

Aluminiumdraht im täglichen Leben

K. Dengler, Großenseebach

Aus dem täglichen Leben ist Draht nicht mehr wegzudenken. Aus ihm werden Kabel und Leitungen, Seile, Federn, Biegeteile, Schrauben, Verpackungsdrähte und viele weitere Produkte gefertigt, die wichtige Aufgaben wie die Übertragung von Strom oder mechanischen Kräften übernehmen und es überhaupt erst ermöglichen, dass Kraftfahrzeuge, Maschinen und Geräte aller Art funktionieren können. Wegen der für Aluminium und seine Legierungen charakteristischen Vielfalt an Eigenschaften bietet sich für daraus gefertigte Drähte und deren Produkte ein weites und vielseitiges Anwendungsfeld.

Draht entsteht, wenn ein metallischer Stab auf kleinere Durchmesser gewalzt und danach durch Ziehsteine mit immer enger werdenden Öffnungen gezogen wird. Wegen der für Aluminium typischen Eigenschaften – eine im Vergleich zu anderen wichtigen Metallen geringe Dichte bei vergleichsweise hoher Festigkeit, eine hohe Korrosionsbeständigkeit, günstige mechanische Eigenschaften, die sich durch Legieren in weitem Maße variieren lassen, eine hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit sowie Ungiftigkeit und Geruchlosigkeit – wird dieses Metall auch in Form von Draht und Drahtprodukten für viele Aufgaben eingesetzt. Drahthersteller, die sich auf die Verarbeitung von Aluminiumwalzdraht spezialisiert haben, bieten Stangen, Stäbe und Drähte aus reinem Aluminium und bis zu 60 verschiedenen Aluminiumknetlegierungen an. Im deutschsprachigen Raum gibt es etwa eine Handvoll derartiger Betriebe. Einer davon ist die Gutmann Aluminium Draht GmbH (GAD) in Weißenburg, die seit mehr als 70 Jahren auf diesem Gebiet tätig ist.

Fertigungstechnologie

Bei GAD werden Stangen, Profile und Drähte aus etwa 40 Legierungen der Gruppen 1000 bis 8000 gefertigt. Aus-

Aluminium wire in daily life

K. Dengler, Großenseebach

Wire is an inseparable part of daily life. It is used to make cables and conductors, ropes, springs, bent components, screws, packaging wires and many other products which have important functions such as carrying current or withstanding mechanical forces, which are essential for the operation of motor vehicles, machinery and equipment of all types. The characteristic variety of properties available from aluminium and its alloys, wires made from them and their products have a broad and versatile field of application.

Wire is produced when a metallic rod is rolled to small diameter and then drawn through drawing dies with progressively smaller apertures. Due to the properties typical of aluminium – low density with comparatively high strength compared with other important metals, good corrosion resistance, favourable mechanical properties which can be varied widely by alloying, high electric and thermal conductivity as well as non-toxicity and inodorousness – the metal is used in the form of wires and wire products as well for many applications. Wire manufacturers, who have specialised in the processing of aluminium rod wire, offer bars, rods and wires of unalloyed aluminium and up to 60 different wrought alloys. In the German-speaking area there are only a handful of such operations. One of these is Gutmann Aluminium Draht GmbH (GAD) in Weißenburg, which has been active in this field for more than 70 years.



Aufgespulter Aluminium-Runddraht aus der 5000er-Legierungsgruppe auf dem Weg zur Weiterverarbeitung

Spooled aluminium wire made from the 5000 alloy group, on the way for further processing

Fotos: Gutmann Aluminium Draht

Production technology

At GAD bars, sections and wires are made from around 40 alloys of the 1000 to 8000 groups. In most cases the starting material is continuously cast and rolled wired rod 8 to 15 mm in diameter supplied in the form of coils. For some products whose further processing demands exceptionally good surface quality the roller-cast wire is first scalped. Wire drawing takes place in several steps until the desired final diameter of the wire is reached. The strain hardening that takes place during this has to be eliminated by heat treatment (recrystallisation annealing). To reduce production costs and produce wire with uniform properties, specialists in wire machine construction and the wire industry have worked for a long time to adapt, to the special features of aluminium wire, a technique which has long been in common use for copper wire production, namely the simultaneous drawing of several wires on one drawing machine with subsequent annealing in a continuous-throughput electrical resistance annealing process. For this it had to be borne in mind that with wires of different aluminium alloys different

boundary conditions in respect of drawing emulsion, drawing sequence and temperature control have to be respected in order to obtain an optimum result.

