

Aluminium
Ausgabe 7-8, 2007

OBERFLÄCHENQUALITÄT

„Plancast Eloxx 5754“-Gussplatten

Eine neue Alternative für dekorative Anwendungen

G. Florl, Lend

Metallverarbeitende Betriebe profitieren vom Werkstoff Aluminium nicht nur durch den Gewichtsvorteil bei gleichzeitig guten mechanischen Eigenschaften (zu den spezifischen Eigenschaften verschiedener Konstruktionswerkstoffe s. Tab. 1), sondern auch durch die Einsatzmöglichkeit bei speziellen Anforderungen bzw. Anwendungen (z. B. Korrosionsbeständigkeit) und durch optisches bzw. dekoratives Oberflächenfinish bei Sichtteilen durch elektrolytische Oxidation (Eloxieren) oder anderen Verfahren. Verarbeitende Unternehmen setzen hier in erster Linie auf gewalztes Material und schenken dem Materialgefüge wenig Beachtung. Jedoch werden aufgrund des stetig wachsenden Know-hows im HSG-Verfahren (Horizontal-Strang-Guss), das bei der SAG Aluminium Lend, Österreich, ausschließlich zum Einsatz kommt, auch Legierungen hergestellt, die, kombiniert mit allen Vorteilen von Gussmaterial, hervorragend eloxierbar sind. Ein typischer Legierungsvertreter für derartige Anforderungen bzw. Anwendungen ist EN AW-5754 (AlMg3).

Anwendungsgebiete für das dekorative Anodisieren sind z. B. Blenden für Elektronikgeräte, Zierleisten, Fenster- und Türrahmen, feinmechanische Bauteile sowie spezielle Teile für die chemische und pharmazeutische Industrie. Oftmals ist ein gleich bleibendes Oberflächenerscheinungsbild gefordert, das vor allem bei der Serienfertigung wichtig ist. Voraussetzung dafür ist eine gleich bleibende Werkstoffqualität des Lieferanten, die z. B. für Gussmaterialien im horizontalen Strangussverfahren gewährleistet wird. Das Ergebnis ist eine optisch repräsentative Oberflächenbeschaffenheit bei allen Bauteilen (Wiederholgenauigkeit), keine

Farbverschiebungen bei homogenen Oberflächenanforderungen in allen drei Bearbeitungsebenen (Isotropie), keine Fleckenbildungen (helle und/oder dunkle Flecken) und keine Schattierungen oder Fehlstellen (Pittings). Voraussetzung dafür ist eine fachgerechte Vorbehandlung des Gussgefüges (s. Vorbehandlung).

Chemische Zusammensetzung – Legierungsbestandteile

Es gibt eine Reihe von Legierungstypen, die für optische bzw. dekorative Anwendungen sehr gut geeignet sind.

Das Oberflächenergebnis nach dem Eloxieren wird hauptsächlich durch den Legierungstypen bestimmt. Nur ein homogenes Gefüge liefert beste Voraussetzungen für gute Ergebnisse. Schon kleinste Inhomogenitäten führen zu den bereits weiter oben angeführten Fehlern (Abb. 1). Das können zum Beispiel Legierungszusätze sein, die im Mischkristall nicht gelöst, sondern ausgeschieden vorliegen.

Bei AlSi-Legierungen wird die gräuliche Oberfläche durch den Siliziumgehalt bestimmt. Bereits geringe Mengen von ~0,5% Si führen zu einer gräulichen Trübung der transparenten Schicht. Somit kann auch bei Aluminium 99% eine Graufärbung auftreten. Grundsätzlich gilt: Je höher der Siliziumgehalt, desto dunkler die Graufärbung (Legierungsvertreter: EN AW-6082)

Bei den Knetlegierungen des Typs AlMgMn ist die Paarung der Legierungsbestandteile Magnesium (Mg) und Mangan (Mn) besonders hervorzuheben: Bereits ab 0,3% Mn kann es zu einer Beeinträchtigung der Oberfläche kommen (Legierungstypen: EN AW-5083, EN AW-5754). Magnesium kann ab 5% oder mehr eine Trübung der Eloxalschicht hervorrufen.

