Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 125/126 (1945)

Heft: 23

Artikel: Compte-rendu des essais de la turbine aérodynamique Escher Wyss - AK

Autor: Quiby, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-83677

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: 13.07.2025

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

INHALT: Compte-rendu des essais de la turbine aérodynamique Escher Wyss - AK. — Hölzerne Notbrücken. — Ueber mechanische Einrichtungen und deren Betrieb in Kläranlagen für häusliches Abwasser. — Das Notinfektionsspital Schaffhausen. — Mitteilungen: Die Schweizer Mustermesse 1945. Die Landwirtschaftliche Schule «Strickhof» in Zürich. Neubau des Kantonspitals Zürich. Persönliches. — Nekrologe: Josef Nebel. Georges Brunner. — Wettbewerbe: Städt. Verwaltungsgebäude Bern. Schulhaus mit Turnhalle und Kindergarten in Pfäffikon (Zürich). Erweiterung der Webschule Wattwil.
Mitteilung der Vereine. — Vortragskalender.

Band 125 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet Nr. 23

Compte-rendu des essais de la turbine aérodynamique Escher Wyss - AK

Par H. QUIBY, professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich

La maison Escher Wyss entreprenait, dès 1935, les recherches et études en vue de la réalisation d'une installation thermique de production d'énergie, proposé par J. Ackeret, professeur de l'E. P. F. et C. Keller, Dr. sc. techn., chef de la section des recherches de Escher Wyss. Il s'agit d'un circuit aéodynamique fermé, à turbo-machines, qui a déjà été décrit dans cette revue et a fait l'objet de nombreuses publications[1]). En outre, au début de 1944, les initiateurs rendaient compte ici-même des résultats fort encourageants obtenus jusqu'alors, et laissaient entrevoir que des perfectionnements de détail permettaient d'espérer mieux encore[2]). A la fin de l'année dernière, la première étape du développement pouvait être considérée comme achevée.

L'installation d'essai, bien qu'assez différente de ce que serait une construction définitive, ne saurait plus être modifiée sans des frais hors de proportion avec le résultat possible. De nombreuses expériences, comprenant de longues périodes de service industriel continu, avaient prouvé que non seulement le rendement escompté était atteint, mais aussi que les conditions nécessaires de sécurité de marche, de facilité de service et de bon fonctionnement du réglage étaient réalisées entièrement. L'auteur fut chargé de procéder à des essais officiels qui furent effectués les 12 et 13 décembre 1944.

L'installation d'essai (fig. 1)

La puissance nominale est de 2000 kW. Les turbo-machines sont prévues pour un rapport normal d'environ quatre entre les pressions amont et aval. L'expansion, sans réchauffage intermédiaire, s'effectue dans deux turbines en série. Celle de haute pression, faisant normalement 8000 t/min, entraîne directement le compresseur axial, tandis que celle de basse pression est couplée au générateur et fait 3000 t/min.

Les deux turbines sont liées par un engrenage qui doit transmettre, dans un sens ou dans l'autre, un excès éventuel de puissance de l'un des deux rotors. Cela se présente surtout lors de changements brusques de la charge, du fait que les «volants» des deux groupes de machines ne sont pas égaux, et, en outre, parce que le réglage provoque des variations du rapport des pressions. Toutefois, même en régime constant, il peut arriver que l'engrenage ait à transmettre une puissance, notamment à charge partielle, si le réglage se fait par dérivation. Cet engrenage est prévu pour une puissance limitée, qu'un dispositif spécial de la régulation permet de ne pas dépasser.

La turbine haute pression (fig. 2) reçoit l'air chaud directement de l'échauffeur d'air, par deux conduites parallèles, sans aucun organe de réglage ou d'obturation. Cette circonstance permet de donner aux canaux d'entrée dans la turbine la forme d'écoulement la plus favorable. Cet avantage n'est pas encore utilisé autant qu'il serait possible dans la turbine d'essai.

Le nombre des étages, ainsi que les vitesses périphériques, sont choisis de façon à maintenir très bas les efforts provenant des forces centrifuges, ce qui permet l'adoption de températures atteignant 700° C à l'entrée de la turbine haute pression, tout en gardant une ample marge de sécurité au dessous de la limite de viscosité. Disques et arbre sont d'une pièce. Les constructeurs sont restés fidèles à la turbine à action, bien que la recherche d'un haut rendement oblige à donner une certaine élasticité à cette définition. Il va sans dire que toutes les parties en contact avec le gaz chaud sont en acier spécial à haute limite d'écoulement aux températures élevées. Les constructions futures prévoient une très forte économie de ces métaux coûteux. Les précautions en question ne sont pas nécessaires au même point en ce qui concerne la turbine basse pression (fig. 3).

Le compresseur axial (fig. 4) est à trois cylindres avec réfrigérants intermédiaires. De même que pour la turbine, la construction n'a pu être amenée au degré de développement que font prévoir les nouveaux projets. Malgré la grande vitesse de rotation, les dimensions des aubages, ainsi que le grand nombre des étages, montrent que le volume d'air approche de la limite à laquelle le rendement de la machine axiale l'emporte sur celui de la machine radiale. Pour de plus grandes puissances on peut, avec certitude, compter sur des rendements meilleurs.