Naturally, annealing must take place under a protective gas to avoid the development of aluminium oxide. A wire with an oxidised surface would have poor electric contact properties and, because of the hard oxide surface film, would also damage the contact pulleys of the continuous annealer. On the other hand, owing to the good electric and thermal conductivity of aluminium wires special design measures are needed to ensure that despite the short wire transit times in the range of up to 40 m/s, the annealing process can still produce the desired strength and elongation properties in each case.

Maschinenfabrik Niehoff, one of the internationally leading manufacturers of machinery for the wire and cable industry, has developed units that satisfy these requirements. Their successful use is based, inter alia, on complex, state-of-the-art computer-supported drive and control technology. For example, aluminium wire producers in Germany and North America operate single- and two-wire drawing machines that consist of an electronically controlled rod breakdown machine of type MSM85 followed by a type RA501 continuous annealer, which produce wires with a final diameter of 5,0 down to 1.0 mm. Since each drawing cap- →

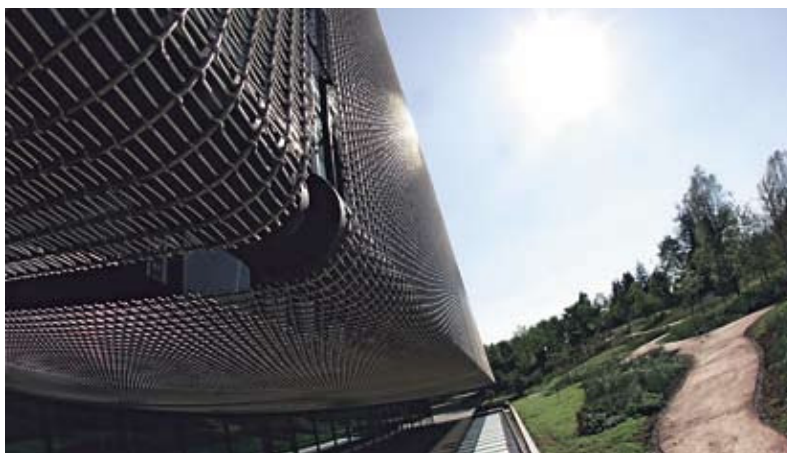
gangsmaterial ist meist Gießwalzdraht mit einem Durchmesser von 8 bis 15 mm, der in Form von Drahtrollen (Coils) angeliefert wird. Für bestimmte Produkte, deren Weiterverarbeitung eine äußerst hohe Oberflächenqualität erfordert, wird der Gießwalzdraht zunächst geschält. Das Drahtziehen erfolgt in mehreren Stufen, bis der Draht den gewünschten Enddurchmesser hat. Die dabei auftretende Kaltverfestigung muss durch eine Wärmebehandlung (Rekristallisationsglühen) rückgängig gemacht werden. Um den Fertigungs- und Kostenaufwand zu reduzieren und Draht mit gleichmäßigen Eigenschaften herstellen zu können, haben Spezialisten aus dem Drahtmaschinenbau und der Drahtindustrie lange Zeit daran gearbeitet, eine für die Kupferdrahtfertigung längst gebräuchliche Technik, nämlich das gleichzeitige Ziehen mehrerer Drähte auf einer Ziehmaschine mit anschließendem Glühen in einer elektrischen Widerstandsglühe im Durchlaufverfahren, an die Besonderheiten von Aluminiumdrähten anzupassen. Dabei musste berücksichtigt werden, dass bei Drähten aus verschiedenen Aluminiumlegierungen unterschiedliche Randbedingungen hinsichtlich Ziehmittel, Ziehfolge und Temperaturführung einzuhalten sind, um ein optimales Ergebnis zu erzielen.

