Zeitschrift: Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 14 (1921-1922)

Heft: 3

Artikel: L'usure des turbines et les rendements de l'usine de Massaboden

Autor: Dufour, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920280

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 24.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

L'usure des turbines et les rendements de l'usine de Massaboden.

Par *H. Dufour*, ingénieur, à Bâle.

Introduction.

Incidemment les lecteurs de la „Schweizerische Wasserwirtschaft" ont déjà été entretenus de l'usure des turbines hydrauliques et des moyens d'y remédier. Une des conséquences les plus graves de cette usure, qui se produit dans tous les types de turbines et sous toutes les chutes, est son influence néfaste sur les rendements.

D'une petite enquête, que, grâce à la bienveillance de leurs administrations et de leur personnel, nous avons pu faire dans un assez grand nombre d'usines hydro-électriques situées sur des cours d'eau charriant des alluvions, il résulte que les pertes dans leur production d'énergie provenant de l'usure des turbines, sont bien plus importantes que ne le suppose probablement le lecteur le plus pessimiste. En serrant le problème de près, nous avons pu constater que dans certaines usines, l'énergie disponible aux bornes des groupes générateurs, exprimée en kWh par an par exemple, était de 5, 10, 20 %, et même plus, inférieure à celle que l'on obtiendrait avec les mêmes groupes leurs turbines étant à l'état neuf.

Il y a là un élément de l'utilisation des forces hydrauliques susceptible d'un perfectionnement assez important et celà dans l'intérêt de tout le monde.

Un premier pas vers une amélioration, serait de faire des révisions fréquentes et surtout des contrôles périodiques des rendements effectifs des turbines, prises isolément ou, si cela n'est pas possible, de l'usine entière. Comme nous nous proposons de le montrer ici par un exemple, les résultats de tels contrôles seront souvent d'une importance inattendue, capable de motiver une mise en état immédiate des turbines usées et, pour l'avenir, des mesures de protection efficaces.

* * *

Grâce à l'obligeance du Service de la Traction des Chemins de fer fédéraux, à Lausanne, auquel nous exprimons ici nos vifs remerciements, nous pouvons donner aujourd'hui le résultat des expériences faites récemment sur les turbines de l'usine de Massaboden qui, comme l'on sait, fournit le courant pour la traction électrique dans les tunnels du Simplon et sur la ligne Brigue-Sion. Ces résultats nous paraissent avoir une valeur particulière, par ce qu'ils ont été obtenus avec des turbines tout à fait modernes, de première marque, travaillant sous une chute brute de 45 m. seulement et dont l'eau motrice traverse un grand bassin de décantation ordinaire sans purge automatique. Les expériences ont en outre été faites avec toute la précision désirable en pareil cas.

Pour éviter les répétitions, nous nous permettrons de renvoyer le lecteur aux excellentes publications déjà parues sur l'usine de Massaboden [1]) et dirons seulement, pour la compréhension de ce qui va suivre, que son débit est limité par le canal d'amenée en béton armé à environ 6 m^3/sec., et, en basses eaux, ne descend guère au dessous de 5 m^3/sec. Pour compenser les variations de charge résultant de la traction électrique, l'usine possède un réservoir de 8000 m^3 de capacité. Son équipement en machines se compose de deux groupes générateurs N^os^ I et II d'une puissance de 2600 kw chacun, pour le courant triphasé à 16 et $^2/_3$ périodes, et d'un troisième groupe N° III mu par une turbine identique à celle des groupes I et II, qui, pendant les heures peu chargées de la traction, produit du courant triphasé à 50 périodes utilisé par une industrie électrochimique.

Les travaux de construction une fois achevés, l'usine de Massaboden fut, en Décembre 1915, l'objet d'expériences de réception dont les excellents résultats ont été publiés [2]), puis mise en service pour les besoins de l'exploitation du tunnel I (traction, éclairage et ventilation et la fourniture de courant à l'industrie. En 1917 elle utilisait déjà le 81 % de son énergie disponible.

Bien que le bassin de décantation, en service depuis le début de la période de construction des tunnels du Simplon, ait été vidé et nettoyé aussi souvent que cela semblait nécessaire, l'usure des turbines N° I et II servant à la traction et dont la marche paraissait encore normale, était au printemps 1920 assez avancée pour motiver la commande de pièces de rechange qui, par suite de diverses circonstances, ne furent à pied d'œuvre qu'en février 1921.

L'inspection des turbines du type Francis double faite pendant l'hiver 1920/21, ayant signalé une usure très prononcée des distributeurs et surtout des joints entre le distributeur et la roue motrice (diamètre 880 mm), le service de la Traction décida de faire réparer d'abord la turbine N° I, puis de déterminer aussi exactement que possible les rendements des groupes I et II.

Ces expériences eurent lieu en Mars 1921 pendant deux nuits consécutives, durant lesquelles l'usine put être libérée de tout service. Le groupe à examiner étant seul en marche, son débit fut jaugé au moulinet dans le canal de fuite, à l'emplacement déjà utilisé lors des expériences de 1915. La puissance développée par l'alternateur, directement accouplé à la turbine, était mesurée avec des instruments de précision par les soins du labaratoire de la A. S. E. et absorbée par une résistance à eau plongée dans

---

[1]) Revue technique suisse, Nos 25—30, XIIIe année 1916. Schweizerische Bauzeitung Nos des 14,21 et 28 Juin 1919.

[2]) Revue technique suisse Nos 25—30. XIIIe année. Schweizerische Bauzeitung No du 28 Juin 1919. Communication du Service des Eaux No 10. Méthodes de jaugeage par MMr. le Dr. L.-W. Collet, Dr. R. Mellet et ingr. O. Lütschg, Berne 1917.

le canal de fuite. Malgré les variations inévitables du niveau de l'eau, la charge désirée fut très rapidement obtenue et conservée absolument constante pendant toute la durée de l'expérience, première condition à remplir pour obtenir des résultats exacts.