Dans les turbines ainsi que dans le compresseur, le plus grand soin est donné à la suppression aussi complète que possible des fuites. On y parvient avec succès par l'emploi simultané de garnitures à labyrinthes et de joints hydrauliques. Ces derniers sont placés entre des chambres dont les pressions sont dans des rapports toujours adaptés à la puissance momentanée parce que déterminés par des connexions avec des points fixes du circuit aérodynamique. Quant aux labyrinthes, ils correspondent à la construction connue d'Escher Wyss, mais où le charbon des anneaux fixes est remplacé par une matière résistant aux plus hautes températures, sans se désagréger ni adhérer lors d'un contact éventuel avec les arêtes tournantes.

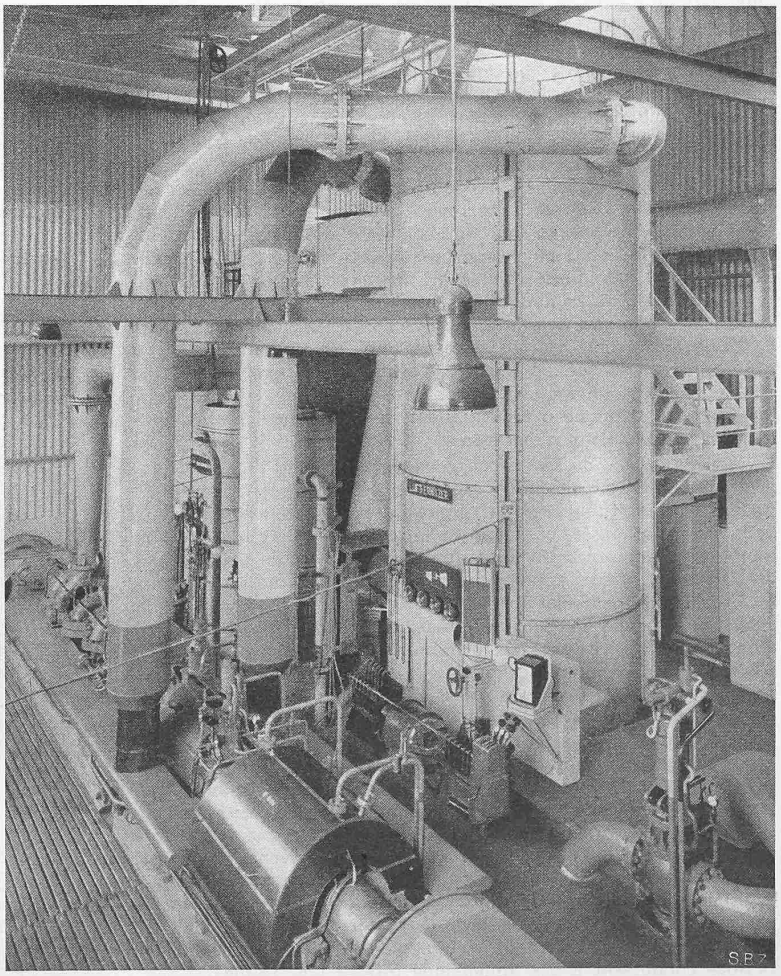

Fig. 1. Vue d'ensemble de l'installation d'essai AK de 2000 kW des usines Escher Wyss A.-G., Zurich

[1]) Voir références bibliographiques en fin de l'article.
[2]) Voir SBZ, vol. 123, p. 37* (1944).

L'échauffeur d'air (fig. 5 et 6) se compose d'un faisceau annulaire de tubes en acier spécial, disposé symétriquement autour d'une chambre de combustion cylindrique. Les éléments du faisceau sont suspendus verticalement et peuvent se dilater librement. Les brûleurs sont à la partie inférieure et les gaz de combustion, s'éloignant du centre par trois parcours successifs de bas en haut et inversément, arrivent dans un collecteur supérieur final avec une température de 650° C environ, à toutes charges, après avoir élevé celle de l'air moteur de 420° C à 690 et plus. Ensuite, ils traversent un réchauffeur d'air de combustion de construction cellulaire normale, où leur température est abaissée jusqu'à environ 160° C. Toutefois, une partie, soit un quart environ à pleine charge, en est renvoyée au foyer dans le but d'y abaisser la température, surtout immédiatement au-dessus des brûleurs. Cette mesure, en même temps que la solution constructive à laquelle elle donne lieu, contribue certainement pour une large part à l'excellente tenue des surfaces de chauffe les plus exposées.

