Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 49 (1971)

Heft: 3

Artikel: Examen du zingage au feu des caniveaux de câbles

Autor: Brunold, Armin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-874267

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: 15.07.2025

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

schrieben werden, wie dies allgemein angenommen wird [1, 2]. Aus unseren Untersuchungsergebnissen geht hervor, dass Zinküberzüge mit schwach entwickelten Legierungsschichten selbst bei verhältnismässig rascher Abkühlung zum Abschälen der Reinzinkschicht neigen, wogegen auf gut entwickelten Legierungsschichten der Reinzinküberzug auch bei langer Heisslagerung nicht abblättert. Ob eine Schlagbeanspruchung des erst teilweise erstarrten Zinküberzugs, wie sie bei der unter 6.1 beschriebenen Kehrmanipulation vorkommt, die Bruchzonenbildung zwischen abschwimmender und Reinzinkschicht fördert, ist nicht erwiesen, muss aber mindestens als Teilursache des Abblätterns in Betracht gezogen werden. Um künftig abblätternde Zinkschichten, zu geringe Zinkauflagen und Streifenbildung zu vermeiden, müssen die Verfahren der Firmen A und D in geeigneter Weise verbessert werden (Erhöhung der Tauchzeit, Reduktion des Abblasdruckes).

Weniger gravierend ist der bei der Verzinkerei C festgestellte Fehler: übermässig dicke Überzüge. Wegen des zu heissen Stapelns verspröden sie stark und splittern in Extremfällen ab. In diesem Betrieb sollte unbedingt für eine raschere Kühlung gesorgt werden.

Der Siliciumzusatz von 0,15% zum Stahl 33 hat sich als unzweckmässig erwiesen. Es zeigte sich nämlich, dass bei den mit kurzen Tauchzeiten arbeitenden Verzinkungsverfahren der geringe Begleitmetallzusatz sich nicht schichtverstärkend auszuwirken vermochte. Hingegen führte der Si-Zusatz dort, wo dank längeren Tauchzeiten ohnehin genügend starke Zinküberzüge anfallen, zur vermehrten Bildung übermässig dicker und spröder Schichten. Wir sind deshalb der Meinung, dass auf die Silicierung wieder verzichtet werden kann.

Wie aus der Beschreibung der verschiedenen Verzinkungsverfahren hervorgeht, können scheinbar unbedeutende Änderungen an den Einrichtungen und im Arbeitsablauf die Qualität der Verzinkung wesentlich beeinflussen. Es muss also auch in Zukunft mit fehlerhaft verzinktem Material gerechnet werden, wenn nicht für eine angemessene Überwachung der Verzinkungsverfahren und eine wirksame Qualitätskontrolle der Kabelkanallieferungen gesorgt wird.

Bibliographie

[1] *Bablik H.* Das Feuerverzinken, Springer Wien 1941.

[2] *Teindl J.* und *Blahoz O.* Ursachen des Abblätterns von Zink vom Stahlblech nach dessen Feuerverzinkung. Hutnicke listy (Hüttenmännische Blätter), 21 (1966). Nr. 3, S. 179...181.

[3] *Horstmann D.* Der Einfluss von Aluminium im Eisen und im Zinkbad auf den Zinkangriff. Forschungsberichte des Wirtschafts- und Verkehrsministeriums Nordrhein-Westfalen, Nr. 620. Westdeutscher Verlag, 1958.

[4] *Horstmann D.* Allgemeine Gesetzmässigkeiten des Einflusses von Eisenbegleitern auf die Vorgänge beim Feuerverzinken. Westdeutscher Verlag, 1964.

[5] *Stricker F.* Untersuchung von Verfahren zum Messen der Schichtdicke von Zinküberzügen. Stahl und Eisen, 82 (1962), Nr. 25, S. 1781.

