Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 2 (1911)

Heft: 3

Artikel: La Lampe Quartz à vapeur de mercure

Autor: Leblanc Fils, Maurice

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1059638

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: 16.12.2025

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

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN
BULLETIN
ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Erscheint monatlich und wird unter Mitwirkung einer vom Vorstand des S. E. V. ernannten Redaktionskommission herausgegeben.
Alle den Inhalt des „Bulletin" betreffenden Zuschriften sind zu richten an die

Redaktion: Ing.-Consulent Dr. W. Kummer, Mythenstrasse 15, Zürich II (Telephon 5806)

Alle Zuschriften betreffend Abonnement, Expedition und Inserate sind zu richten an den

Verlag: Fachschriften-Verlag A.-G., Zürich Bahnhofstrasse 61, Zürich I (Telephon 6741)

Est publié sous la direction d'une Commission de Rédaction nommée par le Comité de l'A. S. E.
Ce bulletin parait mensuellement.
Toutes les communications concernant la matière du „Bulletin" sont à adresser à la

Rédaction: Ing.-Conseil Dr. W. Kummer Mythenstrasse 15, Zurich II (Téléphone 5806)

Toutes les correspondances concernant les abonnements, l'expédition et les insertions sont à adresser à

l'éditeur: Fachschriften-Verlag A.-G., Zurich Bahnhofstrasse 61, Zurich I (Téléphone 6741)

II. Jahrgang
IIe Année

Bulletin No. 3

März
Mars 1911

La Lampe Quartz à vapeur de mercure.

Par *Maurice Leblanc Fils,* ingénieur, Paris.

L'invention de la lampe Cooper Hewitt à vapeur de mercure en verre est déjà vieille de dix ans et tout le monde a eu l'occasion de voir ces longs tubes lumineux qui émettent une lumière intense et très diffusée. Malheureusement cette lumière est privée de rayons jaunes et rouges de sorte que les teintes de tous les objets éclairés se trouvent modifiées, et ceci est particulièrement sensible pour l'aspect du visage humain qui paraît livide et marbré de taches violettes. Malgré ce grave défaut, qui lui a enlevé un certain nombre d'applications, la lampe Cooper Hewitt a trouvé dans l'industrie un important débouché: d'abord parce que grâce à sa lumière très diffusée les ombres qu'elle répand se trouvent très affaiblies et que toutes les parties d'une machine-outil par exemple se trouvent également éclairées et ensuite parce qu'elle constitue un procédé d'éclairage très économique. La dépense est environ 0,25 watts par bougie, pour le tube seul. Cette dépense spécifique varie avec la pression de vapeur à l'intérieur du tube et comme le montre la figure 1 elle passe par un minimum *A* pour des pressions de l'ordre du millimètre. La surface de refroidissement des tubes est réglée de telle sorte que, en marche normale, les tubes fonctionnent pour cette pression à dépense minimum. En augmentant la pression, M. Cooper Hewitt avait constaté que le rendement diminuait à partir de *A* et en conséquence il n'avait pas poussé ses recherches plus loin dans cette direction.

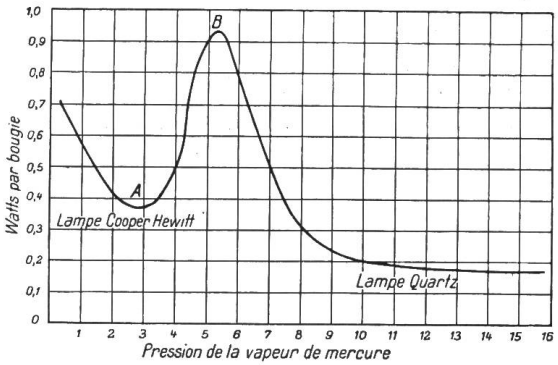

Figure 1. Variation de la dépense spécifique (watt par bougie) d'une lampe à vapeur de mercure en fonction de la pression intérieure.