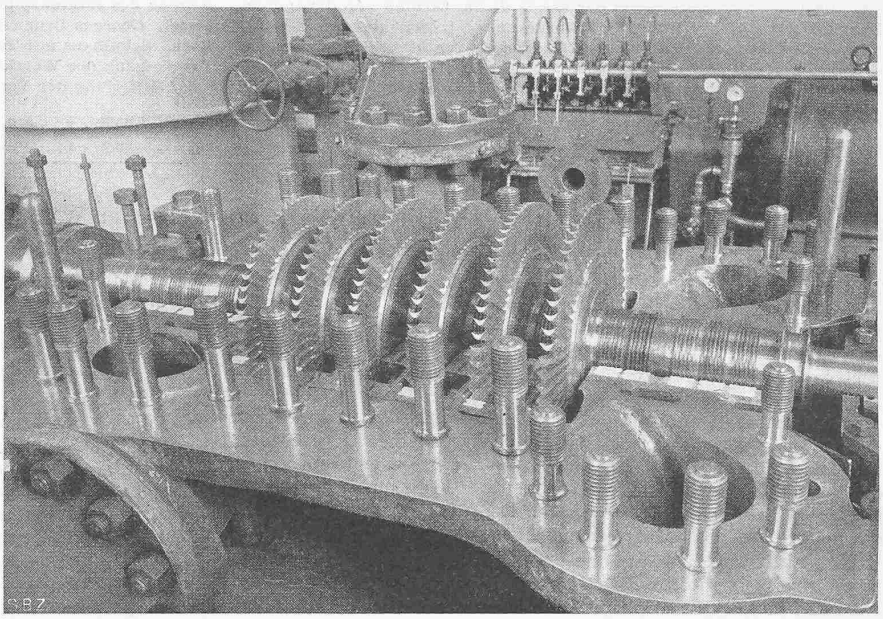

Fig. 2. Turbine haute pression, découverte

La très forte proportion dans laquelle l'air de combustion est chargé de refroidir les gaz a pour conséquence qu'il arrive au foyer à très haute température, soit environ 550°. Il va de soi que ces conditions ne sont admissibles que pour un combustible brûlant en état de suspension. Il existe du reste de nombreuses possibilités d'application avantageuse de l'installation AK où rien, en principe, ne s'opposerait à l'emploi d'un foyer à grille. Ce sont ceux où les gaz de combustion transmettraient une grande partie de leur chaleur à l'air de hauts-fourneaux, par exemple, ou à l'eau chaude d'un chauffage industriel, ou encore à une chaudière à vapeur (fig. 6).

Le dispositif d'introduction du combustible liquide est analogue à celui d'un moteur Diesel à injection solide. Il consiste en quatre pulvérisateurs, placés symétriquement, qui reçoivent l'huile combustible directement de deux groupes de pompes Bosch. A faible charge, deux tuyères opposées, ainsi que leurs pompes, peuvent être arrêtées. Le mode de pulvérisation, à intermittences rapides, semble contribuer grandement à l'excellente combustion obtenue en toutes conditions de service, avec un excès d'air qui, à pleine charge, ne dépasse pas 10% de la quantité théorique, sans fumée visible ni oxyde de carbone.

Le réglage du combustible s'effectue à la main, et agit sur l'allure des pompes, avec une grande sensibilité. Naturellement il serait aisé de le rendre automatique, en le soumettant au réglage de puissance. Il était préférable, pour une installation d'essai, d'éviter cette complication. Nous verrons du reste que le réglage à main ne présente aucun risque et ne demande nullement une attention constante.

L'échangeur de chaleur ou *récupérateur* (fig. 7) a subi plusieurs transformations importantes. Il est composé à présent de deux faisceaux tubulaires principaux placés dans des enveloppes cylindriques allongées et fonctionnant en série. L'air moteur sous haute pression, arrivant du compresseur, s'écoule à l'intérieur des tubes. Les deux cylindres sont placés horizontalement côte-à-côte dans le sous-sol du local. Les faisceaux principaux se subdivisent en petits groupes de tubes aboutissant de part et d'autre à des collecteurs se terminant par un seul ajutage inséré dans la plaque tubulaire. Cette construction simple permet l'emploi de tubes d'un diamètre aussi petit qu'on le veut sans qu'il en résulte de difficultés quant à la fixation. Ces faisceaux partiels se prêtent, en outre, à une fabrication en série et peuvent être facilement remplacés en cas de dommage.

Un des principaux avantages du circuit fermé à haute pression se fait particulièrement sentir en ce qui concerne la construction et les dimensions du récupérateur. Le gaz étant libre de toute impureté solide ou liquide, rien n'empêche de choisir des sections d'écoulement aussi petites et aussi subdivisées qu'il est théoriquement désirable pour augmenter la transmission de chaleur dans un espace donné. Quant à la pression, on sait qu'elle favorise énormément l'échange de chaleur. Ces conditions réunies conduisent à des dimensions totales très faibles.

Les tuyauteries pour gaz chaud comportent deux tubes concentriques. Le tube intérieur, en acier spécial pour haute température, a comme seule tâche de conduire le courant et n'a que de faibles pressions à supporter, et cela seulement lors de changements brusques de la charge, tandis que l'enveloppe extérieure, soumise à la pression intérieure, est, en revanche, protégée des hautes températures par l'isolant de laine de scorie remplissant l'espace entre les deux tubes. Celui-ci est maintenu sous pression par des trous judicieusement disposés, le faisant communiquer avec le courant de gaz. Un écoulement appréciable ne se produit à travers ces trous que lorsque, la régulation agissant sur le niveau des pressions, l'équilibre doit s'établir à nouveau entre l'extérieur et l'intérieur du tube central.

Dans l'appréciation des résultats d'essais, il convient de tenir compte du fait qu'il s'agit d'un ensemble d'appareils et de machines disposé de façon à permettre une observation commode et, au besoin, des transformations rapides n'entraînant pas les difficultés de montage que l'on admet habituellement. Il s'ensuit, par exemple, que les conduites sont anormalement longues, ce qui augmente les pertes. En outre, un souci de prudence très

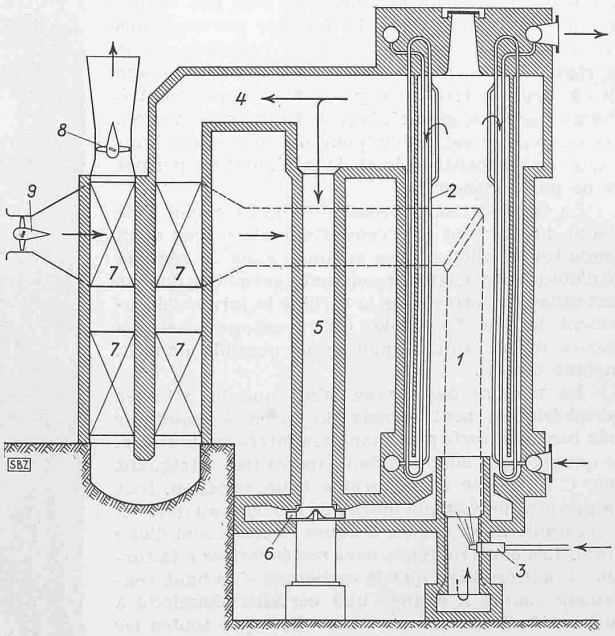

Fig. 6. Disposition schématique de l'échauffeur d'air
1 Chambre de combustion, 2 Faisceau annulaire de tubes, 3 Brûleurs d'huile, 4 Gaz de combustion, 5 Retour de gaz au foyer, 6 Ventilateur de circulation du gaz de combustion, 7 Rechauffeur d'air de combustion, 8 Ventilateur pour l'extraction des gaz de combustion, 9 Ventilateur pour l'air de combustion