Auch Eisenanteile bestimmen durch das Auftreten von FeMn-Aluminiden (intermetallische Verbindungen) die mögliche Farbgebung

„Plancast Eloxx 5754“ cast plates

A new alternative for decorative applications

G. Florl, Lend

Metal processing companies benefit from aluminium not only because of the weight advantage along with good mechanical properties (for the specific properties of various structural materials, see Table 1), but also by virtue of the possibilities it offers in relation to special requirements and applications, such as corrosion resistance, and the optical and decorative surface on visible parts that can be produced by electrolytic oxidation (anodising) or other methods. In that context processing companies mainly use rolled material and pay little attention to the metallurgical structure of the alloy. However, thanks to continually increasing know-how about the Horizontal Continuous Casting (HCC) process used exclusively at SAG Aluminium Lend in Austria, alloys are also made which, combined with other advantages of cast materials, can be anodised with outstanding results. A typically representative alloy for such requirements or applications is EN AW-5754 (AlMg3).

Fields of application for decorative anodising are for example screens for electronic equipment, decorative trim, window and door frames, precision-machined components and



Abb. 1: Materialfehler (Vorerstarungen) einer Knetlegierung 5083, die erst nach dem Eloxieren sichtbar geworden sind

Fig. 1: Material defects (premature solidification) in a wrought alloy 5083, which became visible only after anodising

SURFACE QUALITY

special products for the chemical and pharmaceutical industries. Quite often a consistent surface appearance is needed, and this is particularly important in the context of mass production. The prerequisite for this is consistent material quality from the supplier, which is for example guaranteed in material produced by horizontal continuous casting. The result is an optically representative surface condition in every component (exact reproducibility), no colour shifts and homogeneous surface characteristics in all three operating planes (isotropy), no spot formation (bright and/or dark flecks) and no shadowing or defects (pitting). This demands proper pretreatment of the cast structure (see Pretreatment).

Chemical composition – alloy constituents

Many types of alloys are eminently suitable for optical or decorative applications.

The surface result after anodising is determined to a large extent by the type of alloy processed. Only a homogeneous structure provides the best conditions for a good result. Even the smallest inhomogeneities lead to the defects already mentioned (Fig. 1). For example, these may be alloy additions that have not been taken up into the solid solution but are present as precipitates.

The greyish surface of AlSi alloys is determined by the silicon content. Even small amounts of around ~0.5% Si lead to a greyish clouding of the transparent oxide film. Thus, a grey colour can be seen even on the surface of 99% aluminium. Basically, the higher the silicon content the darker is the grey colour (representative alloy: EN AW-6082).

With wrought alloys of the AlMg-Mn type the combination of the alloy constituents magnesium (Mg) and manganese (Mn) in particular is an important factor: the surface can be affected by as little as 0.3% Mn (alloy types: EN AW-5083, EN AW-5754). From 5% and above magnesium can cause clouding of the anodic film. Iron fractions too result in possible discoloration after anodising due to the presence of FeMn aluminides →

nach dem Eloxieren. Beim Gießen wird außerdem auf die Einstellung eines feinen Gefüges geachtet. Eine spezielle Kornfeinungsbehandlung in Verbindung mit dem im HSG-Verfahren darstellbaren Querschnitte stellt ein gleichmäßiges Gefüge über den gesamten Barrenquerschnitt bzw. die Barrenlänge sicher. Die Kornfeinungsbehandlung ist genau auf den Legierungstypen abgestimmt, dadurch werden mögliche Farbverschiebungen (z.B. durch Titan) vermieden.

Der Legierungsbestandteil Kupfer verursacht bei den handelsüblichen Legierungen (z.B.: EN AW-2017) kein



Abb. 2: Gefügebild von „Plancast Elox 5754“

Fig. 2: Structure of "Plancast Elox 5754"

brauchbares Oberflächenergebnis: Es treten Schattenbildung, Flecken und Trübungen auf.

