



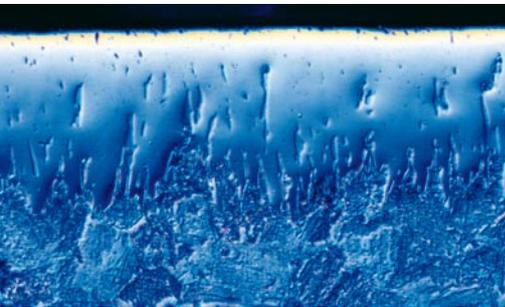
Hightech by Gerster:

Boruration.

Hightech by Gerster:

**La boruration, une solution
pour les pièces aux sollicitations extrêmes.**

La boruration est un procédé de diffusion thermo-chimique. La surface d'une pièce est enrichie en bore à des températures de traitements entre environ 800 et 1000 °C. En conséquence directe se forment des couches homogènes de borures. La dureté élevée, mais également la structure particulière de la couche, produisent une résistance à l'usure extraordinaire.



Micrographie de l'acier 42CrMo4. Boruration suivie d'un traitement d'amélioration. Couche de borures avec une seule phase (Fe₂B) d'environ 100 µm. Dureté de 1800 à 2000 HV 0,025.

Les propriétés des couches de borure.

- ▶ Valeurs de dureté élevées:
 - ▷ Alliages ferreux 1600 à 2100 HV
 - ▷ Alliages à base nickel 2800 HV
 - ▷ Titane jusqu'à 4000 HV
- ▶ Adhérence optimale
- ▶ Faible tendance à la soudure à froid
- ▶ Coefficients de dilatation comparables pour tous les alliages ferreux
- ▶ Bonne résistance à la température

L'épaisseur de la couche peut être réglée pendant la durée du traitement. Elle varie de 5 à 10 µm pour des pièces de construction, où il faut diminuer la tendance à la soudure à froid, jusqu'à des valeurs de 300 µm pour des pièces, où une diminution de l'usure est demandée. Le choix du matériau en dépendra. Généralement, l'épaisseur de la couche atteignable diminue si le taux d'alliage augmente.

La finition

La boruration provoque une augmentation du volume, qui correspond à environ 25 à 30% de l'épaisseur de la couche. C'est pourquoi, lors du traitement de pièces terminées, il faut les avoir construites légèrement plus petites. La profondeur de rugosité obtenue est d'environ 4 µm. Après boruration, un hônage ou polissage au diamant ou au métal dur est possible. Pour éviter un écaillage, les angles et arêtes doivent avoir un rayon qui soit au moins égal à l'épaisseur de la couche. Afin de réduire les variations dimensionnelles et les déformations des pièces fortement sollicitées, nous vous conseillons vivement d'effectuer un recuit de détente avant la finition.

En raison de la bonne tenue en température des couches de borure, les pièces de construction peuvent être trempées ou subir une trempe-revenu après la boruration. Ce qui permet d'obtenir des pièces avec d'une part une bonne résistance et d'autre part une bonne rigidité. Les aciers de cémentation peuvent être enrichi en carbone pour améliorer l'adhésion de la couche de borures, puis borurés et enfin trempés. En plus de la résistance élevée de la surface, le comportement ductile à cœur est préservé.



Petites pièces en acier de cémentation,
d'amélioration ou pour travail à chaud,
borurées en vrac, puis trempées ou trempées
et revenues selon l'alliage.

Hightech by Gerster: Les applications typiques.

La méthode par dégazage de poudres contenant du bore est techniquement mûre et rencontre un franc succès économique. Il est possible par cette méthode de traiter des pièces uniques ou de grosses quantités, en vrac ou ordonnées. Une boruration partielle est également réalisable. Gerster propose également ce procédé en combinaison avec des traitements plus classiques tels que la trempe, la trempe sous vide, sous gaz de protection, la cémentation-trempe, la trempe-revenu, la trempe partielle et la trempe superficielle.

Les pièces, qui sont soumises à de fortes affinités métalliques, seront protégées de la soudure par la boruration. La contre-pièce sera elle trempée. La surface de contact sera si possible graissée. En raison des bonnes propriétés de glissement, les partenaires seront ainsi protégés d'une usure excessive et si une interruption non prévue du film de graissage devait avoir lieu, les conséquences en seraient largement minimisées par les bonnes propriétés intrinsèques. De telles applications sont typiques pour les dispositifs de mouvement.