Pour augmenter la pression intérieure il faut en même temps élever la température de la lampe, par exemple pour une même quantité d'énergie dépensée à l'intérieur en diminuant la surface de radiation. La température de ramolissement du verre se trouve assez rapidement atteinte quand on expérimente dans cette voie. La fabrication industrielle

du quartz fondu dont le point de fusion atteint 1800° a permis de substituer le quartz au verre et de pousser plus loin les recherches. On a eu l'heureuse surprise de constater que la dépense après avoir cru avec la pression passait par un maximum *B* et diminuait ensuite jusqu'à des valeurs plus faibles que celles du minimum relatif *A*, 0,18 watts par bougie pour des pressions de l'ordre d'une atmosphère.

La lampe quartz à vapeur de mercure est une lampe du même type que la lampe Cooper Hewitt, mais ses dimensions sont beaucoup plus faibles de façon à permettre l'établissement d'une température plus élevée: dans une lampe en verre pour 110 volts, la partie lumineuse est un tube de 25 mm de diamètre et de 1,30 m de long possédant une surface de 325 cm^2; tandis que dans la lampe en quartz, c'est un tube de 15 mm de diamètre et de 40 mm de long possédant une surface de 60 cm^2; et cependant l'énergie dissipée sous forme de chaleur est environ de 15 % plus élevée dans le tube en quartz que dans le tube en verre.

Description. — La figure 2 représente un bruleur quartz pour 220 volts (on a l'habitude de donner le nom de « lampe » à l'ensemble: appareillage, résistance, globe, récipient en quartz, et de réserver à ce dernier, partie essentielle de la lampe, le nom de bruleur).

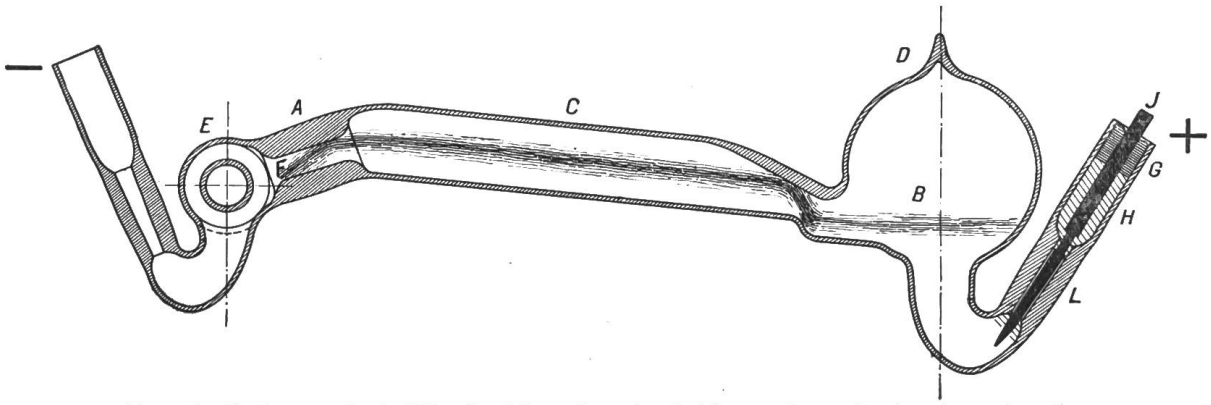

Figure 2. Bruleur quartz de 220 volts, 3,5 ampères, à refroidissement par chambre de condensation.

Ce bruleur se compose de deux électrodes en mercure *A* et *B*, l'arc lumineux s'étend de l'une à l'autre à travers le tube *C*. L'ampoule de condensation *D* et le tube latéral *E* plein de mercure sont destinés à assurer un refroidissement raisonnable des électrodes en mercure et à empêcher la pression intérieure d'atteindre des valeurs trop élevées.