Zinkverursacht, unter Berücksichtigung von anderen Legierungsbestandteilen, bis 1,5% Gehalt keine Beeinträchtigungen der Oberfläche. Über 1,5% können unter Umständen leicht unterschiedliche Farbnuancen des Oberflächenbilds festgestellt werden, die aber nicht besonders erwähnenswert sind (beispielsweise bei EN AW-7020, -7022 und -7075).

Eine Zusammenstellung diverser Legierungstypen hinsichtlich der Eignung zum Eloxieren ist ebenfalls in Tabelle 1 angeführt.

Fehleranalyse

Oftmals werden nicht zufriedenstellende Eloxalergebnisse (Schattenbildung, Grübchen, Flecken) mit der Wahl einer schlechten Aluminiumlegierung begründet. Meist sind sie jedoch auf ein falsch gewähltes Beiz-

verfahren und/oder Beizlösung mit den vorangegangenen Entfettungsmethoden zurückzuführen.

Gewalztes Aluminium ist im Vergleich zu gegossenem Aluminium gesondert zu betrachten: Gewalztes Material hat durch den Verformungsprozess (Kalt- und/oder Warmwalzen) ein verdichtetes Oberflächengefüge. Durch diese Gefügeveränderung können starke Säuren und Laugen beim Entfetten oder Beizen geringere Oberflächenschäden durch partiellen Materialangriff zwischen den Korngrenzen hervorrufen („Pittings“).

Bei unsachgemäßer Eloxalbehandlung können allerdings Legierungsbestandteile oberflächlich angelöst oder herausgelöst werden und Fehlstellen entstehen.

Gussgefüge können ebenfalls durch sorgfältig gewählte Entfettungs- und Beizverfahren sehr gut eloxiert werden (s. Vorbehandlung). Sie stellen durch ihre isotropen Eigenschaften (z.B. „Plancast Elox 5754“; Abb. 2) einen hervorragenden Konstruktionswerkstoff dar, was sich auf die eingeeengte chemische Legierungsspezifikation gegenüber anderen Werkstoffen dieses Legierungstyps zurückführen lässt.

Vorbehandlung

Vor dem Eloxieren (anodische Oxidation) müssen die Bauteile entsprechend vorbehandelt werden. Zuerst erfolgen mechanische Vorbereitungen (Schleifen, Polieren, Bürsten, Strahlen), danach muss sorgfältig entfettet und gereinigt (chemisch: Beizen und Entfetten) werden.

Die Oberflächencharakteristik durch die Vorbehandlung der Aluminiumbauteile bleibt nach dem Anodisieren im Wesentlichen erhalten. Eine entsprechende Reinigung von Aluminiumteilen nach der mechanischen Bearbeitung lässt eine gleichmäßig aufbauende Oxidschicht ohne Oberflächenfehler entstehen. →

OBERFLÄCHENQUALITÄT

Alloy	Chemical composition	Condition	R _m [N/mm ²]	R _{p0.2} [N/mm ²]	Brinell hardness	Elongation A ₅ [%]	Anodisability	Corrosion resistance	Procurement 1 = favourable 5 = expensive
EN AW-5083	AlMg4.5Mn0.7	O3 -Homogenised	275	125	75	11	Technical uses	Very good	1
EN AW-5754	AlMg3	O3 -Homogenised	190	80	52	12	Optical	Very good	1
EN AW-2017	AlCu4MgSi	T4	390	245	110	14	Poor	Poor	3
EN AW-2024	AlCu4Mg1	T4	425	275	120	12	Poor	Poor	3
EN AW-7020	AlZn4.5Mg1	T6	350	280	104	8	Good	Useable	4
EN AW-7022	AlZn5Mg3Cu	T6	450	370	133	8	Poor	Poor	5
EN AW-7075	AlZn5.5MgCu1.5	T6	525	480	157	6	Moderate	Poor	5
EN AW-6060	AlMgSi1	T6	170	140	-	6	Optical	Very good	2
EN AW-6082	AlSi1MgMn	T6	310	260	94	6	Good	Very good	2
EN AW-1050	Al 99.5	O3	65	20	20	20	Optical	Good	2
EN AW-1350	E-Al 99.5	O3	65	20	20	20	Moderate	Good	2

Tab. 1: Merkmale einiger Konstruktionswerkstoffe

Table 1: Characteristics of some structural alloys

Entfetten

Im Regelfall wird das Aluminiumteil vor dem Beizen entfettet.