Massstäbe der Photo-Reproduktionen

Fig. 2, 4–6, 9, 10 und 12 = 1:1,2; Fig. 21 = 1:1,5; Fig. 1 und 8 = 1:1,8; Fig. 3, 7 und 11 = 1:9; Fig. 43 = 100:1; Fig. 14–20 und 22–42 = 280:1

Examen du zingage au feu des caniveaux de câbles[1]

1. Introduction

Les caniveaux de câbles goudronnés ont été remplacés, dès 1966, par des caniveaux zingués au feu. On devait malheureusement constater rapidement que le zingage des nouveaux caniveaux n'était souvent pas de qualité suffisante et donnait lieu à des réclamations lors des contrôles de réception de la marchandise livrée par les fournisseurs. La division des recherches et des essais de la direction générale des PTT fut chargée d'examiner dans quelle mesure ces défauts apparaissaient et quelles en étaient les causes. Des contrôles du matériel stocké furent faits dans quatre directions d'arrondissement des téléphones distinctes, qui sont approvisionnées chacune par un seul fournisseur, différent dans chaque cas.

[1] Traduction résumée de l'article des pages 107...132.

2. Discussion des défauts rencontrés lors des contrôles en magasin

En dehors de l'écaillement (fig. 1 et 2) et de l'épaisseur insuffisante de la couche de zinc (largement en dessous de la valeur minimum de 80 μm exigée), qui étaient les défauts les plus souvent rencontrés, nous avons pu observer quelques autres défauts de fabrication, sans importance capitale du reste. Des amoncellements de zinc par exemple, illustrés par les figures 3...6, sont certainement désagréables, mais peuvent s'expliquer sans qu'il soit nécessaire de procéder à des recherches. Il en est de même pour l'inclusion de scories ou d'impuretés ou la formation d'incrustations. Il est par contre intéressant d'examiner de plus près les stries qui se forment sur le matériel d'un seul fournisseur (Fig. 7 et 8) parce qu'il s'agit probablement d'un défaut systématique.

Le résultat des mesures d'épaisseur est consigné dans le tableau I. Les épaisseurs moyennes, avant tout pour les caniveaux livrés par la zinguerie A, sont largement en dessous des valeurs minima exigées (la livraison T, traitée séparément provient également de ce fournisseur). Il est cependant étonnant de constater que les caniveaux type No 9 fabriqués par cette zinguerie ne donnent lieu à aucune critique. 48 à 77% des caniveaux types No 4 et 8 peuvent être rangés dans la catégorie «très mauvais», alors que pour les autres fournisseurs 27% seulement des échantillons présentent une épaisseur de zinc inférieure à 60 μm. On espérait par l'utilisation d'acier 33 siliceux, en lieu et place d'acier ordinaire, pour la fabrication des caniveaux, obtenir une couche protectrice de zinc plus épaisse. Des essais préliminaires n'ont cependant pas conduit à des résultats concrets, tel que l'illustre le tableau II. Malgré cela, tous les caniveaux fabriqués et zingués depuis juillet 1968 sont en acier 33 avec un apport de 0,15% de silicium. En comparant les épaisseurs de zinc portées dans le tableau I concernant du matériel livré en 1968 (acier exempt de silicium) avec celles de 1969 (se rapportant pour la plupart à de l'acier contenant de 0,1 à 0,2% de silicium), on est bien malheureusement obligé de constater que le passage à l'acier siliceux n'a pas entraîné d'amélioration quant à l'épaisseur du zingage.

3. Examen spectrographique et chimique des échantillons

Les bains de zingage au feu sont en général constitués par du zinc de fonderie 98,5. La teneur en métaux étrangers est la suivante: plomb, environ 1,3%, étain, cadmium, fer et cuivre environ 0,2% pour l'ensemble. La présence de ces éléments en trop grande quantité dans le zinc peut, de différentes façons, avoir une influence négative sur la qualité du zingage. C'est pourquoi nous avons déterminé, par analyse spectrale, la teneur en métaux étrangers d'un grand nombre d'échantillons pris sur les caniveaux, afin d'examiner si l'épaisseur insuffisante de la couche protectrice ou sa mauvaise adhérence provenaient de l'influence de ces matériaux. Les résultats des essais sont consignés dans le tableau III. Mise à part la teneur en fer, qui n'a pas pu être prise en considération, étant donnée la méthode de prélèvement des échantillons (par raclage), la quantité des métaux étrangers rencontrée dans les revêtements appliqués par toutes les zingueries était en moyenne de 0,9%, dont 0,7% de plomb. Une comparaison des valeurs trouvées pour les couches adhérant normalement avec celles relevées sur les spécimens présentant des écailles ne permet pas de déceler des différences autorisant à conclure à une influence des métaux étrangers.