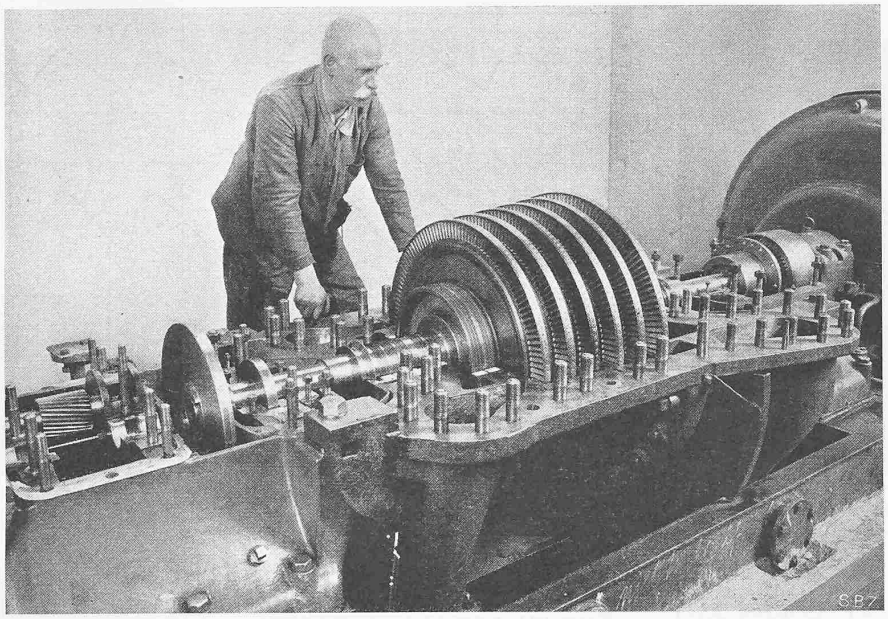

Fig. 3. Turbine basse pression, découverte

justifié, mais qui s'avère excessif, a conduit à des pertes qui pourront en partie être évitées à l'avenir. Il s'agit surtout des pertes mécaniques des turbo-machines, qui, nous en sommes persuadés, seront sans difficulté réduites d'un tiers au moins de leur valeur actuelle.

Réglage. Le principe du circuit fermé se prête à plusieurs méthodes de réglage, qui, selon les cas, pourront être combinées. Voici un aperçu des principales:

1) La régulation par variation du niveau des pressions modifie la densité du gaz moteur tout en maintenant constant le rapport des pressions en amont et en aval des turbo-machines (fig. 8). Ce mode de réglage permet, si la température initiale varie peu ou point, de garder constant le rendement interne des machines à toutes les charges. Le rendement total de l'installation n'est alors influencé de façon sensible que par la valeur relative des pertes de l'échauffeur d'air et par celle des parties mécaniques. C'est évidemment le réglage idéal lorsque la puissance, quelle qu'elle soit, demeure constante.

La puissance est alors proportionnelle à la densité du gaz moteur en un point quelconque du circuit, laquelle est elle-même proportionnelle à la pression absolue. Pour augmenter la densité, on mettra donc le circuit en communication avec un réservoir contenant du gaz à une pression supérieure à celle du point d'admission, ou avec le refoulement d'un compresseur auxiliaire. Une diminution de la densité s'obtient en laissant échapper une partie du contenu du circuit, soit à l'air libre, soit dans un réservoir à basse pression.

A première vue, il semble indiqué d'introduire le gaz dans le système aval, par exemple avant le compresseur, afin d'économiser du travail de compression. En réalité, le point où l'introduction et l'échappement ont lieu n'est pas indifférent, du fait qu'aussi bien la turbine que le compresseur sont des étranglements qui ne laissent passer qu'un courant limité d'amont en aval ou inversément. Si donc on augmente ou diminue brusquement la pression en un point du circuit, le rapport des pressions de part et d'autre des machines en sera modifié momentanément jusqu'à ce que l'accumulation de fluide ait eu le temps de s'écouler. Par exemple, lors d'une augmentation de la puissance demandée, l'admission d'air dans le bief aval fera tout d'abord monter la contre-pression de la turbine, tandis que la pression amont demeurera constante. Par conséquent, la chute utilisée diminuera, donc aussi le couple moteur de la turbine, à l'encontre de ce qu'on se propose.

Au contraire, si la variation de pression désirée est produite dans le système amont, la chute en sera augmentée, accélérant ainsi le réglage. Il s'ensuit que l'admission et l'échappement devront se faire toujours à l'amont. Il va de soi, du reste, que l'on choisira pour cela un point du circuit où la température est aussi basse que possible, donc entre le compresseur et l'échangeur de chaleur, à environ 60° C.