La couche de borures conserve sa dureté élevée lors de contraintes ponctuelles jusqu'à des températures de plus de 1000 °C. C'est pourquoi des outils borurés sont utilisés pour le formage à chaud de métaux ou de verres.

La boruration est également fortement utilisée dans l'industrie des machines de fabrication de textiles pour les pièces en contact avec le fil. Effectivement, en raison des vitesses de travail très élevées, la surface de contact du fil avec les pièces métalliques subit une usure élevée. Ce problème ne peut pas être convenablement résolu avec les procédés de trempe standards, ni par les techniques de revêtement, même si ces dernières possèdent des duretés propres bien plus élevée que les couches de borures.

Des applications très variées pour la boruration sont présentes dans la technique de l'extrusion-injection, dans la robinetterie et dans le domaine de la construction de machines et d'appareils. Des applications particulières pour des pièces à grande durée de vie se trouvent par ailleurs dans l'industrie alimentaire et la construction automobile.



Matériau: 42CrMo4
Couche de borure: 30 à 40 mm
Après trempe-revenu: résistance à la traction de 1000 à 1150 N/mm²

Pour les engrenages à forte sollicitations, la boruration de la denture augmente sensiblement la durée de vie.

Comportement à l'usure.

Des tests d'usure pinn-disque comparatifs ont été effectués. Les résultats d'un échantillon boruré en 42CrMo4 et d'un nitruré ont été ainsi analysés. L'usure linéaire de l'échantillon boruré était environ 1000 fois plus faible que celle du nitruré.

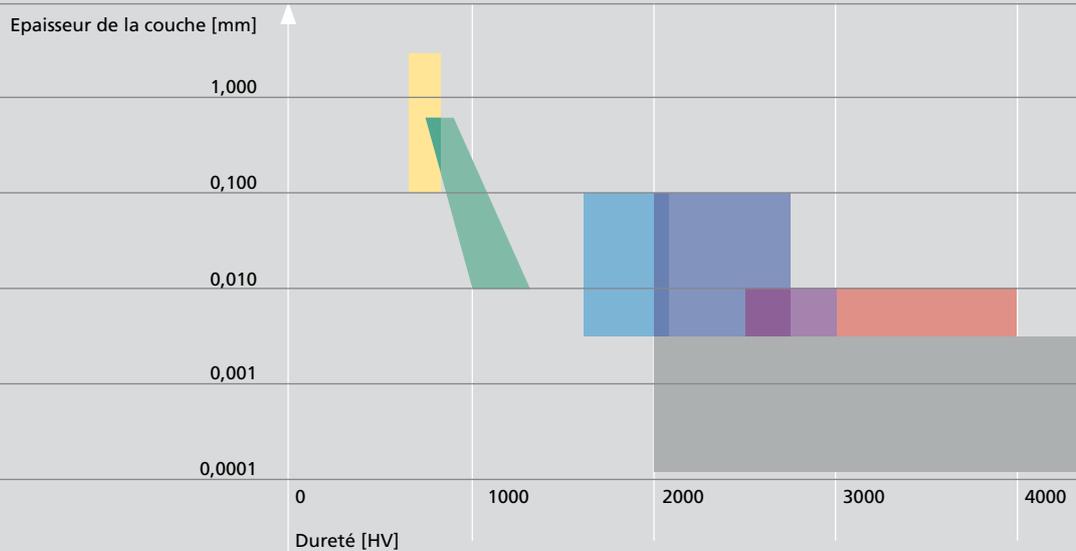
Protection contre la corrosion

Pour les matériaux ferreux, la résistance à la corrosion en milieu acide est améliorée. En cas de sollicitations en milieu alcalin, on remarque par contre une diminution de la résistance.



Industrie textile:
Têtes de rotor pour production du fil.
Acier d'amélioration, boruré partiellement,
puis trempé-revenu et revêtement.

Relation entre l'épaisseur de la couche et la dureté



- Cémentation
- Nitruration
- Boruration d'alliages ferreux
- Boruration d'alliages à base de Ni
- Boruration du métal dur
- Boruration d'alliages à base de Ti
- Technologie des couches minces (CVD/PVD)

La boruration complète les autres traitements thermique en ce qui concerne la dureté et les épaisseurs de couche usuelles. La combinaison possible avec la cémentation, la trempe à cœur et superficielle augmente son intérêt.