Natürlich muss das Glühen unter Schutzgas erfolgen, um die Bildung von Aluminiumoxid zu vermeiden. Ein Draht mit oxidierte Oberfläche hätte schlechte elektrische Kontak-

tierungseigenschaften und würde wegen der harten Oxidschicht auch die Kontaktscheiben der Durchlaufglühe beschädigen. Andererseits sind wegen der guten elektrischen und thermischen Leitfähigkeit von Aluminiumdrähten spezielle konstruktive Maßnahmen nötig, damit der Glühprozess trotz der kurzen Drahtdurchlaufzeiten, die im Bereich von bis zu 40 m/s liegen, im Draht die jeweils gewünschten Festigkeits- und Dehnungseigenschaften hervorruft.

Die Maschinenfabrik Niehoff, einer der international führenden Hersteller von Maschinen für die Draht- und Kabelindustrie, hat Anlagen entwickelt, die diese Anforderungen erfüllen. Ihr erfolgreicher Einsatz beruht unter anderem auf einer komplizierten rechnergestützten Antriebs- und Regelungstechnik modernster Art. Aluminiumdrahthersteller in Deutschland und in Nordamerika betreiben beispielsweise Ein- und Zweidraht-Ziehmaschinen, die aus einer elektronisch gesteuerten Walzdrahtziehmaschine Typ MSM85 mit angeschlossener Durchlaufglühe Typ RA501 bestehen und Drähte mit einem Enddurchmesser von 5,0 bis 1,0 mm produzieren. Da jede Ziehscheibe und jede Glühe-Kontaktscheibe von einem eigenen AC-Motor individuell angetrieben wird, kann die Umfangsgeschwindigkeit der Scheiben ideal auf die jeweilige Drahtdurchlaufgeschwindigkeit abgestimmt werden. Damit ist ein schlupfärmer Betrieb möglich, der sich in einer sehr hohen Drahtoberflächenqualität äußert. Außerdem kann der Zieh-Glüh-Prozess ideal auf die legierungsbedingten Erfordernisse des jeweiligen Drahtes angepasst werden.

Der, falls gewünscht, nächste Verarbeitungsschritt erfolgt auf einer Mehrdrahtziehmaschine Typ MMH104, die gleichzeitig acht Drähte mit einem Einlaufdurchmesser von jeweils 2,5 mm auf einen Enddurchmesser von 0,16 mm ziehen kann. Diese Drähte haben sehr gleichmäßige Eigenschaften, was die Voraussetzung zur Weiterverarbeitung zu hochwertigen Litzen ist. Die Maschine hat unter anderem spezielle, auf die Anforderungen beim Ziehen derartiger Drähte abgestimmte Ziehstein- →



Ein Aluminiumdrahtgewebe steigert die architektonische Ästhetik des FIFA-Verwaltungsgebäudes in Zürich

An aluminium wire fabric enhances the architectural aesthetics of the FIFA administration building in Zürich

halter mit integrierter Ziehscheiben-Besprühung und kann mit Ziehöl oder Ziehemulsion betrieben werden. Die angeschlossene Widerstandsdurchlaufglühe Typ RMA201 arbeitet wie die erwähnte RA501 mit einzeln angetriebenen Kontaktscheiben und unter Schutzgasatmosphäre.

Die jüngste, vor einigen Wochen der Fachwelt erstmals vorgestellte Neuheit des Hauses Niehoff für das Ziehen von Drähten aus Aluminium und anderen NE-Metallen ist die ebenfalls mit elektronisch gesteuerten Ziehscheiben-Einzelantrieben arbeitende Mittelzugmaschine Typ MSM224. Sie ist für einen Drahteinlaufdurchmesser von 3,5 mm und Enddurchmesser von 1,8 mm bis 0,8 mm ausgelegt und kann mit einer Geschwindigkeit von bis zu 31,5 m/s arbeiten.

Aluminiumdrähte und deren Derivate in der Anwendung

Wegen ihrer guten elektrischen Leitfähigkeit und ihrer geringen Dichte werden Aluminiumdrähte seit über 100 Jahren als Leitungsmaterial in Freileitungen verwendet. Zu den ersten Großabnehmern gehörten Stromversorger in den USA, die in der Zeit um 1900 begannen, diesen Draht anstelle von Kupferdraht in ihren Übertragungsnetzen einzusetzen. Kupferleitungen mit der gleichen elektrischen Leitfähigkeit haben zwar einen kleineren Querschnitt, aber fast die doppelte Masse. Aus demselben Grund sind auch im Verkehrsflugzeug Airbus A380 Leitungen aus Aluminium verlegt. Der Zwang, Gewicht zu reduzieren, und der in den letzten Jahren stark angestiegene Kupferpreis führten dazu, dass auch in Kraftfahrzeugen zunehmend Kupferleitungen durch Aluminiumleitungen ersetzt werden.