Pour toute machine, la période de réglage, ou de régime troublé, entraîne des pertes supplémentaires. Dans le cas de l'adaptation du niveau des pressions à la puissance demandée, celles-ci proviennent non seulement de ce que les appareils et machines travaillent de façon anormale, mais aussi de ce que chaque

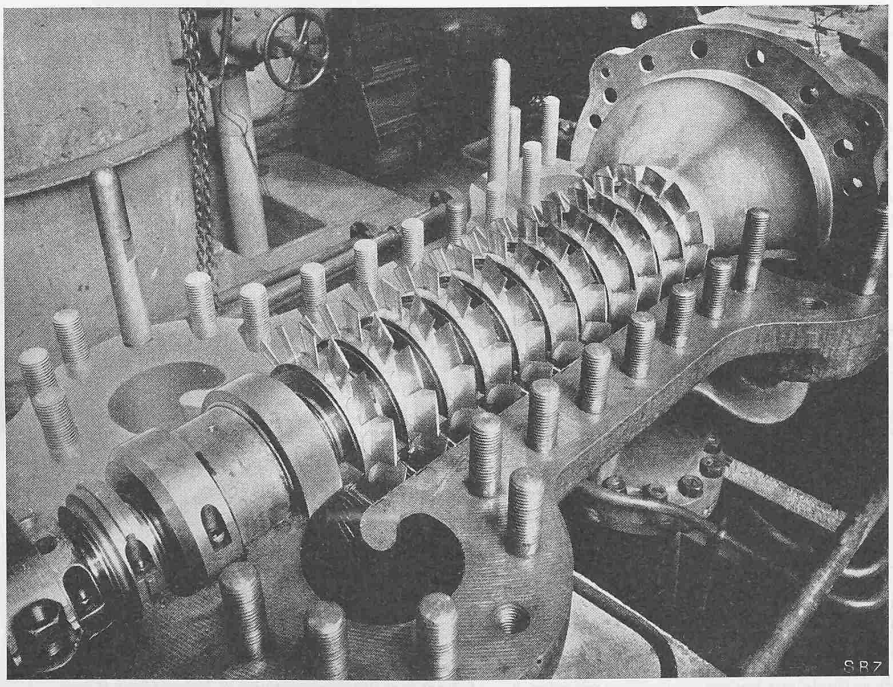

Fig. 4. Compresseur axial, partie haute pression

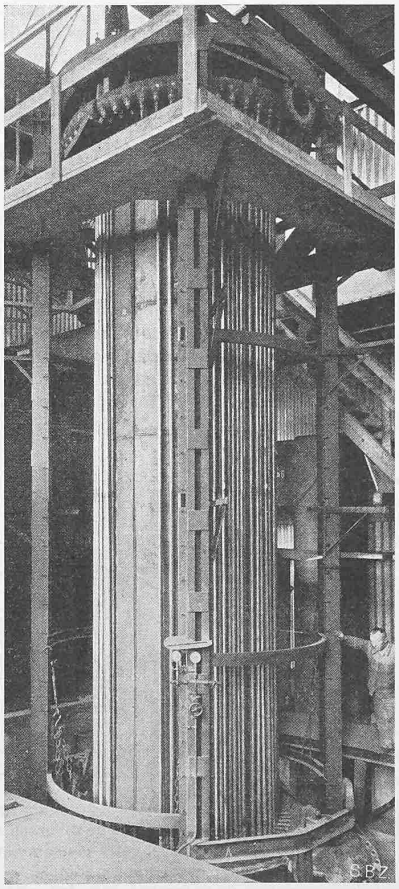

Fig. 5. Echauffeur d'air en montage

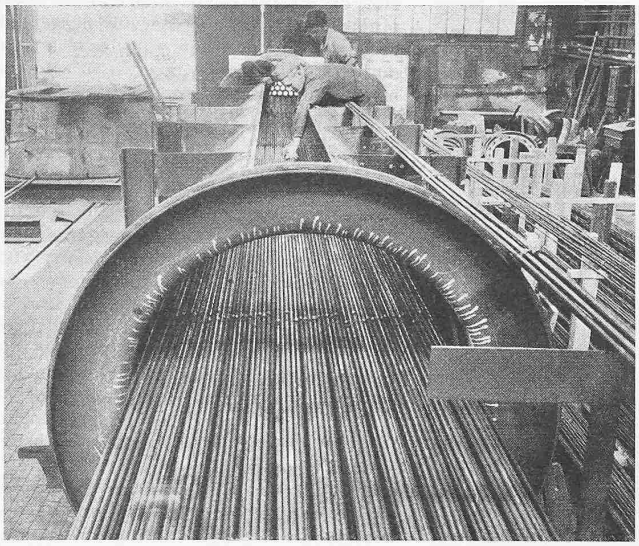

Fig. 7. Vue du récupérateur en montage

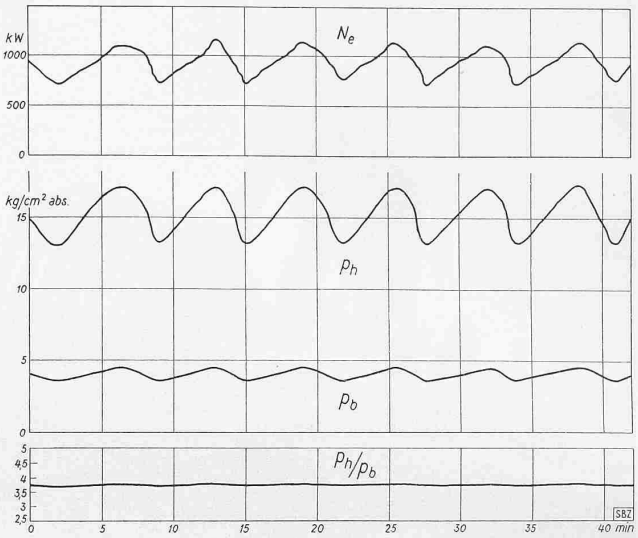

Fig. 8. Exemple d'un réglage uniquement par variation du niveau des pressions. La pression amont p_h, la pression p_b du circuit, ainsi que la puissance N_e de l'installation sont relevées par des instruments enregistreurs de précision