Hightech by Gerster:
Les matériaux.

Tous les matériaux ferreux de la construction de machines, de véhicules et d'appareils sont adaptés à un traitement de boruration. Mais il est également possible de borurer avec succès les aciers à outils fortement alliés, les aciers pour travail à chaud et les aciers inoxydables, les métaux frittés, les fontes grises et sphéroïdales, ainsi que le métal dur. Les alliages avec une teneur élevée en aluminium ou silicium doivent par contre être évités, si une trempe-revenu après boruration est exigée. Dans ce cas, une couche intermédiaire molle se forme sous la couche borurée.

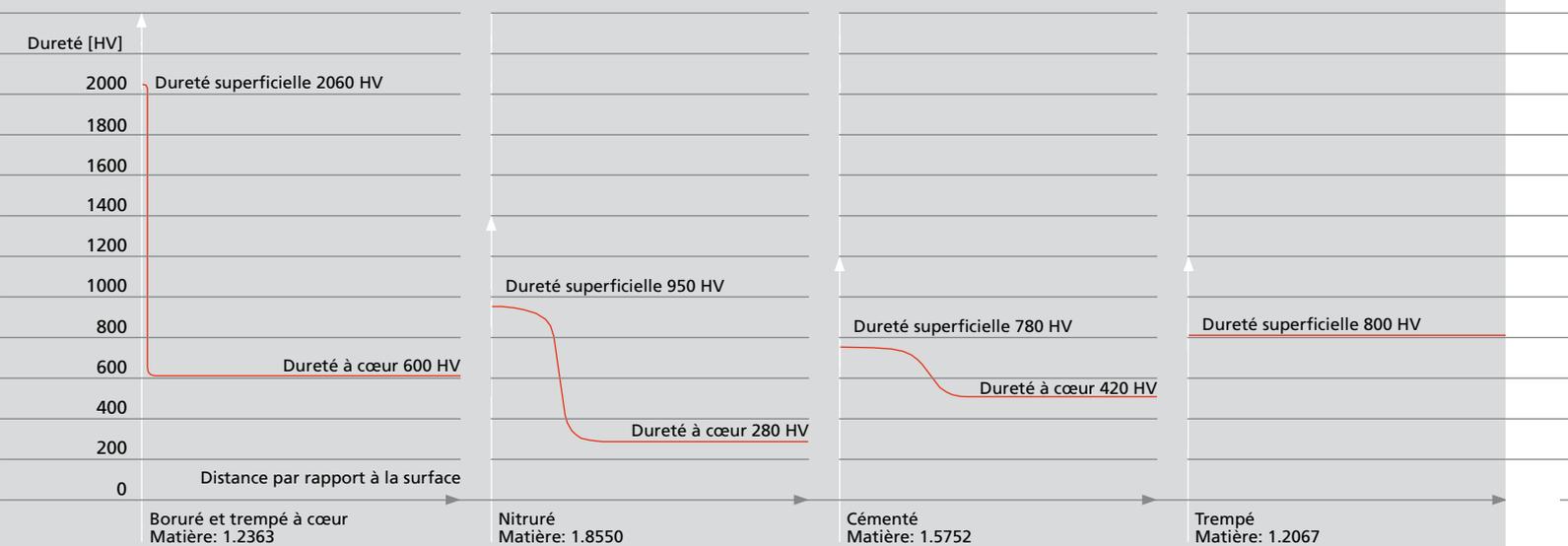
Les alliages à base nickel comme par exemple l'inconel, l'hastelloy ou le Nimonic ont une excellente résistance à la corrosion et sont souvent utilisés pour des applications à haute température. Les mesures de protection contre l'usure comme la nitruration ou la cémentation ne sont par contre pas applicables à ce type d'alliage. Pour les alliages aptes au durcissement structural, seules des valeurs inférieures à 550 HV sont atteignables. Les surfaces borurées montrent par contre une résistance à l'usure significativement meilleure jusqu'à des températures de service élevées tout en réduisant l'adhérence.

Dans l'industrie aéronautique et chimique, le titane et ses alliages α ou β (par exemple TiAl6V4) sont souvent borurés. Les épaisseurs de couche typiques se situent entre 10 et 20 μm .