Alkalische Lösungen: Bei diesem gängigen Verfahren werden die Teile in heißen, wässrigen, alkalischen Lösungen mit einem pH-Wert von 9 bis 11 gereinigt. Die Entfernung der Oxidschicht sowie der gewünschte Angriff auf das Aluminiumgefüge kann hierbei genau kontrolliert werden. Bei diesem Entfettungsverfahren werden silikatfreie und silikathaltige Lösungen verwendet. Bei silikathaltigen Produkten können, sofern die Teile nicht sorgfältig behandelt wurden, Rückstände auf der Aluminiumoberfläche zurückbleiben, die zur Fleckenbildung beim Beizen führen.

Saure Lösungen: Bei diesem Entfettungsverfahren wird das Aluminiumgefüge kaum angegriffen (Entfettung und Entfernung der Oxidhaut).

Elektrolytisches Entfetten: Falls der Angriff auf die Aluminiumoberfläche vermieden werden soll, wird das elektrolytische Entfetten angewandt (z. B. bei polierten Flächen oder feinstgefrästen Gussplatten). Bei diesem Verfahren werden hauptsächlich alkalische Lösungen eingesetzt. Aber auch saure Lösungen können dafür herangezogen werden.

Beizen

Nach dem Reinigungsvorgang findet das Beizen statt. Hierbei gibt es für Aluminium verschiedene Möglichkeiten:

- Beizen in der Natronlauge (Ätznatronlauge)
- Beizen im Salpetersäure/Fluss-säure-Gemisch

- Präparierte Beizlösungen
- Spezialbeizen

Besonders die präparierten Beizlösungen sind für gegossene Aluminium-Knetwerkstoffe hervorzuheben: Durch die speziell einstellbaren Beizlösungen kann ein kontrolliertes Abtragverhalten vom Aluminiumwerkstoff stattfinden. Dies wird durch die Zugabe von Inhibitoren und Stabilisatoren ermöglicht. Grübchenbildungen werden hier mittels speziell präparierten Lösungen vermieden, aber auch nur dann, wenn die Konzentrationen der eingesetzten Beizbadbestandteile genau eingehalten und fortlaufend kontrolliert werden.

Zusammenfassung

Für optisch gut eloxierbare Gussmaterialien ist es wichtig, dass das eingesetzte Material frei von Oxideinschlüssen und Mikroporosität ist. Ein homogenes Gefüge mit geringen Eigenspannungen sowie sehr gute Zerspanungseigenschaften für die CNC-Bearbeitung runden den Wunsch nach einem vielseitig einsetzbaren Material ab. Der Anwender erhält ein perfekt geeignetes Material für viele Einsatzzwecke.

Die im Horizontalstrangguss hergestellten Werkstoffe wie die „Plan-cast Eloxx 5754“ besitzen viele dieser Eigenschaften und stellen somit einen soliden Grundwerkstoff für ein perfektes Oberflächenfinish im Elo-xalverfahren dar (Abb. 3).

Autor

Dipl.-Ing. Gernot Florl ist Key Account Manager „Plan-cast“ bei SAG Materials.

{intermetallic compounds}.

In addition, care is taken during casting to produce a fine-grained structure. In the cross-sections that can be produced by the HCC process a special grain refining treatment ensures uniform structure over the full cross-section and length of the bars. The grain refinement is carefully matched to the alloy type and possible colour shifts (e.g. due to titanium) are avoided thereby. In standard commercial alloys (e.g. EN AW-2017) the alloying constituent copper gives surface results that preclude use: shadows, spots and cloudiness.

