Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 81 (1955)
Heft: 17

Artikel: Aciers rapides et aciers indéformables sulfinisés
Autor: Auer, R.C.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-61345

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: 12.12.2025

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

81e année 20 août 1955 N° 17

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les quinze jours

Abonnements:
Suisse: 1 an, 24 francs
Etranger: 28 francs
Pour sociétaires:
Suisse: 1 an, 20 francs
Etranger: 25 francs
Prix du numéro: Fr. 1.40
Ch. post. « Bulletin technique de la Suisse romande » N° II. 57 75, à Lausanne.
Expédition
Imprimerie « La Concorde » Terreaux 31 — Lausanne.
Rédaction
et éditions de la S. A. du Bulletin technique (tirés à part), Case Chauderon 475
Administration générale
Ch. de Roseneck 6 Lausanne

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

Comité de patronage — Président: R. Neeser, ingénieur, à Genève; Vice-président: G. Epitaux, architecte, à Lausanne; Secrétaire: J. Calame, ingénieur, à Genève — Membres, Fribourg: MM. P. Joye, professeur; † E. Lateltin, architecte — Vaud: MM. F. Chenaux, ingénieur; A. Chevalley, ingénieur; E. d'Okolski, architecte; Ch. Thévenaz, architecte — Genève: MM. † L. Archinard, ingénieur; Cl. Grosgurin, architecte; E. Martin, architecte — Neuchâtel: MM. J. Béguin, architecte; R. Guye, ingénieur — Valais: MM. J. Dubuis, D. ingénieur; Burgener, architecte.

Rédaction: D. Bonnard, ingénieur. Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Conseil d'administration
de la Société anonyme du Bulletin technique : A. Stucky, ingénieur, président ; M. Bridel; G. Epitaux, architecte; R. Neeser, ingénieur.

Tarif des annonces

1/1 page		Fr. 264.—
1/2	»	» 134.40
1/4	»	» 67.20
1/8	»	» 33.60

Annonces Suisses S. A. (ASSA)

Place Bel-Air 2. Tél. 22 33 26
Lausanne et succursales

SOMMAIRE : *Aciers rapides et aciers indéformables sulfinisés*, par R. C. Auer, Outillage Eskenazi, Genève. — *Calculatrices et ordinateurs électroniques (Electronic data processing machines)*, par M. André Roudil, ingénieur, Chef du Laboratoire de calcul scientifique d'I.B.M., France. — Bibliographie. — Communiqué : *Cours de vacances 1956 du « Massachusetts Institute of Technology »*. — Service de placement. — Informations diverses. — Documentation générale.

Supplément : « Bulletin S. I. A. » n° 7.

Aciers rapides et aciers indéformables sulfinisés

par R. C. AUER, Outillage Eskenazi, Genève.

Cet exposé présente une nouvelle spécialité appliquée aux aciers dits rapides, aciers représentant une part importante de la production d'outillage.

Les aciers rapides jouent dans l'industrie métallurgique un rôle toujours plus considérable par leur utilisation en grandes quantités pour toute la fabrication des outils de coupe, outils de grande consommation, et pour des fabrications de matrices et poinçons. Pour orientation, signalons qu'une des importantes aciéries américaines produit journellement 80 tonnes d'aciers rapides; sachant qu'il y a aux U.S.A. en tout cas une vingtaine d'aciéries de cette importance, on peut se rendre compte du tonnage élevé de la production américaine; à côté de celle-ci, nous avons en Europe nombre d'aciéries au tonnage également important. Nous nous trouvons donc en face d'un élément non négligeable de l'économie industrielle si l'on songe qu'en Europe de nombreux fabricants utilisent 10 à 15 tonnes d'aciers rapides par mois.

En général, chaque aciérie fabrique une quinzaine de qualités d'aciers rapides d'analyses différentes, qualités normalisées dans des tolérances bien définies pour chaque pays, mais dont les caractéristiques restent sensiblement égales. Le choix de l'analyse *est fonction de l'outil à exécuter, du prix et de la qualité. Au point de vue technique, ce choix est influencé par les facteurs suivants : résistance à l'usure, ténacité, tenue de coupe à chaud, usinabilité.*

L'introduction de la sulfinisation dans la fabrication de quelques qualités classiques améliore, comme on le lira dans les lignes qui suivent, les caractéristiques d'usinabilité ainsi que la capacité de coupe. (Réd.)

