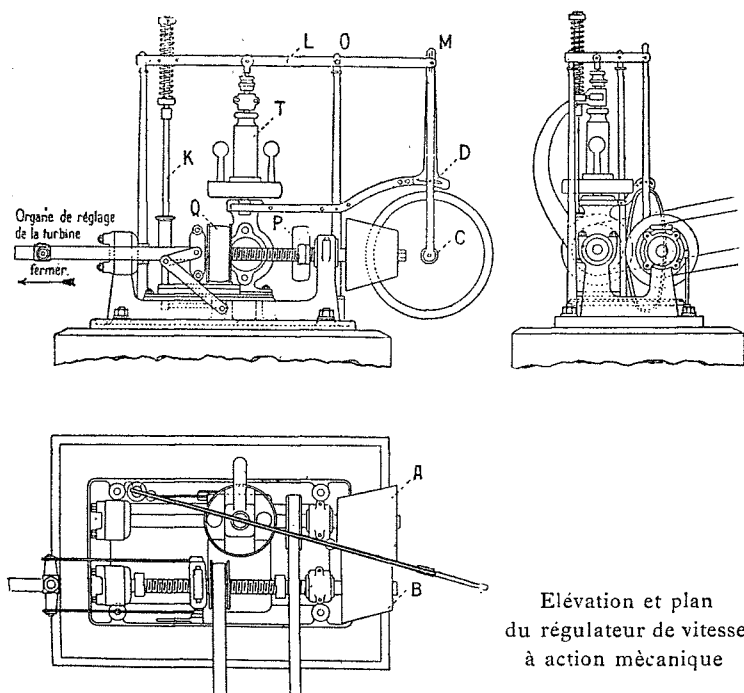


Supposons maintenant que l'appareil sorte de sa marche normale, que la vitesse augmente, par exemple. Le tachymètre, en s'élevant, fait sortir le disque de sa position normale et tend à abaisser son axe, mais à peine le disque s'est-il déplacé et son axe est-il descendu quelque peu au-dessous du plan de l'axe des cônes, qu'il est aussitôt attiré vivement plus avant entre les deux cônes.



Un fait très curieux a été prouvé par l'expérience ; il suffit, par exemple, de placer une pièce de dix centimes au point M, dans le but d'abaisser la position du disque, pour qu'il se produise une force d'attraction telle, que la main ne peut maintenir en place le disque C ; on voit dès lors combien petite est la force requise par ce régulateur.

A mesure que le disque avance entre les deux cônes, la vitesse du cône B diminue, et, devenant plus petite que celle de l'écrou Q, celui-ci se dévisse et ferme la turbine. Dès que le réglage s'est fait sentir, le nombre de tours du tachymètre diminue, et sa position tend à se rapprocher du point neutre, mais, avant qu'il l'ait atteint, le disque est revenu, lui, au point neutre et est prêt pour régler à nouveau.

Si c'était le phénomène inverse qui s'était produit, c'est-à-dire si la turbine avait ralenti sa vitesse, le tachymètre serait descendu, et le disque, au lieu de s'abaisser, se serait élevé. Le phénomène contraire se serait produit, c'est-à-dire qu'au lieu d'être attiré entre les deux cônes, il aurait été repoussé, la vitesse du cône B aurait augmentée et, devenant plus grande que celle de l'écrou Q, celui-ci se serait vissé, ouvrant ainsi la turbine.

M. P.

CHIMIE

DISPARITION RAPIDE DE LA ROUILLE DE FER DANS LE BÉTON ARMÉ

Au cours de quelques essais entrepris dans le but de fabriquer en fer ou acier et en ciment des boucliers protecteurs susceptibles d'être employés par l'artillerie de campagne, on a constaté que, dans la presque totalité des cas, les tôles rouillées enrobées dans le ciment perdaient complètement

leur rouille. A l'Exposition de Nuremberg en 1905, la maison Dyckerhoff et Widmann avait exécuté une arche en béton armé, avec des fers rouillés. Un an après, à la démolition de l'Exposition, on constata également que le fer rouillé était devenu parfaitement net. C'est ce qu'ont encore confirmé des essais en petit effectués avec du ciment à prise lente de la cimenterie de Lauffen : déjà au bout de 24 heures, une fois finis la prise et le premier stade du durcissement, la couche épaisse de rouille était déjà amincie et même disparue par places, ce qui montre qu'il ne faut pas longtemps pour que l'action qui nous occupe se produise. En enrobant une seconde fois les mêmes barres de fer dans le nouveau ciment, on constata au bout de quelques jours qu'un nombre encore plus grand de places s'étaient décapées et que là où il restait encore de l'oxyde de fer il était passé à l'état d'oxyde magnétique noir. En répétant une fois de plus la même opération, on put établir que la partie supérieure des barres de fer, située à l'extérieur du ciment, était toujours pleine de rouille tandis que le reste en était absolument exempt. Au point de passage de la barre dans le ciment, il restait encore de la rouille en raison de l'accès de l'air et de l'humidité à cet endroit.