Mit der Mehrdrahtzieh- und -glüh-technik produziert GAD Aluminiumfeindrähte mit einem Durchmesser von 0,60 mm bis 0,10 mm und beliefert damit vor allem die Kraftfahrzeugindustrie und ihre Zulieferer, die Luft- und Raumfahrtindustrie, die Bau- und Möbelindustrie, die Elektrotechnik, den Maschinenbau sowie die Lebensmittel- und Verpackungsindustrie. Die Abnehmer verarbeiten die Drähte zum Beispiel zu Litzen und Seilen für Masse- und Signalkabel, verwenden sie als Leiterdrähte für Spulenwicklungen oder stellen daraus Drahtgestricke, Hitzeschilde oder Filterplatteneinsätze her.

Aus Drähten mit Kaltstauchfähigkeit werden Niete oder Schrauben geformt. Wieder andere Drähte kommen als Schweißdraht oder in Form von Schweißstäben auf den Markt oder werden zu Drehteilen, Biegeteilen – wie Büroklammern, Clips für Wurst- und Fleischwaren und Klammern für Teeaufgussbeutel –, aber auch zu Stricknadeln und Fahrradspeichen weiterverarbeitet. Metallisierungsdraht von GAD wird verwendet, um jährlich Folien und Papier mit einer Gesamtfläche von etwa 1 Mio. m² metallisch zu beschichten, die danach als Verpackungen, Heißprägefolien, Etiketten, Rettungsdecken oder als metallisierte Hologramme auf Euro-Scheinen dienen. Aus den feinsten GAD-Drähten mit einem Durchmesser von 0,10 mm werden auch Saiten für Musikinstrumente hergestellt. Auf solchen Saiten spielt unter anderem der durch Fernsehauftritte mit seinem Orchester bekannt gewordene Violonist André Rieu.

Gutmann-Drähte beeindrucken auch auf optische Weise: Das neue, im Mai 2007 seiner Bestimmung übergebene Verwaltungsgebäude des Weltfußballverbandes FIFA in Zürich ist mit einem Drahtgewebe verkleidet. Das Gewebe, das mehrere Tausend Quadratmeter Fassadenfläche überzieht, soll an ein Fußballtor erinnern und ruft faszinierende Lichteffekte hervor, weil sich abhängig

stan and each annealing contact pulley is driven individually by its own AC motor, the circumferential speed of the capstans can be matched ideally to the respective wire throughput speed. This enables minimum slip operation, which results in very high wire surface quality. Furthermore, the drawing and annealing process can be adapted ideally to the alloy-dictated requirements of the wire concerned.

The next processing step, if desired, is carried out on a type MMH104 multiwire drawing machine, which can simultaneously draw eight wires with a run-in diameter of 2.5 mm each, down to a final diameter of 0.16 mm. These wires have very uniform properties, which is necessary when being processed further to make high-quality bunches. Among other things, the machine has drawing die holders specially adapted to the requirements when drawing such wires, with integrated capstan spraying, and can be operated with drawing oil or drawing emulsion. The subsequent continuous resistance annealer, type RMA201, works like the already-mentioned RA501 with individually driven contact pulleys and under a protective gas atmosphere.

The most recent novelty from Niehoff for drawing wires of aluminium and other non-ferrous metals, presented to the technical world for the first time only a few weeks ago is the type MSM224 intermediate wire drawing machine which also works with electronically controlled, individually driven drawing capstans. It is designed for a wire run-in diameter of 3.5 mm and final diameters of 1.8 down to 0.8 mm and can operate at speeds of up to 31,5 m/s.