Depuis quelques années, les aciéries ont orienté leur production d'*aciers rapides* sur des qualités *ayant une haute teneur en Molybdène et en Vanadium*, dans le but de développer les caractéristiques de tenacité et de résistance à l'usure, tout en diminuant la fragilité. En général, l'augmentation des teneurs en Molybdène et en Vanadium a eu comme résultat, au point de vue analyse, de diminuer les teneurs en Tungstène et en Cobalt. Cette tendance a commencé aux U.S.A., et avant la guerre déjà, des outils de coupe américaine étaient fabriqués en utilisant ces nouveaux aciers, alors qu'en Europe la faveur de la clientèle restait attachée aux aciers à haute teneur en Tungstène et Cobalt.

Ces nouveaux aciers, communément appelés 6-5-2, 6-6-3, 8-4-2, etc., sont, depuis, devenus également très répandus en Europe et l'on a remarqué que, pour la fabrication de la majorité des outils de coupe, ils remplaçaient avantageusement, au point de vue rendement, les anciennes analyses à 18 % de Tungstène et les qualités au Cobalt, en tout cas jusqu'à 5 %. Toutefois, si l'augmentation du Vanadium et du Carbone améliore

la résistance à l'usure et plus particulièrement la résistance à l'abrasion, on a constaté qu'à partir de 3 % de Vanadium ces aciers présentaient une plus grande difficulté d'usinage, notamment de meulage et de rectifiage.

Les aciéries ont évidemment cherché à éliminer cet inconvénient et une aciérie américaine, la Latrobe [1], productrice d'aciers fins, vient de mettre au point un *procédé spécial de SULFINISATION de la structure*, appliqué à certaines de ses qualités d'aciers rapides et d'aciers indéformables, qui présente un grand intérêt sidérurgique ; en effet, cette sulfinisation améliore grandement l'usinabilité tout en augmentant la capacité de coupe.

1. Sulfures et Disulfures

L'orientation de la Latrobe dans cette nouvelle voie a été créée par les exigences d'un de ses clients américains qui, pour un travail déterminé, devait obtenir un acier rapide d'une grande usinabilité. Dans ce but, elle produisit un acier rapide au Molybdène de la norme M-2 avec 0,1 % de soufre.

Cette incorporation de soufre peut paraître surprenante aux utilisateurs et techniciens, car jusqu'à maintenant et mis à part certains *aciers de décolletage* dits *à coupe rapide* ou *au soufre*, ceux-ci recherchaient des aciers à outil ayant, à juste titre d'ailleurs, une teneur minimum en soufre.

Il faut préciser ici que les aciers sulfinisés sont complètement différents, car les *sulfures* et les *disulfures* contenus dans ces aciers sont quantitativement soigneusement contrôlés pour réagir avec les autres éléments de l'alliage et de plus, ils sont également différents dans leur forme, leur dimension, leur procédé d'incorporation et leur fonction.

Effectivement il ne s'agit plus seulement d'une question de formation de copeaux comme c'est le cas pour les aciers de décolletage mentionnés plus haut, mais le but recherché est d'augmenter la capacité de coupe sans modifier leurs caractéristiques techniques (résistance à l'usure, tenacité et tenue de coupe à chaud).

2. Avantages des aciers sulfinisés

Le résultat obtenu chez ce client américain a été non seulement très satisfaisant, mais il ouvrait à la Latrobe de nouvelles perspectives dans la production des aciers rapides. En effet, après de longues recherches de laboratoire, ses métallurgistes ont mis au point des aciers rapides et des aciers indéformables qui, comparativement aux qualités standard, présentent les importants avantages suivants :

1. Leur propre usinabilité est améliorée, ce qui permet :
   - *a*) d'augmenter les vitesses de coupe et de diminuer les réaffûtages. Ainsi on a remarqué aux U.S.A. que pour certains travaux d'usinage, les réaffûtages étaient diminués de moitié !
   - *b*) leur état de surface est amélioré. Ce dernier point est particulièrement important pour tous les outils détalonnés qui ne sont pas rectifiés après le traitement thermique.
2. Les outils fabriqués en acier sulfinisé ont une capacité de coupe plus grande, grâce à une autolubrification interne permanente de l'arête de coupe.

On constate que le but recherché était de diminuer le frottement de l'outil sur la matière, lors de la coupe, par une *lubrification interne* et en conséquence, en obtenant une meilleure tenue de coupe. Les aciers sulfinisés se distinguent donc des autres aciers à outils traités superficiellement par le fait que cette sulfinisation est présente de la surface de la barre jusqu'au centre de cette dernière, soit dans toute la structure de l'acier. Nous ne sommes pas en présence d'un traitement additionnel et superficiel (nitruration, cémentation, application électrolytique, ou par le vide, etc...) qui n'est actif que pour autant que l'outil soit à l'état de neuf, mais d'une nouvelle conception sidérurgique de la structure même de l'acier.