Le tableau IV donne les résultats de l'analyse chimique des échantillons prélevés dans les bains de zingage. Il ressort de ces indications que les quatre zingueries travaillent avec du zinc de fonderie de qualité DIN Zn 98,5.

Tous les fournisseurs utilisent également les mêmes solutions de décapage et fondants, comme le montrent les indications portées dans le tableau V. La mauvaise qualité du zingage n'est donc certainement pas à rechercher dans l'utilisation de matières premières ou d'agents auxiliaires impropres à la fabrication.

4. Discussion des procédés de zingage

La différence la plus importante quant aux méthodes d'application utilisées dans les zingueries visitées réside dans le fait que pour l'un des procédés, chacun des caniveaux est tiré rapidement à travers le bain de zingage, alors que pour l'autre, plusieurs caniveaux sont plongés ensemble et retirés lentement de la masse liquide. Le temps de contact du fer avec le zinc en fusion est, dans le premier cas, de 2 minutes ou moins, et pour le second, de 4 minutes au moins, cette période pouvant se prolonger jusqu'à 10 minutes, suivant les circonstances. De plus, la traction rapide des caniveaux à travers le métal en fusion et leur passage dans une soufflerie a pour effet d'éliminer une partie du zinc déposé sur les surfaces des pièces traitées. Il n'en est pas de même lorsque l'application se fait par la méthode d'immersion et d'extraction lente, dans laquelle le zinc en excès s'écoule par gravité. Les vues quant à l'influence du procédé de refroidissement après le zingage diffèrent énormément. C'est ainsi que nous avons mesuré, 30 minutes après le passage dans le bain, des températures de 85...210 °C sur les surfaces des caniveaux, selon la méthode de refroidissement utilisée. Nos investigations ont démontré qu'il était plus facile de satisfaire aux conditions d'épaisseur minimum de 80 μm de la couche de zinc par le système d'immersion et extraction lente, que par celui de traction et soufflage des pièces traitées. Il est du reste intéressant de remarquer que toutes les applications ayant donné lieu à des critiques, soit pour épaisseur insuffisante, formation de stries ou écailles, ont été réalisées par traction et soufflage.

5. Examens métallographiques

L'immersion du fer nu et décapé dans le zinc en fusion conduit, par réaction chimique du zinc sur le fer, à la formation de différentes couches d'alliage. Il y a diffusion du fer dans un sens, et de façon moins prononcée, du zinc dans l'autre sens, avec formation de couches toujours plus riches en zinc vers l'extérieur. Lors de l'extraction du bain, les pièces traitées se recouvrent d'une couche de zinc pur, fixée sur les couches alliées sous-jacentes.

La structure théoriquement possible des couches est illustrée par la figure 13. La couche adhérente (ha) composée d'une phase Γ est si mince qu'elle ne peut normalement

pas être décelée au microscope. Pratiquement, et pour des conditions de zingage normales, les structures rencontrées sont semblables à celles illustrées par la figure 14. En dehors des phénomènes de cristallisation normaux, qui sont soumis à une loi parabolique décroissante de réaction du fer, en fonction de la durée d'immersion, la formation des cristaux obéit, dans la plage de températures comprises entre 490 °C et 520 °C, à une loi linéaire d'action progressive du fer en fonction du temps, ce qui conduit à la création de couches de transition dont la structure est représentée à la figure 15. Les valeurs limites de la plage de températures pour lesquelles les cristaux se forment selon la loi linéaire de réaction progressive du fer peuvent être plus ou moins déplacées, et avant tout vers le bas, par l'adjonction au fer d'éléments tels que le silicium ou le carbone. C'est ainsi que pour une teneur suffisante du fer en silicium ou en carbone, il est possible d'obtenir des structures selon le second genre de réaction, pour des températures normales des bains. D'une façon générale, la prolongation du temps d'immersion et l'élévation de la température conduisent à l'augmentation de l'épaisseur des couches alliées, alors que seules les conditions mécaniques d'application (vitesse d'extraction, soufflage, élimination par gravité) n'ont d'influence sur la couche de zinc pur. Pour obtenir des revêtements d'une certaine flexibilité, il est nécessaire d'empêcher autant que possible la formation de couches alliées (adjonction d'aluminium pour le zingage des tôles par exemple). Par contre, lorsqu'il est indispensable d'appliquer des couches de zinc épaisses et bien adhérentes, il faut rechercher la formation d'alliages à structure bien développée et solide.