La partie conique *F* est destinée à maintenir automatiquement constants les niveaux de mercure dans les deux électrodes. La chute de tension à la surface du mercure est en effet plus grande à l'anode qu'à la cathode, la quantité de chaleur dégagée par le passage du courant est en conséquence plus grande à l'anode et celle-ci est plus chaude que la cathode à surface de refroidissement égales. Peu à peu tout le mercure de l'anode se trouve transporté par distillation à la cathode. On ne peut dimensionner assez exactement les surfaces de refroidissement des électrodes pour réaliser qu'à chacune d'elles la quantité de mercure vaporisée soit juste égale à celle qui y est condensée; d'ailleurs si ce règlage avait été exactement réalisé pour une certaine valeur de la température extérieure, il ne le serait plus pour une température plus haute ou plus basse. On ne peut songer à laisser simplement s'écouler vers l'anode le mercure qui s'est accumulé à la cathode, ce mercure relativement froid arrivant dans le tube illuminant très chaud y subit une vaporisation intense et la pression intérieure augmente brusquement; l'expérience montre que le résultat de cette manœuvre est d'éteindre le bruleur.

La partie conique *F* règle automatiquement le niveau du mercure à la cathode et par suite à l'anode. Si le mercure vient à s'accumuler à la cathode, sa surface libre arrive dans une région plus étroite du cone, elle s'échauffe davantage, l'évaporation augmente et tend à s'opposer à l'accumulation du mercure. De plus à mesure que le niveau s'élève dans le cone, le volume du mercure agité mécaniquement par le déplacement du

point du départ de l'arc du côté négatif diminue, cette agitation étant gênée par l'étroitesse du cone. Par suite la quantité de chaleur portée par convection jusqu'à la paroi extérieure du tube latéral diminue; la chaleur ne peut plus se dissiper que par conductibilité; la température s'élève à l'électrode et l'évaporation tend à y augmenter s'opposant ainsi à l'accumulation supposée plus haut. L'expérience montre qu'avec un dimensionnement convenable du cone ce système fonctionne parfaitement.

La figure 3 représente un autre type de bruleur où le refroidissement est assuré d'une façon différente de celle indiquée plus haut, il est dû à des ailettes métalliques que l'on place sur deux tubes pleins de mercure situés aux électrodes.

Dans ces deux types de bruleur, l'électricité est conduite jusqu'aux électrodes en mercure par des tiges d'invar rodées à l'intérieur d'un tube de quartz à parois épaisses. On avait d'abord essayé de souder un fil de platine dans le quartz comme on le fait pour le verre dans les lampes à incandescence, les tubes Cooper Hewitt, les ampoules à rayons *X*, etc. L'échec a été complet parce que, tandis que le platine et le verre subissent à peu près la même dilatation (8 microns par degré et par mètre) de sorte qu'une soudure faite à chaud entre ces deux corps ne casse pas pendant le refroidissement, le quartz a une dilatation vingt fois plus faible (0,4 microns) de sorte que tous les scellements de platine

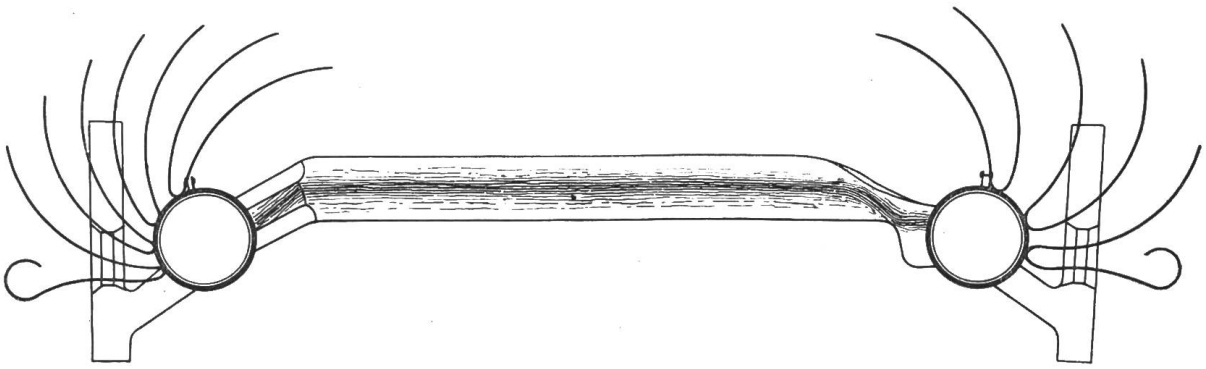

Figure 3. Bruleur quartz de 220 volts, 3,5 ampères. Refroidissement par ailettes métalliques.