Il est également intéressant de savoir que les *slits*, qui ne sont rien d'autre qu'une veinelure superficielle due aux carbures de Vanadium, sont complètement éliminés dans les aciers sulfinisés.

Pour revenir aux propriétés d'usinabilité et de coupe, en d'autres termes lubrifiantes de ces nouveaux aciers, elles ont été obtenues par l'adjonction lors de la coulée, de disulfures de Molybdène ($Mo\ S_2$) et de sulfures de Manganèse ($Mn\ S$), qui ont respectivement des propriétés lubrifiantes et d'usinabilité. Ces disulfures et sulfures créent un film gras permanent entre l'arête de coupe et la matière, tout en lubrifiant également la surface du copeau en contact avec l'outil. La difficulté principale résidait dans le fait de pouvoir fixer, d'une façon uniforme, dans la structure, ces particules lubrifiantes, pour qu'elles ne se précipitent pas dans le centre du lingot en s'agglomérant aux ségrégations centrales de carbure si communes aux aciers de fabrication standard.

3. Les aciers « desegatized »

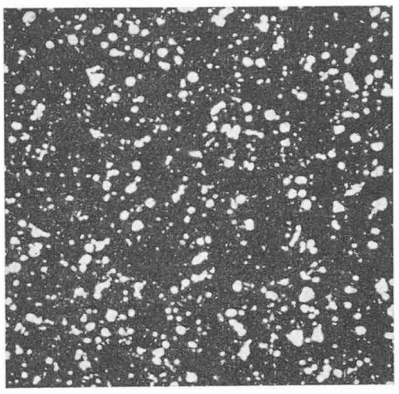
La Latrobe a résolu cette difficulté en utilisant son procédé appelé *desegatized* mis au point en 1945 et qui permet la production d'aciers à outil parfaitement homogènes, par une répartition égale des carbures, réduits en fines particules, du centre à la surface de la barre.

Notons que ce procédé *desegatized*, exclusivité de la Latrobe, est à la base de la réussite de ces aciers sulfinisés, puisque seul il permet de fixer uniformément ces particules lubrifiantes, comme d'ailleurs les carbures, dans la structure.

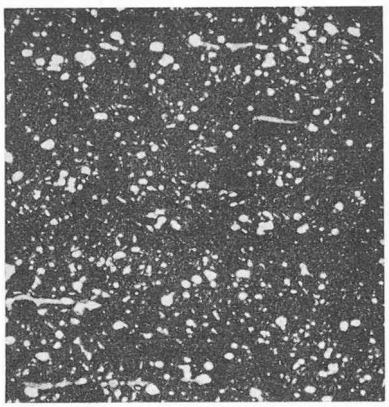
Les deux microphotos suivantes illustrent particulièrement bien cette uniformité et l'on distingue nettement l'homogénéité d'une structure *Desegatized Standard* et la répartition également uniforme des particules lubrifiantes dans la structure *Desegatized Sulfinisée*. Les particules lubrifiantes se détachent du fond de la structure par leur couleur claire (identique aux carbures) et de forme allongée.

A l'examen de ces deux microphotos, la réaction d'un outilleur sera de croire que la tenacité d'un acier sulfinisé est diminuée par la présence de ces particules allongées qui normalement et s'il s'agissait de carbures

[1] Latrobe Steel Company, Latrobe, Pa. (U.S.A.), représentée en Europe par Outillage Eskenazi, Genève.



Structure *Desegatized Standard*
(Acier rapide Molybdène M-2)
agrandissement 500 ×.



Structure *Desegatized sulfinisée*
(Acier rapide Molybdène M-2)
agrandissement 500 ×.

seraient effectivement défavorables. Toutefois comme il s'agit de sulfures et de disulfures, ce n'est pas le cas, bien au contraire, et le tableau comparatif ci-dessous le montre bien.

Qualité	Dureté Rc.	Pied p. livre angl.
M-2 Standard	65,6	38,6
M-2 Sulfinisé	66,0	42,2

(Mesures effectuées sur deux échantillons de section carrée de 12 mm de côté, traités à 1205° C avec deux revenus de 2 heures à 550° C.)

4. Dureté des aciers sulfinisés

Celle-ci reste sensiblement égale pour un même traitement thermique. Les valeurs ci-dessous donnent des duretés comparatives pour différentes températures de revenu ; on constate que la dureté reste uniforme à 0,5 Rc. près.