Les figures 16...31 montrent pour la plupart des coupes à travers le revêtement de zinc de différents caniveaux, traités par les quatre zingueries contrôlées. On y reconnaît différentes structures. En dehors des structures normales (par exemple fig. 16, 22 et 29), les figures 27 et 30 illustrent une formation de cristaux obéissant à la seconde loi de réaction. Les coupes obtenues pour des caniveaux dont le revêtement adhérait mal ou présentait des écailles ont une allure plus particulière. Les figures 18...20 par exemple, montrent qu'entre la couche finement cristalline et le plus souvent mince de la zone alliée et la couverture de zinc pur, apparaissent des fragments cristallins moins compacts. Alors que dans plusieurs coupes, la zone discontinue semble être formée d'une couche alliée plus ou moins intacte et compacte composée de zinc pur et de parties de la couche de transition (figures 18 et 19), la figure 20 montre clairement que dans certains cas, des agglomérés de toutes les couches alliées peuvent se trouver dans la zone discontinue, ce qui laisse supposer une contrainte mécanique au moment du durcissement de la couche lors du refroidissement. Une autre anomalie, qui ne provoque cependant pas de diminution remarquable de la qualité, est illustrée par les figures 22...24. Il s'agit de la formation en deux zones de la couche de zinc pur. Cette apparition est à mettre au compte d'une méthode de travail spéciale lors de l'immersion des objets à traiter. Des structures telles que les montre la figure 28 se forment lorsque le temps d'immersion est long et le refroidissement très lent. La transformation de cristaux δ_1 contenant du zinc pur en cristaux ζ se poursuit tant que le zinc n'est pas entièrement utilisé. De telles couches s'écaillent sous l'effet des chocs.

Nous avons pu démontrer, par des essais de zingage qu'une zone de fragments cristallins, telle qu'elle apparaît dans les couches de zinc s'écaillant, n'était pas due uniquement, comme on le supposait jusqu'ici, à un empilage des pièces trop chaudes ayant pour conséquence un refroidissement trop lent. Comme les figures 32...35 l'indiquent, la structure de l'alliage est détruite de façon différente par le stockage à chaud (1 heure à 300 °C). La formation d'une zone de fragments cristallins, et par suite d'écailles de la couche de zinc pur n'est apparue que pour un temps très court d'immersion des échantillons (figure 32), alors que pour les spécimens plus longuement immergés nous n'avons constaté que des fissures des couches alliées les plus profondes, sans que l'adhérence ait diminué de façon remarquable (figure 35). On peut en conclure pour la pratique, que les revêtements dont les couches alliées sont minces et peu développées, tels qu'ils sont appliqués lorsqu'il est nécessaire d'obtenir une grande flexibilité, sont sujets à l'écaillement. Les couches de zinc dont les parties alliées sont fortement développées ne présentent par contre pas cette tendance, même lorsque le refroidissement des pièces est relativement lent.

Les figures 36...39 montrent également que des couches d'alliage trop minces ont un effet négatif lors du soufflage des excédents de zinc, la mauvaise adhérence de la couche de zinc pur permettant une évacuation beaucoup plus importante de métal (formation de stries) que si les couches alliées en présence sont fortement développées.

Les coupes macrographiques des figures 40...43 permettent de se rendre compte qu'en exigeant l'adjonction de 0,15% de silicium on a atteint une teneur pour laquelle l'influence du métal apporté commence à se faire sentir dans la formation de la structure. Le fait que l'addition de silicium n'ait conduit à une augmentation moyenne de l'épaisseur du revêtement que pour le matériel livré par la zinguerie C (temps d'immersion prolongé), comme l'indique le tableau I, démontre que l'effet renforçateur n'apparaît que si le temps de réaction est suffisamment long.