Il est donc hors de conteste que le fer perd sa rouille sous l'action du ciment au cours de la prise et du premier durcissement de celui-ci ; il était plus malaisé d'en donner une explication, surtout en raison du peu d'exactitude des notions dont on dispose sur la constitution du ciment Portland, dans les points de détail notamment. D'après les expériences, antérieurement publiées, de l'auteur, le constituant principal du ciment, c'est-à-dire la chaux, ne s'y trouve pas sous la forme de combinaisons chimiques, stochiométriquement définies, avec la silice et l'alumine, mais sous la forme d'une solution solide ou d'une combinaison d'absorption ; le ciment Portland en cours de durcissement agit donc comme un hydrate de chaux dense, comme l'avait indiqué déjà Fruhling. La première idée pour expliquer la possibilité de l'action sur l'oxyde de fer fut de l'attribuer à l'hydrate de chaux séparé par hydrolyse au moment du gâchage avec l'eau ; cependant la chaux seule n'agit pas sur l'oxyde de fer, ainsi que l'ont montré des expériences spéciales, et encore moins l'hydrate de magnésie, lequel existe aussi dans le ciment, bien qu'en moindre quantité. On se reporta alors sur l'hydrate d'alumine et la silice, lesquels se séparent à l'état colloïdal au cours du gâchage, mais l'alumine n'a aucune action sur l'oxyde de fer, et la silice est un acide bien trop faiblement dissocié pour pouvoir dissoudre l'oxyde de fer. Quant à l'eau chargée d'acide carbonique, elle dissout bien le protoxyde de fer, mais non le peroxyde. Par contre, les expériences ont montré que les sels acides, sulfates acides et carbonates acides, agissent sur l'oxyde de fer : c'est là que se trouvait la clef du problème.

Lorsque deux des substances en question, hydrate de chaux et acide carbonique, se trouvent en présence, il se forme du bicarbonate de chaux $\text{CaH}^2(\text{CO}^3)$, c'est-à-dire l'ion HCO^3 , avec une assez grande concentration, lequel agit sur l'oxyde de fer. La réaction est notablement favorisée et accélérée lorsqu'il existe en même temps du bisulfate de soude ou du sulfate de chaux, c'est-à-dire les ions HSO^4 ou SO^4 .

Si l'on met des barres de fer rouillées en contact avec de l'eau saturée à la pression normale d'acide carbonique, et à laquelle on ajoute de l'eau de chaux jusqu'à ce que le précipité de carbonate de chaux formé disparaisse plus que lentement, en présence, en outre, de traces de sulfate de soude

primaire ou de gypse, on peut déjà, au bout d'un temps assez court, déceler dans la solution, par les réactions ordinaires, la présence de l'ion fer.

Avec le ciment, les choses se passent de la façon suivante :

Pendant le gâchage, la prise et les premiers temps du durcissement, tant qu'il existe encore de l'humidité dans le ciment, l'acide carbonique de l'air est absorbé par l'eau : en même temps se fait une séparation hydrolytique de chaux. Il se produit donc du carbonate acide de chaux, ou de l'ion HCO^3 avec une aussi grande concentration. Par l'effet de la consommation résultante d'acide carbonique dans la couche d'air qui entoure le ciment, l'équilibre chimique entre la chaux et l'acide carbonique est détruit et une nouvelle quantité d'acide carbonique est empruntée à l'air. En outre, tous les ciments Portland renferment du gypse jusqu'à 2 pour 100 environ, et une petite quantité de sulfates alcalins, de sorte que toutes les conditions de l'explication théorique exposée plus haut sont remplies.

Il est très vraisemblable que le bicarbonate de chaux, les bisulfates alcalins et le sulfate de chaux exercent chacun de son côté une action plus faible sur l'oxyde de fer que lorsqu'ils agissent de concert ; pour le sulfate de chaux, cela est sûr. On peut encore émettre l'hypothèse d'une réduction possible du peroxyde de fer en protoxyde avec dissolution ultérieure de ce dernier par l'eau carbonatée et sulfatée.

Il est naturel que ces réactions marchent plus lentement dans le ciment que dans les solutions dont il vient d'être question : dans ces dernières, il existe en même temps du bicarbonate de chaux et des bisulfates alcalins ou du sulfate de chaux, c'est-à-dire les ions HCO^3 , et HSO^4 ou SO^4 , tandis que dans le ciment, l'action sur l'oxyde de fer ne peut avoir lieu qu'après que le bicarbonate de chaux s'est formé par la combinaison de l'hydrate de chaux avec l'acide carbonique de l'air après son absorption par l'eau. La réaction se passe donc entre un gaz : l'acide carbonique ; un liquide : l'eau ; un corps dissous : l'oxyde de fer. L'élimination de la rouille devient impossible dès que le durcissement du ciment est terminé.