Aluminium wires and their derivatives in use

Owing to their good electric conductivity and low density, for over a hundred years aluminium wires have been used as the conductor material in overhead cables. Among the first major customers were power suppliers in the USA who, around 1900, began using this wire in place of copper wire for their transmission grids. Although it is true that copper con-

Fotos: Maschinenfabrik Niehoff



Mehrdrahtziehmaschine MMH104 für Draht aus Aluminium und Aluminiumlegierungen

MMH104 type multiwire drawing machine for wire made of aluminium and its alloys

ductors with the same electric conductivity have a smaller cross-section, they weigh almost twice as much. For the same reason, in the Airbus A380 passenger aircraft the wiring is made of aluminium. The need to reduce weight, and the steep rise in the price of copper in recent years, have led in motor vehicles as well to the increasingly common replacement of copper conductors by aluminium ones.

With the above-mentioned multiwire drawing and annealing technology GAD produces fine aluminium wires with diameter 0.60 down to 0.10 mm which it supplies, above all, to the automotive industry and its suppliers, the aerospace industry, the building and furniture industries, electrical and mechanical engineering, and the food and packaging industries. Customers process the wires for example to make bunches and ropes for earth and signal cables, use them as conductor wires for winding coils, or make knitted wire mesh, heat shields or filter plate inserts from them.

Rivets or screws are made from cold-heading wires. Other wires are marketed as welding wire or in the form of welding rods, or are processed further into turned articles, bent articles – for example paper-clips, clips for sausage and meat products and staples for tea bags – but also for knitting needles and bicycle spokes. GAD uses metallising wire to produce metallic coatings on foil and paper with a total area of around 1 million square metres each year, which are then marketed as packaging, embossing foils, labels, thermal blanket or metallised holograms on euro-banknotes. The finest GAD wires, of diameter 0.1 mm are used among other things to make strings for musical instruments. Among others the violinist André Rieu, who has become known with his orchestra from TV appearances, plays on such strings.

Gutmann wires are also visually impressive. The new administrative building of the world football association FIFA in Zürich, handed over for use in May 2007, is clad with a wire fabric. The fabric, covering several thousand square metres of façade surface, is intended to resemble a football net and creates fascinating



Mittelzugmaschine Typ MSM224: Blick in das Ziehbecken mit elektronisch gesteuerten Ziehscheiben

MMH104 type multiwire drawing machine: view of the drawing basin with electronically controlled drawing capstans

light effects because depending on the time of day and the observer's location and viewing angle, it changes its appearance. For this fabric a noted manufacturer of architectural fabrics processed 2,500 km of GAD aluminium wire of the 5000 alloy group with a diameter of 12.5 mm.

Trends

The potential of the properties possessed by aluminium and aluminium alloy wires is far from being exhausted. Since, regardless of the present economic position, the demand for energy is increasing all over the world, but in many sectors of technology the trend towards component miniaturisation and weight saving persists without interruption, more and more application possibilities arise for the said wires and the products made from them. The associated production technology challenges can only be mastered with much knowledge and experience, so that all companies participating in the production process should remain confident of a solid market position in the future as well.

Author

Dipl.-Ing. Konrad Dengler is a technical journalist with main focus on materials and technology.

von der Tageszeit und je nach Standort und Blickwinkel des Betrachters sein Aussehen verändert. Für das Gewebe hat ein namhafter Hersteller von Architekturgeweben 2.500 km GAD-Aluminiumdraht aus der 5000er Legierungsgruppe mit einem Durchmesser von 1,5 mm verarbeitet.

Tendenzen

Das Potenzial an Eigenschaften, das Drähte aus Aluminium und seinen Legierungen innewohnt, dürfte noch lange nicht ausgeschöpft sein. Da der Energiebedarf langfristig weiter steigen wird und der Trend hin zur Miniaturisierung von Komponenten und zur Gewichtsersparnis in vielen Technikbereichen ungebrochen anhält, bieten sich für die genannten Drähte und die daraus gefertigten Produkte immer wieder weitere Anwendungsmöglichkeiten. Die damit verbundenen fertigungstechnischen Herausforderungen sind nur mit einem großen Maß an Wissen und Erfahrung zu meistern, sodass alle am Herstellungsprozess beteiligten Unternehmen darauf vertrauen dürfen, auch in Zukunft eine solide Marktstellung zu haben.

Autor

Dipl.-Ing. Konrad Dengler ist Fachjournalist mit den Schwerpunkten Werkstoffe und Technik.