dans le quartz cassent après un temps plus ou moins long. L'invar est un acier au nickel qui jouit aussi de la propriété d'avoir une dilatation très faible (0,8 microns); malheureusement c'est un métal forgé et il perd cette propriété si on le réchauffe trop, il n'est donc pas possible de le sceller dans le quartz. Le rodage d'une tige d'invar dans un tube de quartz réalise une fermeture analogue à celle d'un flacon bouché à l'émeri; pour permettre à un tel joint de tenir le vide on le recouvre de mercure; un ciment solide empêche ce mercure d'être renversé.

Régime. — La chute de tension à l'intérieur du bruleur se compose:

1° D'une chute de tension à la surface des électrodes qui est sensiblement constante.

2° D'une chute de tension dans l'arc.

L'expérience montre que la chute de tension par centimètre de longueur dans l'arc ne dépend pratiquement que de la pression interne et augmente avec elle. Le bruleur est placé sur le réseau en série avec une résistance ohmique. A l'allumage le bruleur est froid, la pression interne y est peu élevée et par suite la différence de potentiel aux bornes du bruleur est petite, l'intensité du courant est par suite très grande.

Le bruleur s'échauffe peu à peu, le nombre des volts dépensés dans le bruleur augmente, le nombre de ceux dépensés dans la résistance diminue et l'intensité du courant diminue aussi. Le régime électrique est atteint lorsque le régime thermique est atteint c'est-à-dire lorsque la quantité de mercure vaporisée par le passage du courant est précisément égale à celle qui se condense.

Il est évident que plus la surface de refroidissement du bruleur sera grande, plus cet équilibre sera atteint pour une intensité de courant élevée, par suite on réglera le régime

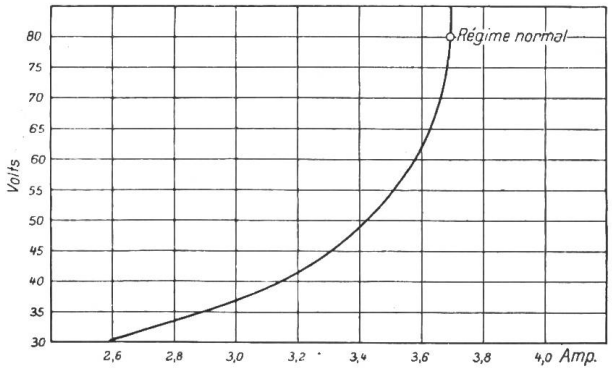

Figure 4. Caractéristique d'un bruleur quartz 110 volts.

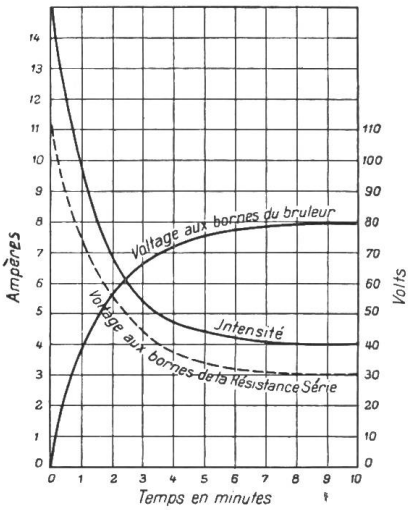

Figure 5. Variation au moment de l'allumage d'un bruleur quartz 110 volts de l'intensité et du voltage aux bornes du bruleur et de la résistance série en fonction du temps.

du bruleur à volonté en dimensionnant convenablement la chambre de condensation ou les ailettes métalliques.

La figure 4 représente la caractéristique d'un bruleur du type 110 volts. Dans l'état de régime la différence de potentiel aux bornes du bruleur doit être 80 volts et l'intensité du courant dans le bruleur est voisine de 4 ampères; on voit sur la figure qu'aux environs de cet état, l'intensité varie lentement et que par suite un réglage du bruleur fait en plaçant un ampèremètre dans le circuit n'offrirait aucune sensibilité. Il doit être fait avec un voltmètre placé aux bornes du bruleur.