On sait que le fer exempt de rouille est le seul des métaux vulgaires qui reste inoxydé dans le béton, pour la raison que le gâchage du ciment donne lieu à une réaction fortement alcaline et que le fer recouvert d'alcalis est inoxydable. Les explications qui précèdent démontrent, en outre, que le fer enrobé dans le béton dans de bonnes conditions perd sa rouille et se trouve ainsi parfaitement à l'abri des agents atmosphériques de détérioration.

(*Stahl und Eisen.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES

MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ

Méthode graphique et rapide de mesure du glissement des moteurs d'induction. Note de M. G.-A. ANDRAULT, présentée par M. A. Haller. (Séance du 21 novembre).

J'utilise les propriétés du papier télégraphique *Bain*, déjà mises à profit, il y a plusieurs années, par M. Janet, pour déterminer la fréquence des courants alternatifs.

Le papier chimique, découpé en forme de disque, est appliqué sur un disque en cuivre de même diamètre, entraîné par le moteur avec une vitesse a fois plus petite que la sienne propre. Le disque de cuivre communique électriquement avec l'une des bornes du moteur par l'intermédiaire d'une résistance de protection appropriée, lampe à incandescence par exemple. Sur le disque en papier, appuie légèrement une pointe mousse en fer, communiquant avec une autre des bornes du moteur.

Quand le disque tourne, cette pointe trace, comme on le sait, des traits bleus, chaque trait répondant à une période. En déplaçant lentement la pointe le long d'un rayon du disque, on peut faire en sorte que les traits bleus s'échelonnent le long d'une spirale.

Soit t le nombre de traits bleus pour un tour du disque, nombre qui peut être déterminé très exactement, car il suffit de compter sur la spirale, le nombre de traits correspondant à 6, 8 ou 10 tours, et à diviser par le nombre de tours.

Connaissant t on en déduit le coefficient de glissement g par la formule

$$g = \frac{t - ap}{t},$$

formule très facile à établir et dans laquelle p désigne le nombre de paires de pôles.

Pratiquement l'appareil a été disposé comme un vulgaire compteur de tours, et s'emploie de même, en appuyant une pointe de caoutchouc contre le bout de l'arbre du moteur. Cet appareil se suffit à lui-même. Il est inutile de connaître la fréquence du courant. On n'a pas besoin non plus de compteur de temps.

Les propriétés magnétiques du fer aux fréquences élevées. Note de M. R. JOGAUST, présentée par M. E. Bouty. (Séance du 28 novembre).

Ces propriétés ont déjà fait l'objet des recherches de plusieurs expérimentateurs, mais tous ont opéré sur des éprouvettes constituées par des faisceaux de minces fils de fer et avec des ondes amorties. J'ai cru, au contraire, dans les expériences que j'ai entreprises, me placer dans des conditions susceptibles d'applications pratiques en opérant sur des tôles et avec des ondes non amorties.

Le générateur d'ondes entretenues était un arc de Poulsen dans le gaz d'éclairage. Le circuit oscillant était accouplé en dérivation avec un autre système oscillant en résonance avec le premier.

Dans ces conditions, l'ondemètre permettait de constater que ce second circuit n'était le siège que d'une seule onde dont la fréquence, dans nos expériences, était de 150 000 par seconde.

Ce circuit oscillant comportait, outre un ampèremètre à haute fréquence, les primaires à une seule spire de deux petits transformateurs en forme d'anneau ; l'un était constitué par l'empilement de rondelles découpées dans les tôles à étudier ; dans l'autre, les enroulements étaient disposés sur un anneau de bois ayant les mêmes dimensions géométriques que le circuit magnétique du premier. Le rapport des tensions aux bornes des enroulements secondaires des deux transformateurs donnait la perméabilité *apparente* du fer dans les conditions de l'expérience. Une troisième mesure, donnant la différence de potentiel aux bornes des deux secondaires en série, permettait, par la résolution d'un triangle dont on connaît les trois côtés, de calculer, pour le transformateur contenant du fer, le décalage entre le courant et la force électromotrice induite et par suite les pertes dans le fer, dues presque uniquement aux courants induits.

Les résultats obtenus furent les suivants :

Pour des tôles d'acier de $0^{\text{mm}}5$, dans les champs compris entre 1 et 3 gauss, la perméabilité apparente est constante et égale à 15.

Pour des tôles au silicium de $0^{\text{mm}}22$, dans les mêmes conditions, la perméabilité est de 63.

Le décalage entre la force électromotrice induite et le courant est de 30° et les pertes, dans un champ de 2,2 gauss, sont de 30 watts par kilogramme pour les tôles ordinaires, de 150 watts par kilogramme dans l'acier au silicium.

Si l'on cherche à relier ces résultats au calcul classique de J.-J. Thomson, relatif à l'action des courants induits sur l'aimantation des plaques minces, on trouve, en corrigeant nos expériences de l'action de ces courants induits, que les deux variétés d'acier ont, à la fréquence 150 000, une perméabilité vraie qui est constante et égale à 150. Mais, tandis que les calculs théoriques montrent qu'aux fréquences élevées le décalage entre le courant et la tension doit être de 45° , nous l'avons expérimenté