Industrie alimentaire:
Disque de broyeur en acier
de cémentation.
Cémenté, boruré et trempé.

Comparatif des duretés



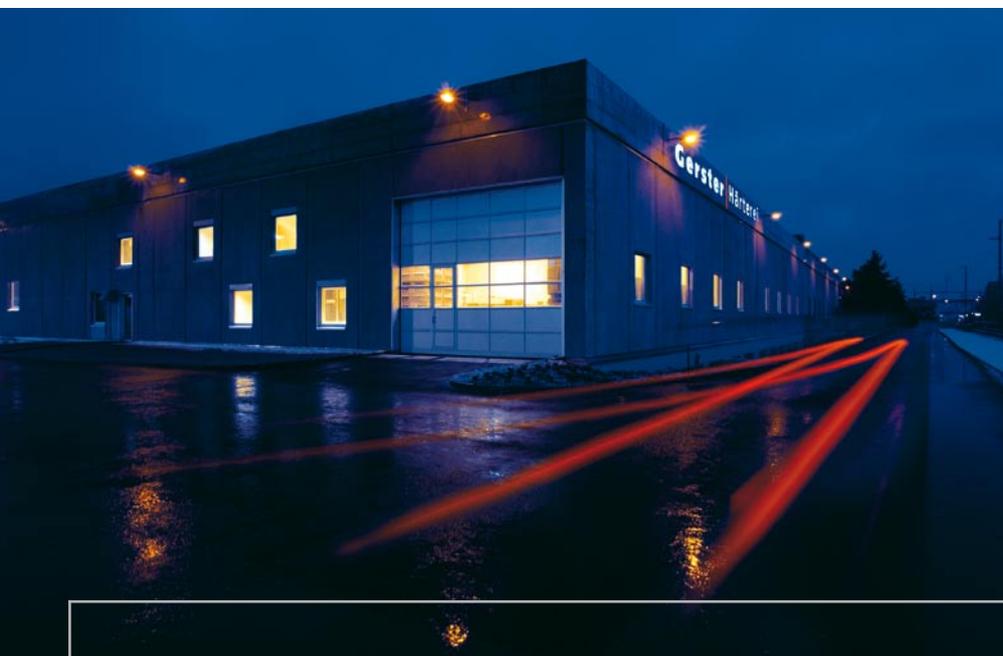
La comparaison des courbes de dureté montre des différences typiques entre les quatre procédés: la boruration, la nitruration, la cémentation et la trempé.

La boruration s'impose lorsque les autres procédés se montrent insatisfaisants dans la lutte contre l'usure.

Härtere Gerster AG

Güterstrasse 3
Case postale
CH-4622 Egerkingen
Téléphone +41 (0)62 388 70 00
Fax +41 (0)62 398 31 12
gersterag@gerster.ch
www.gerster.ch

Système de gestion de la qualité
ISO 9001:2000
Système de gestion de l'environnement
ISO 14001:2004



Hightech by Gerster.

Trempe superficielle

- ▶ Trempe par induction
- ▶ Trempe à deux fréquences
- ▶ Trempe à la flamme
- ▶ Mesure de la profondeur de pénétration de trempe par une méthode non destructive

Technologie laser

- ▶ Trempe au laser

Trempe à cœur

- ▶ Trempe sous gaz de protection
- ▶ Trempe sous vide avec refroidissement sous pression
- ▶ Traitement d'amélioration
- ▶ Recuit sous gaz de protection
- ▶ Revenu
- ▶ Cryogénéisation jusqu'à -180 °C
- ▶ Durcissement structural des alliages d'aluminium

Brasage

- ▶ Sous vide
- ▶ Sous gaz de protection
- ▶ Par induction
- ▶ Au chalumeau

Traitements de diffusion thermochimique

- ▶ Cémentation
- ▶ Carbonituration
- ▶ Cémentation-trempe
- ▶ Nitruration gazeuse
- ▶ Oxynituration
- ▶ Nitrocarburation gazeuse
- ▶ Pronox
- ▶ Nitruration par plasma
- ▶ Plasox
- ▶ Boruration
- ▶ Traitement d'aciers inoxydables SolNit-A®, SolNit-M®, Hard-Inox®

Conseil et prestations supplémentaires