Having regard to other alloy constituents, up to a content of 1.5% zinc has no adverse surface effect. Above 1.5% slight colour tone differences in the surface appearance can sometimes be perceived, but these are no real cause for concern (e.g. in EN AW-7020, -7022 and -7075). Table 1 also summarises various alloy types as regards their suitability for anodising.

Defect analysis

Unsatisfactory anodising results (shadow formation, small pits, spots) are often caused by choosing an inappropriate aluminium alloy. In most cases, however, they can be attributed to a wrong choice of etching method and/or etching solution for the preliminary degreasing.

Compared with cast aluminium, rolled metal should be treated differently. Due to the deformation process (hot and/or cold rolling), rolled material has a compacted surface structure. Because of this structural modification the strong acids or alka-

SURFACE QUALITY

lis used for degreasing or etching can cause slight surface damage by partial attach of the grain boundary material ("pitting"). Inappropriate anodising treatment can dissolve alloy constituents at the surface or even leach them out, so producing defects. Cast structures can likewise be anodised very well after carefully selected degreasing and etching (see Pretreatment). Thanks to their isotropic properties (as in the case of "Plancast Eloxx 5754, Fig. 2) they are outstanding structural materials, which is to be attributed to the restricted chemical alloy specification compared with other materials of this alloy type.

Pretreatment

Before anodising (anodic oxidation) the articles must receive appropriate pretreatment. They are first subjected to mechanical pretreatments (grinding, polishing, brushing, blasting) and then have to be carefully degreased and cleaned (chemically: by etching and degreasing). The surface characteristics produced by pretreating the aluminium articles are essentially preserved after anodising. Appropriate cleaning of aluminium articles after their mechanical treatment enables uniform growth of the oxide layer without surface defects.

Degreasing

Aluminium articles are routinely degreased before etching.

Alkaline solutions: In this more usual method the articles are cleaned in hot aqueous alkaline solutions with

a pH value of 9 to 11. During this the removal of the oxide film and the desired degree of attack of the aluminium surface can be controlled accurately. For degreasing purposes silicate-free and silicate-bearing solutions can both be used. In products containing silicates, unless the articles have been carefully treated residues remain on the aluminium surface, which lead to the formation of flecks on etching.

Acid solutions: In this degreasing method the aluminium structure is hardly attacked (degreasing and oxide film removal).

Electrolytic degreasing: To avoid any attack of the aluminium surface, electrolytic degreasing is used (e.g. for polished surfaces or precision-milled plates). In this method alkaline solutions are used most often, but acid solutions too will work.

Etching

After the cleaning process etching is carried out. For aluminium there are various possibilities:

- etching in sodium hydroxide (etching grade)
- etching in a nitric/hydrofluoric acid mixture
- prepared etching solutions
- special etching.

Prepared etching solutions in particular are recommended for cast wrought aluminium alloys: thanks to the specially formulated etching solutions the removal of the aluminium material can be controlled. This is enabled by the addition of inhibitors and stabilisers. Pitting is avoided by using specially prepared solutions,

but only provided that the concentrations of the etch bath ingredients are correctly maintained and continually checked.

Summary

For cast materials to be anodised with good optical results it is important for the material used to be free from oxide inclusions and microporosity. A homogeneous structure with low internal stresses and very good cutting properties for CNC machining complete the list of desirable features for a material with versatile applications. The user gets a material ideally suited for many uses.



Abb. 3: Farbeloxierte Musterplatten von „Plancast Eloxx 5754“

Fig. 3: Colour-anodised specimen plates of "Plancast Eloxx 5754"

Alloys such as "Plancast Eloxx 5754" have many of these characteristics and so provide a solid basis material for a perfect anodise surface finish (Fig. 3).

Author

Dipl.-Ing. Gernot Florl is the Key Account Manager „Plancast“ of SAG Materials.