Les courbes de la figure 5 montrent comment varient au moment de l'allumage l'intensité dans le bruleur et le voltage aux bornes du bruleur et de la résistance-série.

Spectre. — Radiations ultra-violettes. — Le spectre de la vapeur de mercure est entièrement privé de raies jaunes et rouges, mais il est en revanche très riche en radiations ultra-violettes. La lampe Cooper Hewitt n'en donne point parce qu'elles sont absorbées par le verre qui est absolument opaque pour ces radiations; le quartz est au contraire transparent pour elles, aussi la lampe quartz constitue-t-elle la source de radiations ultra-violettes la plus puissante actuellement connue, on commence à l'employer industriellement pour la stérilisation et pour réaliser certaines réactions chimiques sous l'influence de ces radiations. S'il s'agit d'éclairage ces radiations ultra-violettes sont gênantes, elles irritent les yeux; quoiqu'elles soient rapidement absorbées par l'air, il est néanmoins nécessaire d'envelopper le bruleur en quartz d'un globe en verre qui les arrête. La lampe quartz ainsi protégée est absolument inoffensive pour les yeux.

Rendement. — Répartition de la lumière. — La lampe de 110 volts 4 ampères consomme 440 watts et l'intensité hémisphérique moyenne inférieure est de 1200 bougies, cela correspond à une dépense de $\frac{440}{1200} = 0{,}35$ watts par bougie. Comme on peut le constater sur les diagrammes (figures 6 et 7) la répartition de cette intensité lumineuse est très uniforme et à peine diminuée au voisinage de l'horizontale par l'ombre portée par les extrémités inférieures des électrodes quand on fait les mesures dans un plan passant par l'axe du bruleur. La différence de potentiel aux bornes du bruleur étant seulement 80 volts; 30 volts étant pris par la résistance-série, il en résulte que la dépense spécifique du bruleur seul est $\frac{320}{1200} = 0{,}28$ watts par bougie. Le bruleur de 220 volts consomme 3,5 ampères et fonctionne avec 150 volts aux bornes du bruleur, son intensité est de 3000 bougies. La dépense totale est donc de $\frac{770}{3000} = 0{,}26$ watts et celle du bruleur seul $\frac{560}{3000} = 0{,}18$ watts par bougie. Ces chiffres sont moins élevés que les dépenses indiquées plus haut pour le bruleur de 110 volts et cela tient à ce que la pression interne est un peu plus haute dans le bruleur de 220 volts que dans celui de 110 volts.

