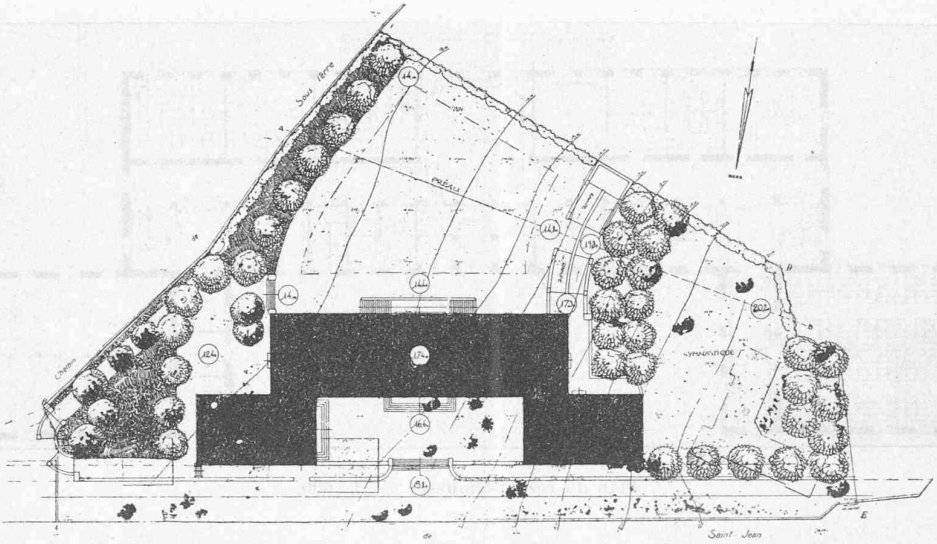
$$\eta_i = \eta_u (1+\sigma) + \eta_u (1+\sigma) \frac{z-1}{z} \cdot \frac{\frac{c_1^2}{u^2} - B}{2 \left\{ \left(B + \zeta \frac{c_1^2}{u^2} \right) + \frac{1}{2z} \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right) \right\}} \ldots (\mathrm{II})$$

Introduisons maintenant dans l'équation (*b*) les valeurs de c_2^2 et de $2 \cdot \Delta H_{2a}$ trouvées ci-dessus ; nous obtenons :

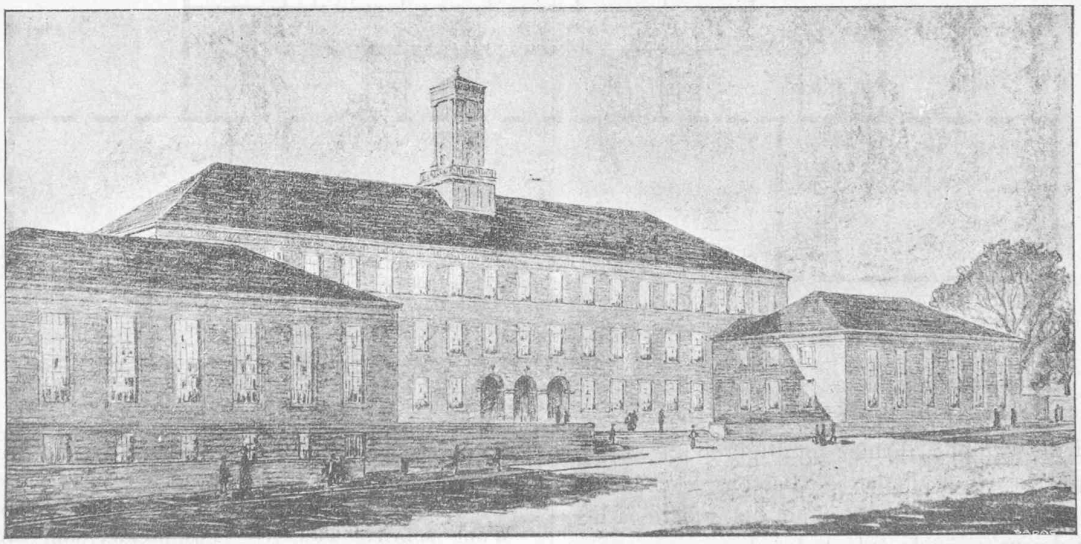
$$(1+\sigma) \cdot \Delta H'_{2a/t} = zu^2 \cdot \frac{A}{g} \left(B + \zeta \frac{c_1^2}{u^2} \right) + u^2 \cdot \frac{A}{2g} \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right)$$

$$= zu^2 \cdot \frac{A}{g} \left\{ \left(B + \zeta \frac{c_1^2}{u^2} \right) + \frac{1}{2z} \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right) \right\}$$

CONCOURS POUR LE COLLÈGE DE SAINT-JEAN, A GENÈVE



Plan de situation. — 1 : 1400.



Perspective.

3me prix *ex æquo* : Projet de MM. *P. Aubert et A. Hœchel.*

Remarquons que $\frac{A}{2g}$ a comme valeur numérique $\frac{1}{8380}$ et définissons par

$$k = \frac{zu^2}{\Delta H'_{2a/t}}$$

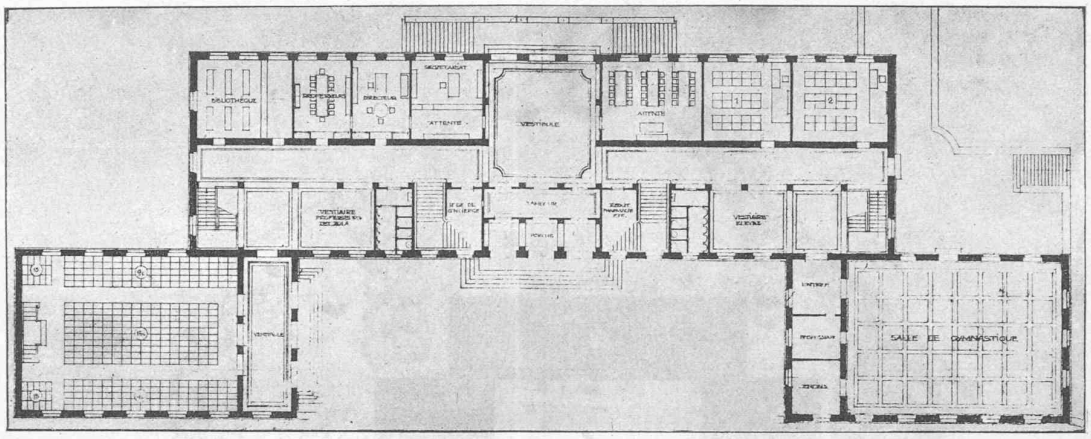
le chiffre caractéristique de l'ailettage considéré.

Nous pouvons donc écrire :

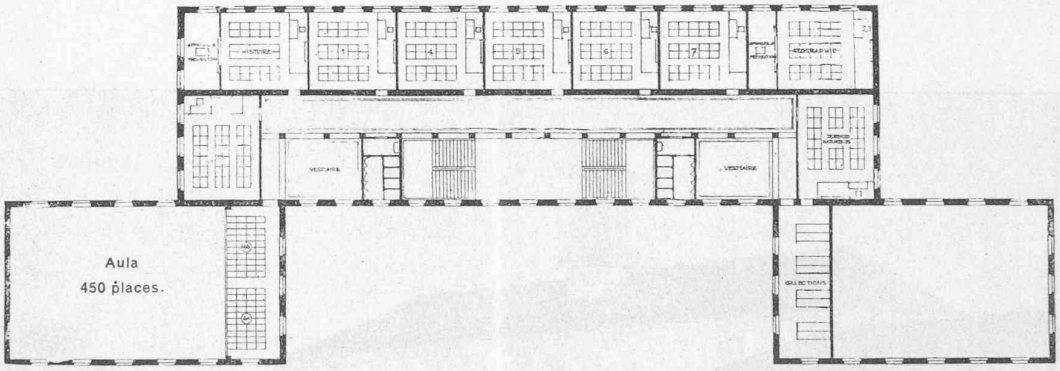
$$k = \frac{z \,.\, u^2}{\Delta H'_{2a/t}} = \frac{8380\,(1+\sigma)}{2\left\{\left(B + \zeta\,\frac{c_1^2}{u^2}\right) + \frac{1}{2z}\left(\frac{c_1^2}{u^2} - B\right)\right\}} \quad \ldots \text{(III)}$$

Les équations (I), (II) et (III) sont les relations cherchées qui permettent de calculer, et définissent, somme toute, l'ailettage Parsons étudié. Nous allons les discuter brièvement ; leur étude ne présente d'ailleurs rien qui diffère en principe de celle que nous avons faite au sujet des équations semblables — quoique présentées à dessein sous une autre forme — trouvées au sujet des turbines multiples à action. Dans notre première étude nous nous sommes arrêtés spécialement sur des considérations théoriques car, étant donné l'état actuel de la construction des turbines multiples à action, l'intérêt pratique immédiat de la méthode de calcul exposée nous semblait, somme toute, moindre que celui présenté, par exemple, par l'analyse des divers facteurs qui influent

CONCOURS POUR LE COLLÈGE DE SAINT-JEAN, A GENÈVE



Plan du rez-de-chaussée. — 1 : 600.



Plan du 1er étage. — 1 : 600.

3me prix *ex æquo* : Projet de MM. *P. Aubert et A. Hœchel.*

sur le rendement d'une turbine multiple d'une façon générale. Dans le cas de l'ailettage Parsons le contraire se vérifie et c'est l'application pratique des équations déterminées ci-dessus pour le calcul des dimensions principales d'une turbine du type étudié qui apparaît pour nous au premier plan. C'est donc l'étude de la détermination d'un ailettage Parsons que nous allons entreprendre en détail en ne consacrant que quelques remarques aux questions théoriques, ce qui ne présente aucun inconvénient, puisque les conclusions générales de notre précédente étude peuvent être étendues sans autre aussi au cas considéré actuellement.

(A suivre.)

Concours pour l'étude d'un projet de collège à Saint-Jean, Genève.

(*Suite et fin*)[1]

3me prix *ex æquo* : Projet de MM. *Aubert* et *Hœchel*. — Bâtiment central avec deux annexes, renfermant l'aula et la salle de gymnastique. Plan très condensé. Locaux administratifs bien groupés. Les escaliers ne se trouvent pas facilement. L'édifice est bien assis sur le terrain ; le groupement des masses est bon. L'architecture est d'une bonne tenue mais d'une sobriété excessive. Les préaux sont ordonnés d'une façon claire et simple. Le caractère monumental du mur de la terrasse supérieure est un peu trop accentué.

[1] Voir *Bulletin technique* 1919, p. 26.

NÉCROLOGIE

Alfred Richner.

La triste nouvelle du décès de M. Alfred Richner, architecte, a causé parmi ses nombreux amis une vive émotion.

Obligé de se rendre à Paris pour affaires, il y a trois semaines, M. Rychner y est mort des suites de la grippe.

Le défunt avait fait toutes ses classes à Neuchâtel (école primaire, collège latin et gymnase cantonal). Il s'était rendu ensuite à Stuttgart pour y faire ses études d'architecture. Rentré dans sa chère ville de Neuchâtel qu'il aimait en vrai patriote, il entra dans le bureau de son père, M. Alfred Rychner, mort en mai dernier. Le défunt fut pendant douze ans le dévoué secrétaire de la section de Neuchâtel de la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.

Enlevé aux siens à l'âge de 37 ans, il avait cependant déjà