quantité d'air s'échappant du circuit lors d'une décharge devra être remplacée tôt ou tard, et de ce que chaque quantité d'air passant du réservoir à haute pression dans le circuit devra être comprimée à nouveau. Du reste, il est possible, suivant les cas, de réduire dans une grande mesure les pertes qui se présentent toujours lors d'un réglage, par exemple au moyen de réservoirs sous différentes pressions, dans lesquels on laisse échapper le gaz du circuit lors d'une décharge partielle, et d'où il est comprimé à nouveau dans les réservoirs de pressions supérieures.

On peut aussi, pour une augmentation lente et continue de la charge, adapter graduellement la pression du circuit en faisant débiter le compresseur auxiliaire dans la partie basse pression.

Les pertes dont sera cause la régulation de pression en régime troublé continuel dépendront beaucoup du rythme et de l'ampleur des oscillations de la charge, ainsi que le montre la fig. 9. Si, par exemple, une décharge succède à une surcharge avant que le rapport normal des pressions soit de nouveau établi, la perte sera plus faible, parce que les pressions n'auront pas encore eu le temps de s'abaisser complètement. L'économie de ce mode de réglage dépendra aussi du choix de la pression dans les réservoirs et de la capacité de ces derniers, par conséquent des conditions de marche de l'installation.

2) La puissance peut être modifiée très rapidement en ouvrant plus ou moins une conduite de dérivation entre les parties amont et aval du circuit. La soupape de dérivation est alors fermée au dessus d'une puissance maximum. Le résultat de cette «fuite» est que la turbine ne reçoit qu'une partie de l'air en circulation et donne moins de puissance, tandis que le compresseur doit comprimer la quantité entière. On comprend dès lors qu'à égale grandeur de la soupape, ce réglage agisse beaucoup plus vite encore que celui qui modifie le niveau des pressions. Il a l'avantage, en outre, d'éviter une dépense de gaz moteur. En revanche, il est la cause d'une perte thermique, qui serait au moins égale à la différence entre la puissance actuelle et la charge correspondante à la fermeture de la soupape, si l'air de dérivation était chauffé à nouveau, mais n'en est que les 70 % environ, du fait qu'il ne l'est pas. Afin de remplir cette dernière condition, la dérivation se fera entre la sortie du compresseur et l'entrée du réfrigérant préliminaire, de manière à ce que la soupape ne laisse passer que de l'air à assez basse température, n'ayant pas à traverser le réchauffeur ni le récupérateur.

En régime troublé, une perte supplémentaire provient du fait que l'ouverture de la soupape, et par conséquent la quantité d'air de dérivation ne correspond pas à la puissance momentanée. Par exemple, lors d'une décharge brusque, la soupape de dérivation laissera tout d'abord passer plus d'air que n'en exige la nouvelle puissance. En sens inverse, il faudra prévoir la fermeture complète pour une puissance supérieure au maximum pratique, si l'on veut pouvoir atteindre rapidement celui-ci à partir d'une charge partielle. De cette nécessité résulte une fuite permanente, même à puissance constante.

3) Une autre possibilité de réglage ne modifiant pas la quantité de gaz contenue dans le circuit réside enfin dans un étranglement variable en un point adéquat de celui-ci. L'action de cet étranglement sera différente selon qu'il sera placé immédiatement à l'entrée de la turbine haute pression, entre les deux turbines, à la sortie de la turbine basse pression, à l'entrée du compresseur ou à la sortie de ce dernier. Au moment de la fermeture, par exemple, il se produira momentanément une augmentation de la pression devant, et une diminution de celle-ci derrière l'organe obturateur. Si un papillon est placé devant ou derrière la turbine, la puissance fournie subira un abaissement soudain, donc, dans le sens désiré. Si, en revanche, l'étranglement se produit à l'entrée du compresseur, nous aurons l'effet contraire, et une régulation à contre-sens.

Le réglage par variation du niveau des pressions est sans conteste le plus économique en régime permanent. En revanche, il est cause de pertes supplémentaires en régime troublé, pertes

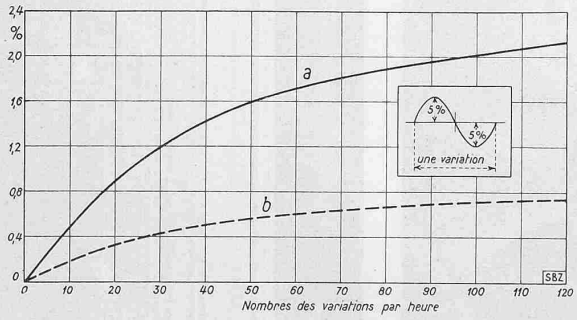

Fig. 9. Puissance consommée pour recharger les réservoirs de réglage au cours d'oscillations de diverses fréquences de la puissance. Grâce à l'effet momentané, cette consommation diminue considérablement lorsque la fréquence augmente.
a Consommation de puissance en % de la puissance normale aux bornes.
b Perte correspondante de rendement.