Pour une température d'austénisation de 1205° C

Température de revenu	Dureté Rc. qualité M-2 *Standard*	Dureté Rc. qualité M-2 *Sulfinisé*
510° C	65,0	65,5
540° C	64,0	65,0
565° C	64,0	63,0
595° C	61,0	60,0

Pour une température d'austénisation de 1230° C

Température de revenu	Dureté Rc. qualité M-2 *Standard*	Dureté Rc. qualité M-2 *Sulfinisé*
510° C	66,0	66,5
540° C	65,5	66,5
565° C	64,5	64,5
595° C	62,5	62,0

La grosseur du grain n'est également pas affectée par l'addition des sulfures.

Quant au traitement thermique il reste identique ; les températures et temps de maintien sont semblables pour une qualité comme pour l'autre.

Cette amélioration sidérurgique est donc complète puisqu'elle augmente la capacité de coupe et l'usinabilité de l'acier, sans en modifier les autres caractéristiques techniques.

5. Quelques comparaisons de rendement

Une grande fabrique d'automobile de Détroit a constaté pour ses fraises vis-mère, une diminution de l'épaisseur de réaffûtage de 0,43 mm à 0,21 mm entre des fraises faites en acier rapide M-2 standard et d'autres faites en acier rapide M-2 sulfinisé.

Les avantages constatés pour les aciers rapides sont également valables pour les aciers indéformables comme on le voit sur la figure 1.

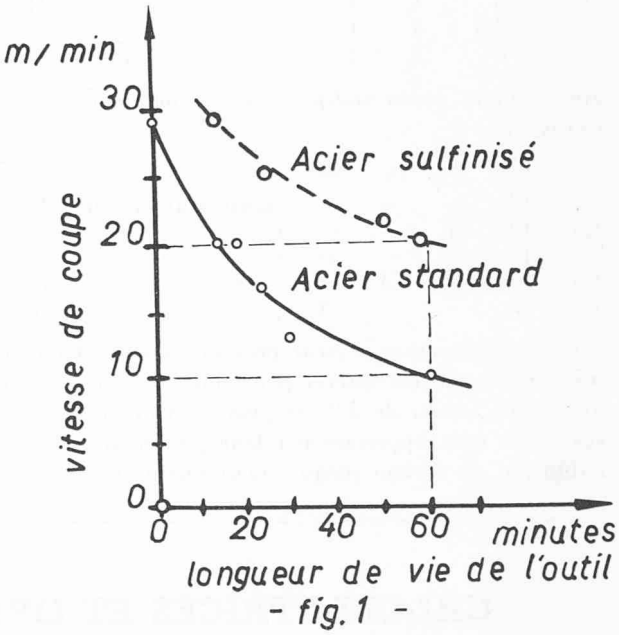


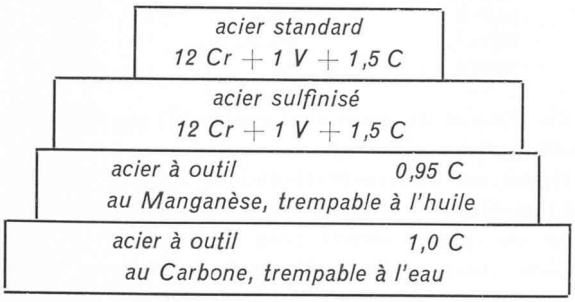
Fig. 1. — Comparaison entre la *vitesse de coupe* d'un acier Standard et celle d'un Sulfinisé. Essai effectué sur des barres de 75 mm de diamètre en acier indéformable à 13 % Cr et 1 % V, laminées à chaud et recuites, avec un burin en acier rapide M-2. Avance de 0,23 mm/tour ; profondeur de passe de 1,57 mm, même huile soluble utilisée dans les deux cas.

Sur cette figure, on voit qu'après une longueur de vie de l'outil de 60 minutes, on peut encore travailler avec une vitesse de coupe de 20 m/min sur la qualité sulfinisée, alors que l'acier standard ne permet plus qu'une vitesse de 10 m/min.

On peut également illustrer graphiquement l'usinabilité de cette analyse sulfinisée, comparativement à la

même, de fabrication standard et à d'autres qualités d'aciers beaucoup plus faiblement alliés.

USINABILITÉ COMPARÉE



Comparaison entre l'*usinabilité* d'un acier 12 Cr, 1 V et 1,5 C Standard et Sulfinisé.