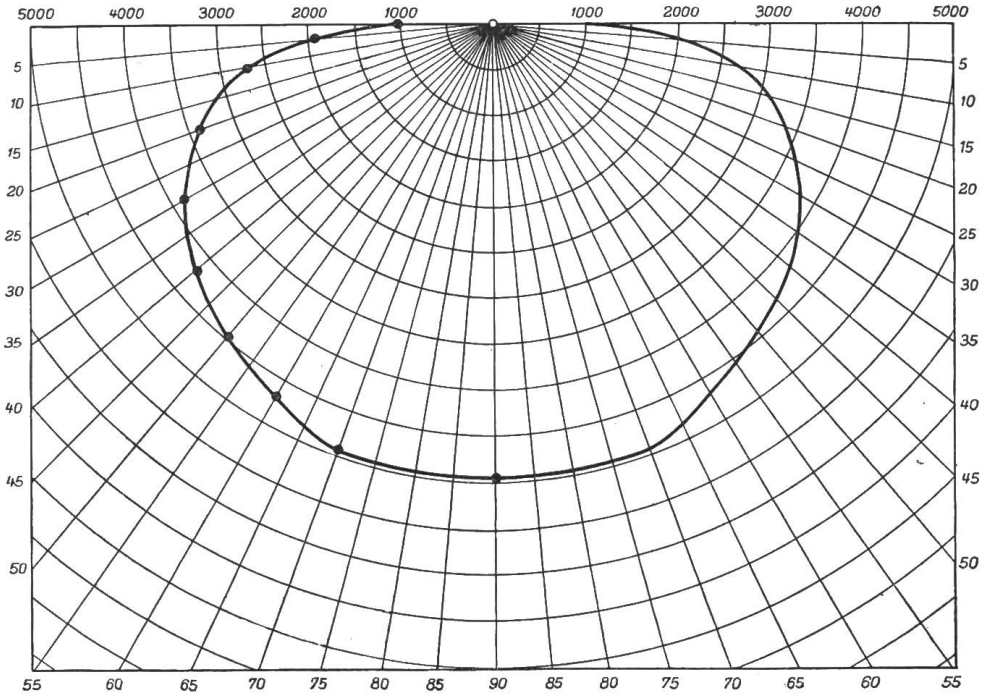

Figure 6. Répartition de la lumière émise par un bruleur quartz de 22 volts, 3,5 ampères, dans un plan perpendiculaire à l'axe du bruleur.

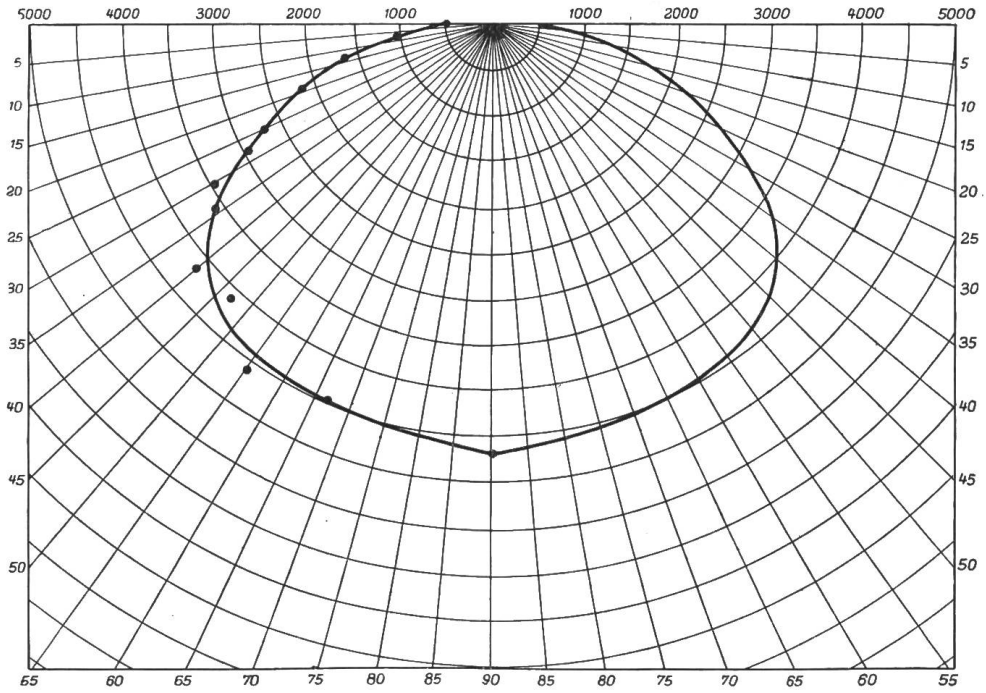

Figure 7. Répartition de la lumière émise par un bruleur quartz de 250 volts, 3,5 ampères, dans un plan passant par l'axe du bruleur.

Ces avantages sont contrebalancés par le fait que le bruleur pour 220 volts ne supporte pas sans s'éteindre des variations de tension proportionnellement aussi fortes que le bruleur pour 110 volts; en outre le bruleur 220 volts fonctionne sous un voltage qui est plus près du voltage critique.

Le voltage critique est le voltage mesuré aux bornes du bruleur au-dessus duquel il ne peut se rallumer immédiatement par basculement s'il vient à s'éteindre accidentellement. La raison en est que la température du bruleur croissant avec la différence de

potentiel aux bornes, il arrive un moment où le tube illuminant est si chaud que l'arrivée du mercure froid de l'électrode positive y détermine une vaporisation assez intense pour porter la pression interne au-dessus de la valeur critique pour laquelle le nombre de volts exigé par l'arc est juste égale au voltage du réseau.