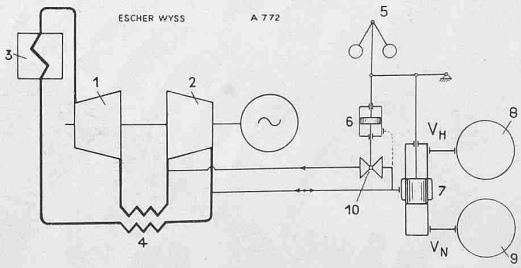

Fig. 10. Principe de la régulation en liaison avec les machines. Le rapport entre la charge et la pression du circuit est réglé à l'état stationnaire par le servomoteur 6, commandé par le régulateur 5. En même temps ce régulateur actionne la soupape double 7 permettant ainsi d'ajouter au circuit de l'air à haute pression du réservoir 8 ou d'évacuer l'air dans le réservoir à basse pression 9. — 1 Turbine, 2 Compresseur, 3 Echauffeur d'air, 4 Echangeur de chaleur, 10 Soupape de dérivation

plus ou moins sensibles selon la fréquence et la grandeur des oscillations de la charge, du fait de la dépense d'air comprimé qui en résulte.

Les réglages par dérivation et par laminage entraînent des pertes à puissance constante, d'autant plus fortes que la charge est plus faible, mais ils ne nécessitent aucun sacrifice d'air comprimé. En régime troublé, les pertes supplémentaires sont relativement faibles. L'action initiale du réglage est plus rapide, en général, que celle d'un changement de densité.

On en conclut que la solution la meilleure consiste en une combinaison du réglage du niveau des pressions avec une dérivation ou un étranglement, et nous avons vu qu'il y a de bonnes raisons de choisir autant que possible la dérivation.

Par exemple, le réglage par dérivation agit lors de petites variations de la puissance qui se répètent généralement avec le plus de fréquence. Le niveau des pressions correspondra alors aux maxima des oscillations. En revanche, les grandes variations de puissance, plus lentes et plus rares, mettront en action le réglage du niveau des pressions. Lors d'une recharge brusque importante, les deux régulations viendront à l'aide l'une de l'autre, car, si les températures restent constantes à toutes les puissances, il faudra finalement que le niveau moyen des pressions baisse suffisamment pour que le groupe fournisse uniquement la puissance à vide. On réservera une partie de la course active du régulateur de vitesse à chacune de ces régulations.

Il va de soi, du reste, qu'on peut aussi régler la puissance en agissant seulement sur la quantité de combustible brûlé, c'est-à-dire sur la température initiale. Toutefois, en plus du fait que cette méthode entraîne des pertes rapides de rendement lorsque la puissance diminue, elle présente, dans notre cas, l'inconvénient de la lenteur. En effet, ainsi que nos expériences l'ont démontré, les éléments actifs du chauffeur d'air possèdent une capacité calorifique considérable qui permet, par exemple, lors d'une chute brusque importante de la charge, de ne pas toucher à l'injection du combustible, sans que, pendant plusieurs minutes, il en résulte un accroissement dangereux de la température.

L'installation d'essai est pourvue du réglage combiné, par variation de la densité et par dérivation. Le schéma fig. 10 montre le principe de la régulation en liaison avec les machines, et la fig. 11 en représente les mécanismes de façon très simplifiée. Nous en avons supprimé tous les dispositifs d'arrêt à la vitesse limite, qui agissent, automatiquement ou à la main, sur les pompes à combustible et sur les organes de réglage. En outre, ont été laissés de côté les dispositifs de sécurité dépendant de la pression de l'huile de graissage, ainsi que les organes permettant d'ajuster la régulation, de déterminer le degré d'asservissement ou le statisme, de mettre hors fonction l'un ou l'autre des groupes de soupapes ou de fixer leurs domaines d'action respectifs.

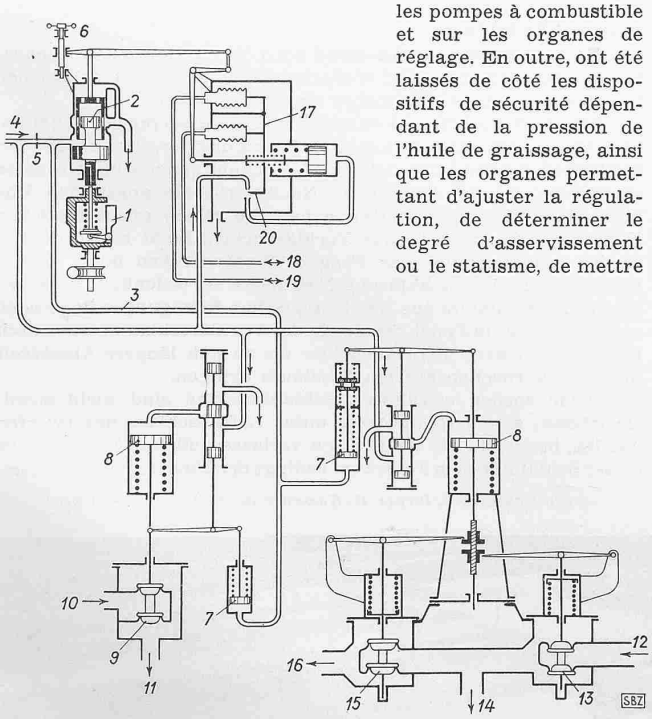

Abb. 11. Schéma de la régulation de l'installation d'essais, montrant les organes principaux. — 1 Tachymètre, 2 Relais règlant la pression d'huile dans la conduite 3, 4 Accès d'huile à pression constante, 5 Diaphragme, 6 Changement de vitesse, 7 Piston régulateur, 8 Servomoteur, 9 Soupape de dérivation, 10 Conduite venant de la partie amont du compresseur, 11 Conduite allant à la partie aval du compresseur, 12 de l'accumulateur d'air de réglage, 13 Soupape d'entrée, 14 Conduite à la partie amont du circuit, 15 Soupape d'échappement, 16 Conduite d'échappement, 17 Asservissement compensé, 18 Pression amont, 19 Pression aval, 20 Relais à jet d'huile