La chute brute, c'est à dire la distance verticale entre les niveaux des canaux d'amont et de fuite, fut obtenue très simplement par des lectures directes à deux limnimètres. Comme pendant toutes les expériences le groupe examiné était seul en marche, les chutes brutes peuvent servir au calcul des rendements d'exploitation du groupe I avec turbine réparée et du groupe II avec turbine usée.

Dans une usine à débit limité par un canal d'amenée comme celle de Massaboden, les mauvais rendements des turbines usées, en diminuant leurs puissances, font diminuer aussi les charges et par conséquent les rendements des alternateurs. Pour bien se rendre compte de l'effet de cette usure sur le rendement d'exploitation de l'usine „ηe" il convient donc de calculer d'une part, les puissances absolues „Na" en prenant pour base les débits „Q" et les chutes brutes „Hb".

$$Na = \frac{Q \cdot 1000 \cdot Hb}{75}$$

et d'autre part les puissances effectives „Ne" données par les alternateurs.

Les rendements d'exploitation ou rendements globaux „ηe", qui tiennent compte des pertes de chute au passage de la grille et dans la conduite, des rendements de la turbine et de l'alternateur, puis des pertes de chute dans le canal de fuite, seront donnés par la relation bien connue:

$$\eta e = \frac{Ne \cdot 100}{Na} \text{ en } \%.$$

Ces rendements d'exploitation ont été culculés pour les expériences de Décembre 1915 et celles de Mars 1921. Pour la comparaison exacte des résultats au moyen de diagrammes, les débits „Q" et les puissances effectives „Ne" ont été ramenés à la chute brute uniforme de 45,0 m. (A suivre.)

Gutachten über die Talsperre System Dr. Rossin.

Von Dr. Ing. Fritz Emperger.

Beim Gebrauch von Eisenbeton als Ersatz massiver Staumauern ist man genötigt, das fehlende Gewicht des massiven Mauerklotzes durch den Wasserdruck auf eine geneigte Anschlusswand zu ersetzen. Bei allen bisherigen Lösungen in Eisenbeton ging dabei die erwünschte Trennung zwischen dem Wasserabschluss und dem eigentlichen Tragwerk verloren und ergab sich eine grössere Breite in der Fundierung des Eisenbetongerüstes und damit Hand in Hand eine statische Unbestimmtheit der für den Bestand des Bauwerkes ausschlaggebenden sekundären Spannungen, herrührend von Volumensänderung, Temperatur und Setzung. Solange man noch nicht in der Lage war, eine Form der Sperrmauer aus Eisenbeton zu schaffen, welche von diesen sekundären Spannungen hinreichend unabhängig ist, so ist die Überdimensionierung dieser Bauwerke, wie sie dem Massivbau gegeben erscheint, die einzige zweckmässige Lösung.

Die in der Folge beschriebene Talsperre nach den Vorschlägen des Herrn Dr. Ing. Rossin erscheint von diesen sekundären Einflüssen soweit unabhängig, dass man das Eisenbetongerüst mit statischer Bestimmtheit entwerfen kann, wie das diesem Gutachten beigefügte Beispiel einer Staumauer von 45 m Höhe zeigt.

Eine derartige Talperre besteht aus einer Abschlusswand und einer Reihe sie unterstützender einzelner Rahmen, welche in unserem Beispiele in Entfernungen von 7 m angeordnet sind. Die Querversteifung dieser Rahmen ist auf ein Mindestmass herabgesetzt, entsprechend den geringen nach dieser Richtung auf die Rahmen angreifenden Kräfte. Sie werden an der Wasserseite durch eine Abschlusswand, bestehend aus horizontalen Gewölben, verbunden, denen sie als Widerlager dienen. Über dem Kämpfer dieser Abschlussgewölbe findet sich ein Zwischengewölbe angeordnet vor, durch dessen Einschaltung die eigentliche Tragkonstruktion von jeder unmittelbaren Berührung mit dem Wasser geschützt erscheint. Durch diese Anordnung erhält die Abschlusswand eine harmonikartige Dehnbarkeit, welche sie in den Stand setzt, horizontale Längenänderungen, herrührend von Temperatur, Schwinden oder sonst einer Volumsänderung aufzunehmen. Die Anschluss-Stellen zwischen den Haupt- und Nebengewölben lassen sich je nach Bedarf von vorneherein, eventuell auch nachträglich, einwandfrei dicht erhalten. Ausserdem finden sich in geeigneten Abständen die Unterstützungsrahmen durch eine eingelegte vertikale Fuge in Doppelrahmen aufgelöst vor, abhängig von der Abstufung des Tales in der Querrichtung. Diese vertikale Unterteilung der ganzen Stützmauer sichert diese gegen örtliche Verdrehungen.

Die Haupt- und Zwischenbögen der Abschlusswand erhalten derartige Formen und Abmessungen, dass die volle Wasserbelastung keine Zugspannungen hervorruft. In vertikaler Hinsicht findet sich am oberen Rande der Staumauer eine belastete Konsole angeordnet vor mit der Aufgabe, ein dem Wasserdruck entgegengesetztes Moment in der Abschlussmauer zu erzeugen, so dass sich auch nach dieser Richtung hin keine Zugspannung geltend macht.

Die Abschlusswand erhält ferner eine wasserseitige horizontale Abgleichschicht, welche, ohne selbst wasserdicht zu sein, diese und die Eisenbetonrah-