Si on compare le prix de revient de l'éclairage par lampe quartz au prix de revient de l'éclairage par lampe à arc flamme le plus économique après lui, on constate: 1° que la consommation spécifique est à peu près la même, 2° que le prix des charbons équivaut environ au prix de remplacement du bruleur quartz garanti pour 1000 heures, afin de protéger le client contre certains accidents tenant à l'emploi du quartz, mais qui dure généralement plus de 2000 heures, 3° que l'avantage de la lampe quartz, avantage très important d'ailleurs, réside dans la suppression de la main d'œuvre nécessaire pour le changement des charbons et le nettoyage des globes.

Ueber Rundfeuer an Kommutatoren.

Von *Prof. Dr. F. Niethammer,* Brünn.

Für Gleichstrommaschinen mit Wendepolen wird vielfach angenommen, dass die Leistungsgrenze ausschliesslich durch die Erwärmung gezogen wird. Tatsächlich bietet die Kommutation und die Funkenbildung an den Bürsten auch bei grosser Reaktanzspannung und grossen Ueberlastungen, selbst bei Kurzschluss keine Schwierigkeit für Wendepolmaschinen. Dagegen kann an solchen Maschinen bei Ueberlast oder starker Feldschwächung leicht Funkenbildung an den nicht unter den Bürsten liegenden Lamellen, sog. Rundfeuer auftreten. Es entsteht durch lokale Spannungen zwischen Nachbarlamellen, wenn diese 35 bis 40 Volt überschreiten. Kupfer- und Metallstaub ist bei den erwähnten Spannungen in der Lage, einen Lichtbogen zu ziehen, der sich auch bis in die Nähe der neutralen Zone halten kann. Eine Maschine kann bei Kurzschluss mit dem Vollastrom und bei Leerlauf je funkenfrei an den Bürsten arbeiten und doch bei voller Spannung und vollem Strom Rundfeuer zeigen. Massgebend für Rundfeuer ist die maximal vorkommende Segmentspannung $e_{s\max}$, nicht die mittlere $e_{sm} = E_k \cdot 2\,p : S$, wobei E_k = Klemmenspannung, S = Segmentzahl und $2p$ = Polzahl. Hat der Anker total Z Leiter, die mit v cm/sk rotieren und die je auf die axiale Länge l maximal einer Luftinduktion $B_{\max}$ ausgesetzt sind, so ist

$$e_{s\max} = B_{\max} \cdot l \cdot \frac{Z}{S} \cdot v \cdot 10^{-8} < 35 \text{ bis } 40 \text{ Volt.} \qquad (1)$$

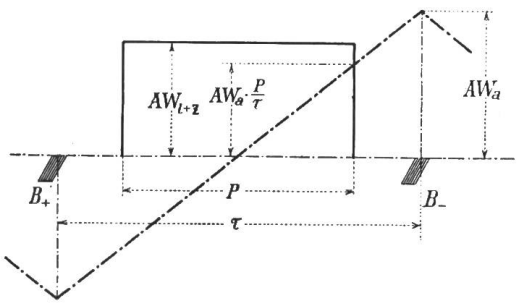

Abbildung 1. Verlauf der Feld- und Anker-AW; B = Bürste.

$B_{\max}$ tritt bei nicht kompensierten Maschinen unter den Polspitzen auf und lässt sich nur umständlich genau ermitteln. Folgende Näherungsmethode (Abbildung 1) gibt praktisch reichlich sichere Werte: Die AW zur Ueberwindung des magnetischen Widerstandes des Luftspaltes und des Ankereisens seien für den Hauptflux AW_{l+z}, die Anker-AW pro Pol seien $AW_a = IZ : 8\,ap$ (I = Ankerstrom, $2a$ = Zahl der parallelen Zweige) und das Verhältnis Polbogen zu Teilung $= \frac{P}{\tau}$, dann kann man setzen: