



Wissenswertes über Magnetwerkstoffe

Information about magnetic materials

Neodymium-Eisen-Bor-Magnete (NdFeB)

Gegenüber SAMARIUM-KOBALT (SmCo) ist das Energieprodukt um ca. 30% höher, das spezifische Gewicht niedriger, und die mechanische Festigkeit viel besser.

Die Herstellung erfolgt durch Pressen und Sintern von Rohblöcken. Aus diesen Blöcken werden mit Diamant-Trennscheiben Magnetformen «aus dem Vollen» geschritten. Dabei können geringe Toleranzen eingehalten werden. Bei grösseren Stückzahlen ist auch die Herstellung von einfachen geometrischen Formen – Scheiben, Ringen, Quadern – durch Pressen im Werkzeug möglich. Die magnetischen Werte sind dabei 10 ... 15% niedriger.

Die Koerzitivfeldstärke nimmt bei steigender Temperatur ab. Ab der materialbedingten Einsatztemperatur entstehen irreversible Verluste. Die magnetischen Werte bewegen sich bei einem T_k von $\pm 0.11\%$ pro 1°C . Mit einem kleinen Flächen-/Dickenverhältnis tritt der irreversible magnetische Verlust schon vor der angegebenen Einsatztemperatur ein.

Eigenschaften

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Spezifisches Gewicht: | 7.5 g/cm ³ |
| Druckfestigkeit: | 300 N/cm ² |
| Biegefestigkeit: | 140 N/cm ² |
| Spezifischer Widerstand: | 1.5 $\mu\Omega\text{m}$ |
| Max. Gebrauchstemp.: | 80 ... 180 °C (je nach Typ) |
| Temperatur-Koeffizient von Br: | 0.11 %/°C |
| Curie -Temperatur: | 310 °C |

Neodymium-Iron-Boron magnets (NdFeB)

Their energy density is about 30% higher than that of SAMARIUM-COBALT (SmCo) magnets, their specific weight is lower, and their mechanical resistance much better.

They are produced by compression and sintering of ingots. Magnet shapes are cut out of these ingots by means of diamond charged cutting-off wheels, thus ensuring that small cutting tolerances can be kept. Large scale manufacture also permits the production of simple geometrical shapes such as disks, rings, or square blocks, through compression in a mould. The magnetic characteristics, however, are reduced by 10 ... 15%.

The coercivity field density diminishes in case of rising temperature. Depending on materials used, irreversible losses are caused after the operating temperature has been reached. The magnetic values operate at a T_k of $\pm 0.11\%$ per 1°C . In case of a small surface / thickness relationship, such irreversible losses are already caused before the indicated working temperature has been reached.

Characteristics

| | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Specific weight: | 7.5 g/cm ³ |
| Compression resistance: | 300 N/cm ² |
| Flexional resistance: | 140 N/cm ² |
| Specific resistance: | 1.5 $\mu\Omega\text{m}$ |
| Maximum working temperature: | 80 ... 180 °C (depending on type) |
| Thermal conductivity of Br : | 0.11 %/°C |
| Curie temperature: | 310 °C |



Samarium-Kobalt-Magnete (SmCo)

Handelsübliche Dauermagnete der ALNICO-Gruppe und der Ferrite sind heute so ausgereift, dass eine wesentliche Steigerung ihrer magnetischen Kennwerte nicht mehr erwartet werden kann.

Für besonders anspruchsvolle Aufgaben sind in jüngster Zeit neuartige Dauermagnete entwickelt worden, welche auf der Materialzusammensetzung von sogenannten «Seltene Erden» (Samarium, Cer, Lanthan usw.) und Kobalt beruhen. Die Energiedichte dieser Dauermagnete ist um ein mehrfaches höher als diejenigen der bekannten ALNICO-oder Ferritmagnete.

Im Vergleich zu den klassischen Dauermagnet-Werkstoffen bieten die SAMARIUM-KOBALT-Magnete die hohe Flussdichte der ALNICO-Magnete, verbunden mit einer sehr hohen Koerzitivfeldstärke. Sie lassen sich deshalb ohne weiteres auch in entmagnetisierenden Feldern einsetzen, ohne an Magnetkraft zu verlieren. Ein typisches Beispiel ist die Verwendung als abstoßender statt anziehender Dauermagnet.

SAMARIUM-KOBALT-Magnete sind mechanisch hart und spröde. Für ihre Bearbeitung müssen diamantbestückte Werkzeuge eingesetzt werden.

Eigenschaften

| | |
|--------------------------------|---------------------------|
| Spezifisches Gewicht: | 8.5 g/cm ³ |
| Druckfestigkeit: | 300 N/mm ² |
| Biegefestigkeit: | 70 N/mm ² |
| Vickershärte: | 5'000 N/mm ² |
| Elastizitätsmodul: | 155'000 N/mm ² |
| Wärmeausdehnungszahl: | 5.6 ppm/°C |
| Spezifischer Widerstand: | 0.6 μΩm |
| Wärmeleitfähigkeit: | 12 W/m°C |
| Max. Gebrauchstemp.: | 300 °C |
| Temperatur-Koeffizient von Br: | 0.04 %/°C |

Metallurgische Zusammensetzung

| | |
|-----------|--|
| SmCo5 | ca. 35% Samarium, 65% Kobalt |
| SmCo 2:17 | 25% Samarium, 50% Kobalt wenige Prozent Zirkon und Kupfer, Rest Eisen (FE) |

Curie-Temperatur: 450 °C

Samarium-Cobalt Magnets(SmCo)

The development of permanent magnets of the ALNICO group and the ferrites has reached such a degree of quality, so that no further, marked improvements of their magnetic characteristics can be expected.

New kinds of permanent magnets, which consist of so-called «rare types of earth» (Samarium, Cer, Lanthan, etc.) and cobalt, have recently been developed to provide sophisticated solutions for particularly demanding problems. The density of energy of such magnets is highly superior to that of the well-known ALNICO or ferrite magnets.

In comparison to the classical permanent magnet matters, SAMARIUM-COBALT magnets offer the high flux density of the ALNICO magnets combined with a very high coercivity field density. Due to this characteristic, they can be employed in demagnetising fields without loss of magnetic force. Their use as repelling, instead of attracting, permanent magnets is a typical example.

SAMARIUM-COBALT magnets are mechanically hard and brittle. They can only be processed with the help of diamond charged tools.

Characteristics

| | |
|--------------------------------|---------------------------|
| Specific weight: | 8.5 g/cm ³ |
| compression resistance: | 300 N/mm ² |
| Flexional resistance: | 70 N/mm ² |
| Vickers pyramid hardness: | 5'000 N/mm ² |
| Bulk modulus of elasticity: | 155'000 N/mm ² |
| Thermal expansion: | 5.6 ppm/°C |
| Specific resistance: | 0.6 μΩm |
| Thermal conductivity: | 12 W/m°C |
| Maximum working temperature: | 300 °C |
| Temperature coefficient of Br: | 0.04 %/°C |

Metallurgical composition

| | |
|-----------|---|
| SmCo5 | ~ 35% samarium, 65% cobalt |
| SmCo 2:17 | 25% samarium, 50% cobalt small percent- ages of zircon and copper, the remaining part is iron |

Curie - temperature: 450 °C



Ferrit-Magnete (HF)

FERRIT-Magnete zeichnen sich durch hohe Widerstandskraft gegen entmagnetisierende Einflüsse aus. Die Kraftliniendichte ist kleiner als bei ALNICO-Magneten. Die magnetische Stabilität bei Erwärmung ist wesentlich schlechter, weshalb die max. Arbeitstemperatur höchstens 200°C beträgt. FERRIT-Magnete sind hart und spröde und lassen sich nur schleifen.

Eigenschaften

| | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Spezifisches Gewicht: | 4.6 ... 5.1 g/cm ³ |
| Zugfestigkeit: | 50 N/mm ² |
| Druckfestigkeit: | 700 N/mm ² |
| Härte Mohs: | 6 ... 7 |
| Wärmeausdehnungszahl: | 8.5 ppm/°C |
| Spezifischer Widerstand: | 10 ⁶ Ωm |
| Max. Gebrauchstemp: | 250 °C |
| Temperatur-Koeffizient von Br: | 0.2 %/°C |

Chemische Zusammensetzung

6Fe₂O₃·BaO

Ferrit Magnets (HF)

The main characteristic of FERRIT magnets is their high resistance against demagnetising influences. The density of power lines is smaller than that of Alnico magnets. The magnetic stability in case of warming is considerably worse, herefore maximum working temperature may be no higher than 200°C. FERRIT magnets are hard and brittle and can only be ground.

Characteristics

| | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Specific weight: | 4.6 ... 5.1 g/cm ³ |
| Endurance limit: | 50 N/mm ² |
| Pressure resistance : | 700 N/mm ² |
| Mohs hardness: | 6 ... 7 |
| Thermal expansion: | 8.5 ppm/°C |
| Specific resistance: | 10 ⁶ Ωm |
| Maximum working temperature: | 250 °C |
| Temperature coefficient of Br: | 0.2 %/°C |

Chemical omposition

6Fe₂O₃·BaO



Alnico-Magnete

ALNICO-Magnete zeichnen sich durch grosse Kraftliniendichte aus. Die gute mechanische Stabilität bei Erwärmung erlaubt deren Verwendung bei Arbeitstemperaturen von bis zu 500°C. Das makrokristalline Gefüge ist verantwortlich für die Härte der ALNICO-Magnete.

Beachten Sie bitte folgende Punkte:

- ALNICO-Magnete können weder gesägt, gebrochen, noch gedreht werden; einzige Bearbeitungsmöglichkeit ist das Schleifen.
- ALNICO-Magnete sind empfindlich gegen magnetische Einflüsse und unsachgemässes Manipulieren.
- ALNICO-Magnete dürfen nur an den Polflächen mit Eisen oder anderen Magneten in Berührung gebracht werden. (Bei Magnetberührung ungleichnamige Pole aufeinander).
- Niemals gleichnamige Pole aufeinander pressen.
- Polschlussplatten oder sich gegenseitig kurzschliessende Magnete nicht voneinander abschieben, sondern brechen.
- ALNICO-Magnete erlauben Arbeitstemperaturen bis 500°C.
- Bei rot lackierten Typen ist die Farbe bis max. 120°C beständig.
- Die Magnetkraft von ALNICO-Magneten wird nur schwächer, wenn eine magnetische Schädigung vorausgegangen ist. Geschädigte Magnete können durch Aufmagnetisieren ihre ursprüngliche Kraft zurückgewinnen.

Eigenschaften

| | |
|--------------------------------|---|
| Zugfestigkeit: | wegen Neigung zu inneren Rissen nicht angegeben |
| Druckfestigkeit: | |
| Spezifisches Gewicht : | 6.9 ... 7.3 g/cm ³ |
| Wärmeausdehnungs-Koeffizient: | 11 ... 14 ppm/°C |
| Wärmeleitfähigkeit: | ähnlich wie Stahl |
| Curie-Temperatur: | 700 ... 850 °C |
| Max. Gebrauchstemperatur: | 450 ... 500 °C |
| Temperatur-Koeffizient von Br: | 0.02 %/°C |

Alnico magnets

ALNICO magnets are characterised by a high density of lines of force. Their good mechanical stability in case of heating permits their use in working temperatures of up to 500°C. Their macrocrystalline structure is responsible for the hardness of ALNICO magnets.

Please observe the following points:

- ALNICO magnets must not be cut, broken or turned; the only means of processing is grinding.
- ALNICO magnets are sensitive to magnetic influences and inadequate manipulation.
- ALNICO magnets may only be brought in contact with iron or other magnets on their pole surfaces. (In case of contact with a magnet, on the opposite pole).
- Poles of the same denominator must never be pressed on top of each other.
- Do not separate pole shielding plates or magnets which shortcircuit each other by sliding them off each other; break them off.
- ALNICO magnets allow working temperatures of up to 500°C.
- The paint of those varnished red is heat-resistant up to a maximum temperature of 120°C.
- The magnetic force of ALNICO magnets decreases only in case of previous magnetic deterioration. Damaged magnets can regain their original force if they are remagnetised.

Characteristics

| | |
|--------------------------------|--|
| Tensile strength: | not indicated because of an inclination to interior fissures |
| Compression strength: | |
| Specific weight: | 6.9 ... 7.3 g/cm ³ |
| Thermal expansion coefficient: | 11 ... 14 ppm/°C |
| Thermal conductivity: | similar to that of steel |
| Curie temperature: | 700 ... 850 °C |
| Maximum working temperature: | 450 ... 500 °C |
| Temperature coefficient of Br: | 0.02 %/°C |



Chemische Zusammensetzung

| | |
|----|-------------|
| Al | 07 ... 12 % |
| Ni | 14 ... 20 % |
| Co | 16 ... 40 % |
| Cu | 3 ... 4 % |
| Ti | 0 ... 10 % |
| Nb | 0 ... 10 % |
| Fe | Rest |

Die ALNICO-Legierungen sind weniger rost anfällig als normaler Stahl, jedoch nicht rost- und säurebeständig. Gegen stark alkalische Lösungen sind die ALNICO-Legierungen wegen ihres hohen Aluminiumgehaltes unbeständig. Als Rostschutz bieten sich folgende Möglichkeiten an: Einbrennlackieren, Brünieren, galvanische Veredlung (nur bei unmagnetisierten Magneten möglich).

Chemical composition

| | |
|----|----------------|
| Al | 07 ... 12 % |
| Ni | 14 ... 20 % |
| Co | 16 ... 40 % |
| Cu | 3 ... 4 % |
| Ti | 0 ... 10 % |
| Nb | 0 ... 10 % |
| Fe | remaining part |

ALNICO alloys are less inclined to rust than ordinary steel, however, they are not rust- and acid-proof. ALNICO alloys are not resistant against strong alkaline solutions because of their high aluminium content. The following possibilities offer suitable protection against rust: stove enamel finish, burnishing, electroplating (only possible for non-magnetised magnets).



Plastoferrit-Magnete (PF)

Durch Vermischen von pulverisiertem Ferrit mit künstlichem Gummi wurde das Problem der Zerbrechlichkeit der FERRIT-Magnete überwunden. PLASTOFERRIT-Magnete lassen sich als Folien und Profile herstellen. Sie sind flexibel und lassen sich mit Schere und Messer bearbeiten. Die magnetischen Eigenschaften sind jenen der FERRIT-Magnete ähnlich. Doch sind deren magnetische Werte ungefähr um zwei Drittel kleiner. Die maximale Gebrauchstemperatur beträgt ca. 80°C.

Das Magnetmaterial ist auch mit einer Selbstklebeschicht verfügbar. Bei extrudierten Plasto-Ferrit-Profilen ist eine Ausrüstung mit Selbstklebeschichtung nicht zu empfehlen. Die klebtechnisch schwierige Oberfläche gewährleistet keine optimale Haftung.

Bei Magnetplatten und Folien sind die aufgetragenen Klebmassen für praktisch alle Anwendungen optimal. Die endgültigen Klebeeigenschaften sind mittels Versuchen zu prüfen.

Allgemein-Toleranzen für Magnetfolien-Zuschnitte

| | | |
|-----------|-------------------|------------|
| Dimension | > 6 ... 30 mm | = ± 0.5 mm |
| | > 30 ... 120 mm | = ± 0.8 mm |
| | > 120 ... 315 mm | = ± 1.2 mm |
| | > 315 ... 1000 mm | = ± 2.0 mm |

=> kleinere Toleranzen auf Anfrage

Plasto-ferrite magnets (PF)

The problem of brittleness of FERRITE magnets has been solved by mixing pulverized ferrite with synthetic rubber. PLASTOFERRITE magnets can be produced in the shape of foils and profiles; they are flexible and can be cut with scissors and knives. Their magnetic characteristics are similar to those of the FERRITE magnets. Their magnetic values, however, are approximately two thirds lower. The maximum working temperature is approximately 80°C.

The magnetic material is also available with self-adhesive coating. Self-adhesive coating, however, is not recommended for extruded Plasto-ferrite profiles. The surface, which causes a technically difficult gluing process, cannot guarantee optimal adhesion.

The adhesive coatings of magnetic plates and foils produce optimal results for nearly every kind of application. However, tests are recommended to determine the adhesive properties of products before an application is decided upon.

General tolerances for magnetic foil cut-outs

| | | |
|-----------|-------------------|------------|
| Dimension | > 6 ... 30 mm | = ± 0.5 mm |
| | > 30 ... 120 mm | = ± 0.8 mm |
| | > 120 ... 315 mm | = ± 1.2 mm |
| | > 315 ... 1000 mm | = ± 2.0 mm |

=> smaller tolerances on request



Neodymium-Eisen-Bor Magnete (NdFeB) kunststoffgebunden (MQ1)

Ein spezielles Verfahren erlaubt die Herstellung von Flocken aus NdFeB und deren Pressung mit Duroplasten in einfache Formen. Dank Kunststoffbindung lässt sich dieses Magnetmaterial mit allen herkömmlichen Werkzeugen bearbeiten. Das Energieprodukt ist trotzdem noch das Dreifache eines Standard FERRIT-Magnet. Durch die hohe Koerzitivfeldstärke und die darum hohe Beständigkeit gegen magnetische Gegenfelder eignen sich NdFeB-Magnete kunststoffgebunden als Ersatz für ALNICO.

Eigenschaften

| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| Spezifisches Gewicht: | 6.0 g/cm ³ |
| Spezifischer Widerstand: | 180 Ωm |
| Max Gebrauchstemp.: | 120 °C |
| Bindemittel: | Epoxyharz |
| Temperatur-Koeffizient von Br: | 0.04 %/°C |

Plastic bonded (MQ1) Neodymium-Iron-Boron magnets (NdFeB)

Special processing permits the production of flakes of NdFeB and their compression with duroplastic in simple shapes. Due to plastic bonding, this material can be processed with all kinds of traditional tools. The energy density, nevertheless, remains three times that of a standard FERRITE magnet. Because of the high intensity of coercitivity and the resulting high resistance against opposing magnetic fields, plastic-bonded NdFeB-magnets can be used as suitable replacements for ALNICO magnets.

Characteristics

| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| Specific weight: | 6.0 g/cm ³ |
| Specific resistance: | 180 Ωm |
| Maximum working temperature: | 120 °C |
| Bonding material: | Epoxy resin |
| Temperature coefficient of Br: | 0.04 %/°C |

Samarium-Kobalt-Magnete kunststoffgebunden (SmCo p)

SmCo-Magnetpulver wird mit Duroplasten in einfachen Formen verpresst. In Folge des etwas tieferen Energieprodukts wird es langsam durch den MQ1 ersetzt. Nur dünnere Platten und feine Stäbe werden weiterhin, dank feinerem Pulver, aus diesem Material hergestellt.

Eigenschaften

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Spezifisches Gewicht: | 5.1 g/cm ³ |
| Max . Gebrauchstemp.: | 80 °C |

Plastic bonded Samarium-Cobalt magnets (SmCo p)

SmCo-magnet powder with duroplastic is pressed into simple shapes. Because of the slightly lower energy density it is gradually replaced by the MQ1. Fine powder is still used to produce thin plates and slender rods from this material.

Characteristics

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| Specific weight: | 5.1 g/cm ³ |
| Maximum working temperature: | 80 °C |

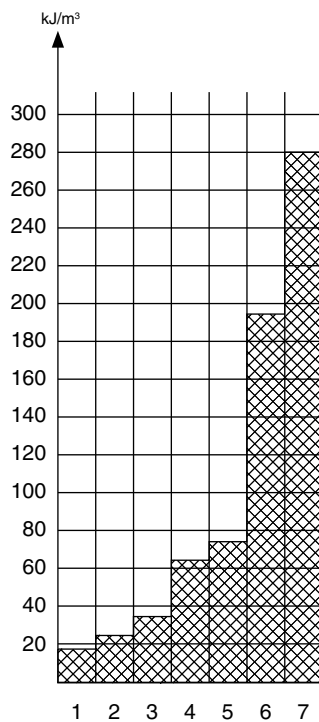


Vergleich der Energieprodukte (BxH) max. einiger Magnetwerkstoffe

| | |
|---|-----------------------|
| 1 Kunststoffgebundenes Hartferrit, anisotrop | 18 kJ/m ³ |
| 2 Hartferrit, gesintert, anisotrop | 25 kJ/m ³ |
| 3 ALNiCo 45/5 | 36 kJ/m ³ |
| 4 Kunststoffgebundenes SmCo | 64 kJ/m ³ |
| 5 Kunststoffgebundenes NdFeB (MQ1) | 75 kJ/m ³ |
| 6 Samarium-Cobalt (SmCo) | 195 kJ/m ³ |
| 7 Neodymium-Eisen-Bor | 280 kJ/m ³ |

Comparison of energy density (BxH maximum value) of some magnetic material

| | |
|---|-----------------------|
| 1 Plastic-bonded hard ferrite, anisotropic | 18 kJ/m ³ |
| 2 Hard ferrite, sintered, anisotropic | 25 kJ/m ³ |
| 3 ALNiCo 45/5 | 36 kJ/m ³ |
| 4 SmCo plastic-bonded | 64 kJ/m ³ |
| 5 NdFeB (MQ1) plastic-bonded | 75 kJ/m ³ |
| 6 Samarium-cobalt (SmCo) | 195 kJ/m ³ |
| 7 Neodymium-iron-boron | 280 kJ/m ³ |



Haftkraft- Angaben

Die im Katalog aufgeführten Haftkräfte sind Richtwerte bei Raumtemperatur 20°C. Sie gelten für den senkrechten Abzug des Magneten von einer polierten Stahlplatte (ST37) mit einer Stärke von 10mm

Information concerning adhesive strength

The adhesive strengths indicated in the catalogue are approximate / standard values at a room-temperature of 20°C. They are valid for the vertical drawing off of the magnet from a polished steel plate (ST37) of a 10 millimetre thickness.



Korrosionsverhalten Seltenerdemagnete

Seltenerdemagnete zählen zu den metallischen Werkstoffen und weisen deren entsprechende Eigenschaften auf. So oxidieren die Magnete unter anderem in feuchter Atmosphäre. Durch das Zulegieren von edleren Elementen wie z.B. Kobalt kann die Reaktion mit Wasser nahezu unterdrückt werden. Deshalb bekommen SmCo-Magnete auch unter hoher Luftfeuchtigkeit lediglich eine geringe Oberflächenoxidation.

Gesinterte NdFeB-Magnete weisen in der Gefügestruktur neben dem gebundenem auch freies Neodym auf. Wie fast alle Seltenerdmetalle ist diese in freier Form extrem korrosionsanfällig und bildet spontan Neodymoxid oder -hydroxid. NdFeB-Magnete werden bereits bei der Einwirkung von Luftfeuchtigkeit, Betauung oder Handschweiss angegriffen und reagieren auch durch Salze und Säuren extrem stark korrodierend. Hier lässt sich durch eine entsprechende Beschichtung eine höhere Beständigkeit erreichen.

Bei den neusten Generationen der Neodymmagnete haben die Materialien N45 und N48 das beste Korrosionsverhalten gezeigt. Allerdings wird auch hier eine Beschichtung empfohlen.

Kleben von Seltenerd magneten

Viele Magnete werden bei der Weiterverarbeitung klebetechnisch fixiert. Beim Kleben sind neben den Materialeigenschaften auch Beanspruchungsformen und äusserliche Beeinflussungen zu beachten. Aus diesem Grund empfehlen wir Ihnen, sich von Ihrem Kleberlieferanten beraten zu lassen.

Unsere Erfahrung hat gezeigt, dass speziell beim Neodymmagnet saurehaltige Klebstoffe nicht eingesetzt werden dürfen. Diese Kleber können an der Grenzfläche zu einer raschen Zersetzungsreaktion des Magnetwerkstoffes führen. Wobei dieser Prozess auch bei beschichteten Magnetten auftreten kann und durch Feuchtigkeit zusätzlich verstärkt wird.

The corrosion stability of rare earths magnets

Rare earths magnets are classed with the metallic materials and therefore, they show the typical properties of these materials. This means, for example, that magnets oxidise when they are exposed to a humid atmosphere. However, by means of the adding by alloying of more precious elements, such as for example cobalt, the reaction with water can be virtually allayed. Therefore, SmCo-magnets acquire only a slight oxidisation of the surface, even when exposed to high levels of air humidity.

Sintered NdFeB-magnets contain, apart from the fixed, also free neodymium as part of their structure. As is the case with the majority of rare earths metals, this is in its free form extremely prone to corrosion and spontaneously forms neodymium oxide or neodymium hydroxide. NdFeB-magnets may even be attacked as a result of exposure to air humidity, dew or the perspiration of the hands, and show extremely strong reactions of corrosion when they are in contact with salts and acids. Higher levels of resistance to such influences can be achieved by appropriate coating.

Of the latest generations of neodymium magnets, the materials N45 and N48 have produced the best corrosion stability. However, appropriate coating remains highly recommended, even for these magnet materials.

The adhering process of rare earths magnets

Many magnets are fixed by means of an adhesive technique when further processed. Apart from properties of material and kinds of use, possible external influences also have to be considered in this adhering process. Because of this reason, we recommend specific counselling by your adhesive supplier.

Experience has taught us that, particularly in the case of neodymium magnets, acidic adhesives must not be employed. Such adhesives may cause a rapid erosive reaction on the fringe surface of the magnetic material. This phenomenon may, however, also occur when coated magnets are employed, moreover, the process may be further enhanced by humidity.



Unterschiede zwischen Haft- und Zugmagneten

Haftmagnete haben die Aufgabe, Gegenstände zu halten, welche an sie angelegt werden. Sie brauchen also keine grosse Tiefenwirkung zu haben. Zugmagnete dagegen müssen Gegenstände aus einer gewissen Distanz anziehen, und dies setzt eine entsprechende Tiefenwirkung voraus.

Gute Haftkraft wird am besten mit nahe beieinanderliegenden Polen erreicht. Zugmagnete dagegen verlangen weit auseinanderliegende Pole. Daraus kann gefolgert werden, dass die Distanz zwischen den beiden Polen ungefähr der verlangten Tiefenwirkung des Magneten entsprechen sollte. Je grösser die Tiefenwirkung des Magneten, desto grösser der Abstand zwischen den Polen.

Es ist wichtig zu wissen, dass die magnetische Anziehungskraft nicht allein vom Magnet abhängig ist. Ebenso wichtig ist der anzuziehende Gegenstand und dessen Dicke.

Differences between gripping and tractive magnets

The function of gripping magnets is to firmly hold objects placed against them. They need not have a great throwing power. Tractive magnets, on the other hand, must draw objects from a distance and must have great throwing power.

A good grip is best achieved with a small gap between the poles. Tractive magnets, on the other hand, require widely-spaced poles. In conclusion, it can be argued that the distance between the poles should be approximately that of the required throwing power of the magnet. The greater the throwing power of the magnet, the farther apart the magnet poles must be.

It is important to know that the magnetic attraction is not determined by the magnet alone. The object to be attracted and its thickness is equally important.

System-Magnete

SYSTEM-Magnete bestehen aus Magnetmaterial und Eisenleitstücken. Die Verwendung von Eisenleitstücken hat viele Vorteile, deren Wichtigkeit nachstehend aufgeführt ist:

1. Eisen lässt eine höhere Kraftliniendichte zu als Dauermagnetwerkstoff. Dies äussert sich z.B. in höherer Hubkraft.
2. Eisen lässt sich im Gegensatz zu FERRIT- und ALNICO-Magneten leicht bearbeiten.
3. Die Kraftlinien lassen sich in Eisen umlenken und konzentrieren.
4. Magnetwerkstoffe lassen sich besser ausnützen.
5. Magnetkonstruktionen werden einfacher und billiger.

Die magnetischen Eigenschaften und die max. Gebrauchstemperaturen der SYSTEM-Magnete richten sich nach den verwendeten Werkstoffen.

System magnets

System magnets consist of magnetic material and pieces of conductive iron. The use of pieces of conductive iron has numerous advantages, the importance of which is listed below:

1. Iron permits a higher density of lines of force than permanent magnetic matter. This can be observed e.g. in a superior lifting power,
2. Iron, in contrast to FERRITE and ALNICO magnets, can be processed more easily.
3. The lines of force in iron can be deviated and concentrated.
4. Magnetic materials can be more efficiently exploited.
5. Magnetic constructions tend to become simpler and less expensive.

The magnetic characteristics and the maximum working temperatures of SYSTEM magnets depend on the materials used.



Stabilität gegen Fremdfelder

Auf dieselbe Weise wie jeder Magnet mit einem genügend starken, der Magnetisierung entgegengesetzten Feld entmagnetisiert werden kann, schwächt jedes entmagnetisierende Feld einen Magnet bis zu einem gewissen Punkt. Die Leistung eines frisch aufmagnetisierten Magneten wird das erste Mal einer entmagnetisierenden Kraft ausgesetzt, wenn er aus der Magnetisiervorrichtung herausgenommen wird. Das Einfügen eines Luftspaltes in einen magnetischen Kreis ist einer entmagnetisierenden Kraft gleichzusetzen. Die Induktion fällt dabei auf einen tieferen Wert, und der Magnet ist damit gleichzeitig auf diesem Wert stabilisiert. Dies ist der Zustand von aufmagnetisiert gelieferten Magneten, welcher so bleibt, bis eine stärkere entmagnetisierende Kraft sie weiter schwächt, und diese auf einem entsprechend tieferen Niveau wieder stabilisiert und so fort.

Eine einfache Methode, um die Entmagnetisierung von Magneten zu verhindern oder sie zu stabilisieren, ist folglich, die vollmagnetisierten Magnete einem etwas stärkeren Gegenfeld auszusetzen, als demjenigen, dem sie später im Betrieb ausgesetzt sein werden.

Toleranzen

Sehr oft werden bei allen Abmessungen Toleranzen angegeben, gleichgültig, ob diese erforderlich sind oder nicht. Dies rührt vermutlich daher, dass einfach die bei den übrigen Werkstücken üblichen Toleranzen übernommen werden.

Es ist falsch, aus Prinzip für alle Abmessungen von Dauermagneten Toleranzen anzugeben. Es ist richtig, vorzuschreiben «wie gegossen» oder «wie gesintert», wo dies erlaubt werden kann. Die Kontrolle kostet immer Geld, auch dann, wenn zum Einhalten der Toleranzen die Magnete nicht geschliffen werden müssen.

Bei der Eingangskontrolle vieler Verbraucher werden nur die Masshaltigkeit und die Oberflächenqualität geprüft. Die wichtigste Kontrolle aber, das Prüfen der magnetischen Leistung, wird unterlassen. Magnete mit Fehlern in der Oberfläche und kleinen Rissen werden zurückgewiesen, weil fälschlich angenommen wird, dass dies die magnetische Leistung vermindert.

Fehler in der Oberfläche und kleinere Risse haben keinen Einfluss auf die magnetische Leistung. Das Akzeptieren von solchen Fehlern reduziert den Ausschuss und damit den Preis.

Stability against external magnetic fields

In the same way as every magnet can be demagnetised by a sufficiently strong field opposed to magnetisation, every demagnetised field weakens the magnet up to a certain point. The performance of a newly remagnetised magnet is subject to a demagnetising force for the first time when taken out of the magnetising device. The insertion of an air gap in a magnetic circuit is equivalent to a demagnetising force. It causes induction to decrease to a lower value, and simultaneously stabilises the magnet at this value. This is the case of magnets delivered in a magnetised state, which remains until a stronger demagnetising force further weakens the magnet, stabilises at a lower value, and so forth.

A simple method to avoid demagnetisation, or to stabilise magnets is, therefore, to expose the fully magnetised magnets to an opposing magnetic field which is slightly stronger than the one they are later subjected to under working conditions.

Tolerances

Tolerances are very often indicated for measurements, irrespective of whether they are necessary or not. The reason for this probably stems from the fact that the tolerances indicated for other work pieces are simply taken over.

It is wrong, however, to indicate tolerances in principle for all measurements of permanent magnets. It is, however, correct to prescribe tolerances for «casting» or «sintering», wherever this is possible. Checking always costs money, even if it is not necessary to grind the magnets to keep the tolerances.

The entry check of many users consists only of dimension and quality of surface. The most important check, however, the one concerning magnetic performance, is often neglected. Magnets with irregularities of surface or small fissures are rejected, because it is mistakenly supposed that this diminishes the magnetic performance.

Defectiveness of surface and small fissures do not influence the magnetic performance in any way. To accept such irregularities reduces the number of rejects and consequently the price.



Magnetdimensionierung mit Hilfe der Entmagnetisierungskurven

Magnete können nicht wie andere Konstruktionsteile beliebig konstruiert oder festgelegt werden. Die Dimensionierung von Polfläche zu Länge in Magnetisierungsrichtung muss den verlangten magnetischen Werten entsprechen.

Die höchste magnetische Energie ist dann vorhanden, wenn das Produkt von Remanenz B und der Koerzitivfeldstärke H ein Maximum erreicht. Das ist der Fall, wenn sich unter der Entmagnetisierungskennlinie von B zu H das grösstmögliche Rechteck bildet (siehe Bild).

Das nachstehende Diagramm hat am Rand eine Skala für das Verhältnis von der Länge zum Durchmesser eines Magneten (L/D -Verhältnis).

Bei einer Magnetscheibe von $\varnothing 10$ mm x 5 mm Dicke ist das L/D -Verhältnis $5:10 = 0.5$. Zieht man von der 0.5 Marke eine Linie zum Nullpunkt, so ist der Schnittpunkt auf der Kennlinie des entsprechenden Magnetwerkstoffes der Arbeitspunkt ($B \times H$) dieser Magnetscheibe.

Verbindet man diesen gefundenen Arbeitspunkt waagrecht mit der B -Achse und senkrecht mit der H -Achse, kann man die Remanenz und die Koerzitivfeldstärke ablesen.

Haben B und H die grösstmöglichen Werte, liegt der Arbeitspunkt im ($B \times H$) max.-Wert.

Bei einem «offenen» Magnet, der ohne Eisenrückschluss oder Eisenpole verwendet wird, sollte die Dimensionierung so gewählt werden, dass der Arbeitspunkt in der Nähe des ($B \times H$) max.-wertes liegt.

Bei quadratischen oder nahezu quadratischen Magnetpolflächen kann die Polfläche nach der Formel umgerechnet werden.

Dimensioning of magnets with the help of the demagnetisation curve

Magnets cannot, as other construction parts, be constructed or defined at random. The dimensioning of pole face respective to length in direction of magnetisation must correspond with the required magnetic values.

The maximum magnetic energy is obtained if the product of remanence B and the coercive field intensity H attain a maximum. This is the case if the largest possible rectangle can be formed under the demagnetisation characteristic curve of B to H (see graph).

The diagram below contains, in its margin, a scale indicating the relationship of the length to the diameter of a magnet (relationship L/D).

For a magnetic disk of 10 mm in diameter x 5 mm thickness, the L/D relationship is equal to $5:10 = 0.5$. If a line is drawn from mark 0.5 to the zero point, the intersection on the characteristic curve of the corresponding magnetic material is the operating point ($B \times H$) of this magnetic disk.

If this operating point is horizontally connected with the B axis and vertically with the H axis, the remanence and the coercive field intensity can be read.

If B and H have the largest possible values, the operating point is situated in the ($B \times H$) maximum value.

For an «open» magnet, which is used without steel-pole plate, or iron poles, the dimensioning should be chosen in such a manner that the operating point is situated in the proximity of the maximum value ($B \times H$).

For square or almost square magnetic pole faces, the pole face can be converted according to the following formula.

The curves, indicated below, for the different ma-

$$D = \sqrt{\frac{a \times b \times 4}{\pi}}$$

oder

$$D = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{a \times b \times 4}{\pi}}$$

ou

$$D = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{\pi}}$$



Die nachstehenden Kurven für die verschiedenen Magnetwerkstoffe sind vereinfacht und ohne Temperaturcharakteristik dargestellt. Eine Temperaturänderung bewirkt eine Verschiebung des Arbeitspunktes auf der Kennlinie. Solange der Arbeitspunkt im linearen Bereich der Entmagnetisierungskennlinie bleibt, ändert sich die Induktion reversibel, d.h. nach Abkühlung kehrt der ursprüngliche Wert zurück. Andernfalls ist die Änderung der Induktion irreversibel und kann nur durch erneutes Aufmagnetisieren rückgängig gemacht werden.

Magnetic materials are simplified and represented without temperature characteristics. A difference in temperature causes a shift of the operating point on the characteristic curve. As long as the operating point remains in the linear range of the demagnetising characteristic curve, the induction alters reversibly, i.e. after cooling off, it reverts to the original value. Otherwise, the alteration of the induction remains irreversible and can only be reversed by means of renewed remagnetisation.