Remarquons que, en considération du but, qui est d'examiner le fonctionnement de chacun des éléments, la disposition du réglage diffère sensiblement de ce que serait une construction définitive et sacrifie de propos délibéré certains avantages que présenterait, notamment au point de vue de la promptitude d'action, un groupe compact d'organes reliés par des conduites plus courtes. Les excellents résultats obtenus n'en sont que plus remarquables, et ne laissent aucun doute quant à la possibilité d'une régulation impeccable. Toutes les dispositions sont prises pour que le statisme de la régulation soit indépendant de la charge et pour qu'on puisse le fixer à volonté. La description de ces détails nous entraînerait trop loin.

La proportion dans laquelle les fonctions sont réparties entre le réglage par dérivation et celui du niveau des pressions peut être ajustée facilement pendant la marche.

L'installation est en outre pourvue d'un réglage par dérivation de part et d'autre de la turbine basse pression, dont le seul but est de limiter la puissance transmise par l'engrenage qui lie les deux turbines. L'établissement de cette régulation de sûreté est principalement une question de comparaison entre les frais occasionnés par un engrenage assez puissant pour transmettre n'importe quel couple supplémentaire et ceux de l'appareil de réglage. Il faut choisir aussi entre les pertes par court-circuit de l'air moteur et les pertes mécaniques d'un gros engrenage. La nécessité de ce choix tombe dès que la puissance de l'installation est assez grande pour que le compresseur puisse tourner à la même vitesse que la turbine, ou lorsque les deux turbines peuvent être complètement indépendentes. (à suivre)

Hölzerne Notbrücken

Ueber den Bau hölzerner Notbrücken sind in den «Technischen Mitteilungen für Sappeure, Pontoniere und Mineure» vom Dezember 1944 drei Aufsätze erschienen. Major F. Stüssi berichtet über eine Nagelträgerbrücke von 12 m Spannweite mit Zwischengelenken und für eine Belastung mit 12 t-Wagen. Der leicht zu beschaffende Nagelträger als einfacher Balken über mehrere Oeffnungen gelegt, erfordert zur Auflagerung Doppeljoche. Lässt man jedoch ein Balkenende in den Zwischenfeldern und im Endfeld über das Auflager auskragen und stützt jeweils den nächsten Träger gelenkartig auf das Kragende auf, so können alle Unterstützungen aus einfachen Jochen bestehen. Da die Bauzeit einer längeren Brücke wesentlich von der aufzuwendenden Rammarbeit für die Erstellung der Pfahljoche abhängt, wird dadurch die Montagezeit des ganzen Bauwerkes bedeutend verkürzt. Auf Grund praktischer Ausführungen darf gesagt werden, dass ein gut geführtes Sappeur-Bataillon im Stande ist, eine solche Nagelträgerbrücke von 80 m Länge in 24 Stunden zu erstellen, vorausgesetzt, dass das Material in der nähern Umgebung der Baustelle beschafft werden kann. Im weiteren zeigt der selbe Verfasser Konstruktionen von hohen Zwischenstützen für schwere Notbrücken, wobei wieder die Möglichkeit der raschen Montage durch die Truppen angestrebt wird. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Art der Verbindungen der einzelnen Jochstösse einfach und nach einem einheitlichen Typ so gewählt, dass gleichzeitig und ohne gegenseitige Behinderung am Abbund und an der Montage der verschiedenen Elemente gearbeitet werden kann. Auf diese Weise sind Joche bis 12 m Höhe über dem Grundjoch gemessen für die Auflagerung von Nagelträgern, Fachwerkträgern und verdübelten Balken[1]) ausführbar. Schliesslich gibt Hauptmann R. Fricker praktische Anleitung über den Einbau schwerer Träger von Behelfsbrücken. Als erstes Beispiel wird die Montage einer 164 m langen, meist aus Fachwerkträgern von 15 und 20 m Feldweiten bestehenden und für Nutzlasten von 8 t entworfenen Brücke gezeigt. Sie ist in $3\,^1/_2$ Tagen mit Hilfe von Einbaumasten und Flaschenzügen errichtet worden. Eine andere Brücke mit Spannweiten von 16 m wurde durch Vorschieben der Träger erstellt. Aehnlich ging man bei einer Brücke über ein tief eingeschnittenes Tobel vor, wo hauptsächlich der Antransport des 24 m langen Fachwerkes in stark coupiertem Gelände gewisse Schwierigkeiten verursachte. In solchen Fällen hat sich der Einbaumast besonders gut bewährt, da beim sukzessiven Rückwärtsverhängen der Träger mit einem Flaschenzug diese ohne Gefahr des Umkippens sprungweise vorgebracht werden können. Schliesslich wird noch eine Nagelträgerbrücke mit 20,5 m Spannweite erwähnt, bestehend aus fünf 7 t schweren Kastenträgern, die in einer Sappeur-Rekrutenschule, einschliesslich Widerlager und Zufahrtrampen, in acht

[1]) SBZ Band 122, Seite 271 * (1943).