On voit que l'usinabilité de la qualité sulfinisée est presque équivalente à celle d'un simple acier à outil au manganèse, trempable à l'huile et peu inférieure à un acier à outil à 1 % de C.

6. Types d'aciers sulfinisés

Jusquà présent, la sulfinisation a été appliquée aux types d'*aciers rapides* suivants :

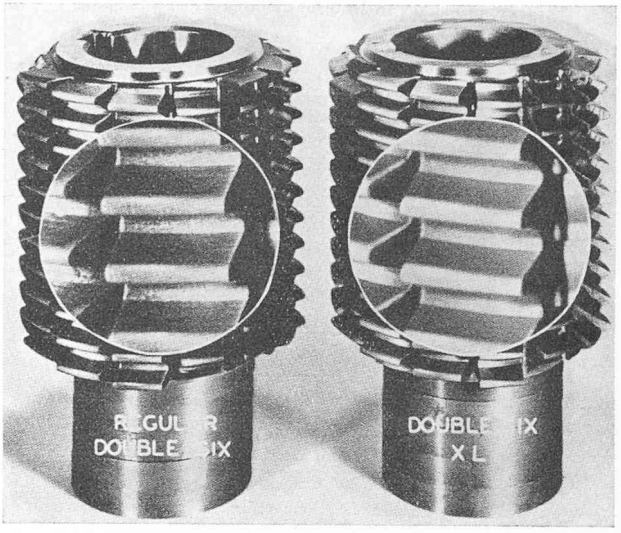
W	Mo	Cr	V	
18	—	4	1	(normes américaines T-1)
6	5	4	2	(» » M-2)
6	6	4	3	(» » M-3)
1,5	8,5	4	1	(» » M-1)
—	8	4	2	(» » M-10)

ainsi qu'aux *aciers indéformables* à haute teneur de Chrome :

C	Cr	V	Co	Mo	
2,2	13	—	—	—	(normes américaines D-3)
1,5	13	1	—	—	(» » D-2)
2,2	13	4	—	—	(» » —)
1,5	13	—	3	1	(» » D-5)
1	5	—	—	1	(» » A-2)

Cette *sulfinisation à cœur* présente, au point de vue usinabilité, un gros intérêt pour tous les aciers à outil ayant une teneur de 2 % et plus de Vanadium, car, si ces aciers sont appréciés par leur grande résistance à l'abrasion, ils étaient jusqu'à maintenant tenus parfois à l'écart de certains emplois, du fait de leur difficulté d'usinage. Celle-ci est souvent un facteur important, car non seulement l'état de surface de l'outil fabriqué n'est jamais d'un beau fini (présence de carbures de Vanadium), mais les temps d'usinage pour fabriquer cet outil sont plus longs, ce qui diminue la production. Ce problème est particulièrement aigu pour tous les outils dont les tolérances de rectifiage sont serrées ainsi que pour les outils profilés. Nous pensons notamment aux couteaux à tailler les engranages et aux peignes de filetage.

Les deux photos ci-dessous sont caractéristiques et montrent la différence entre l'état de surface d'un acier sulfinisé et celui d'un acier de fabrication classique.



Acier rapide Standard. *Acier rapide Sulfinisé.*

Etat de surface d'une fraise usinée dans un acier rapide au Molybdène (M-2) et dans des conditions identiques.

Par l'amélioration des états de surface, de l'usinabilité, de la capacité de coupe des aciers rapides, et par la diminution des réaffûtages, ces nouveaux aciers sulfinisés apportent des avantages effectifs pour la fabrication des outils de coupe et ceci aussi bien au fabricant qu'au consommateur.

CALCULATRICES ET ORDINATEURS ÉLECTRONIQUES

(Electronic data processing machines)

par M. ANDRÉ ROUDIL, ingénieur,
Chef du Laboratoire de calcul scientifique d'I. B. M., France

Depuis de nombreuses années déjà, les machines à cartes perforées rendent les plus grands services aussi bien aux comptables qu'aux savants et techniciens.

En effet, dès la plus haute antiquité, les calculs se sont développés dans deux voies bien différentes : la comptabilité et la géométrie.

Il a fallu attendre Pascal, qui construisit la première machine, pour aider son père alors intendant en Normandie au calcul des impôts, pour que la situation évolue.

Ce fut ensuite l'effort de guerre, qui fit naître tous les monstres à calculer que nous connaissons. Actuellement des machines digitales et analogiques sont construites en série dans le monde entier.

L'International Business Machines Corporation (IBM), qui a participé pendant la guerre à la construction de