



Helium-Leckraten-Test.

Sicherheit an induktiven Schmelz- und Warmhalteaggregaten gemäß DIN EN 60519

VON OLIVER VON COLSON,
SCHWERTE, IRAKLIS PAPADOPOU-
LOS, LUIS SANZ, HEMER

Immer häufiger wird das Thema Sicherheit bei Maschinen und Anlagen innerhalb der betreibenden Unternehmen diskutiert, da die Sicherheit und Gesundheit der Mitarbeiter ein wertvolles Gut sind. Hierzu dienen sowohl den Herstellern als auch den Betreibern die EG-Richtlinien und europäischen harmonisierten EN-Normen als fachliche und rechtliche Grundlage. Der Gesetzgeber verlangt dabei vom Hersteller, dass dieser ausschließlich eine sichere Anlage gemäß der EG-Richtlinie Maschinen auf den Markt bringt. Vom Betreiber verlangt er eine bestimmungsgemäße Verwendung der Anlage, die auch regelmäßige Überprüfungen und Instandsetzungen einschließt. Dies alles soll den an den Anlagen tätig werdenden Personen die Möglichkeit geben, die erforderlichen Tätigkeiten sicher und gesundheitsgerecht ausführen zu können.

Speziell für die Sicherheit von Elektrowärmeanlagen und Anlagen für elektromagnetische Bearbeitungsprozesse liegt dem europäischen Markt mittlerweile die 5. Ausgabe der EN 60519 und als nationale Umsetzung für Deutschland die DIN EN 60519 vor. Diese Norm setzt sich u. a. aus den drei nachfolgend beschriebenen Teilen zusammen, die folgende Anforderungen beinhalten:

- > DIN EN 60519 Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- > DIN EN 60519 Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen mit Widerstandserwärmung
- > DIN EN 60519 Teil 3: Besondere Anforderungen an induktive und konduktive Erwärmungsanlagen und an Induktionsschmelzanlagen

DIN EN 60519 Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Um eine Elektrowärmanlage ausreichend sicher planen, konstruieren, ferti-

gen und betreiben zu können, müssen eine Vielzahl grundlegender Anforderungen erfüllt sein. Dies gilt selbstverständlich nicht nur für die Herstellung einer solchen Anlage, sondern darüber hinaus auch für den Betrieb in all seinen Tätigkeitsbereichen.

Die in diesem Teil 1 der Norm aufgeführten Anforderungen betrachten die komplette Lebensdauer einer Anlage und damit auch alle Lebensphasen von der Konstruktion bis zum Betrieb sowie Instandsetzung. Hiermit soll die Sicherheit des tätig werdenden Personals und der Umwelt im Bereich des bestimmungsgemäßen Betriebs und bei Einzelfehlern gewährleistet sein. Neben dem Anwendungsbereich und Zweck dieser Norm werden fachspezifische Begriffsbestimmungen aufgelistet. Um die verschiedenen Anlagentypen und Prozesse detailliert betrachten zu können, werden diese hinsichtlich der Prozessfrequenz, der Spannung und der spezifischen Anlagenteile mit Hilfe von Tabellen unterteilt.

Ganz wesentlich für den Hersteller einer derartigen Anlage ist die Betrachtung der Gefährdungen und Risiken, die von der Anlage ausgehen können. Hierzu muss der Hersteller parallel zur Konstruktionsphase eine Risikobeurteilung durchführen, die alle erkannten Gefahren und Restrisiken aufzeigen, bewerten und Maßnahmen zur Beseitigung bzw. Einschränkung darlegen. Um diese Anforderung in vollem Umfang erfüllen zu können, werden in verschiedenen Kapiteln prozessspezifische Grenzwerte, signifikante Gefährdungen sowie Umgebungs- und Betriebsbedingungen aufgeführt.

Ein sehr ausführlicher Teil der Norm befasst sich mit den Schutzziele und den dafür erforderlichen Maßnahmen, um einzelnen Gefährdungen (z. B. elektrischer Schlag) mit dem heutigen Stand der Technik entgegen zu können. Dies schließt auch bestimmte Anforderungen an Bauelemente und Baugruppen ein und hier besonders elektrische und elektronische Bauteile.

Das Kapitel „Überprüfung und Prüfungen“ dient dazu die aufgeführten Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einhaltung mit Hilfe von Tabellen überprüfen zu können. Dazu müssen:

- > Überprüfungen der einzuhaltenden Grenzwerte sowie der Zeichnungen und Berechnungen,
- > Messungen des Widerstands, des Berührungsstroms der Strahlung, der Temperaturen, des Kühlmittelflusses und der Lautstärke sowie
- > Funktionsprüfungen der einzelnen Einrichtungen (z. B. des Kühlsystems)

durchgeführt werden.

Im letzten Kapitel der Norm 60519 Teil 1 werden sehr detaillierte Anforderungen an die Benutzerinformationen gegeben. Diese beziehen sich nicht ausschließlich auf die mitzuliefernde Betriebsanleitung, sondern auch auf Signal- und Warneinrichtungen sowie Kennzeichnungen, Piktogramme und schriftliche Warnhinweise an der Anlage selber.

In den Anhängen sind abschließend noch folgende hilfreiche Informationen aufgeführt:

- > Anhang A: Liste wesentlicher Gefährdungen zur Durchführung einer Risikobeurteilung
- > Anhang B: Elektrische und magnetische Felder, Berührungsströme – Grenzwerte für Gefährdungen durch Belastung; Kennzeichnung und Warnmaßnahmen

Bild 1:
Endoskopische Untersuchung.



- > Anhang C: Optische Strahlung – Grenzwerte für Gefährdungen durch Exposition; Kennzeichnung und Warnhinweise
- > Anhang D: Wärme und Temperatur – Grenzwerte für Gefährdungen
- > Anhang E: Grenzwerte für Gefährdungen – Lärm und Vibration
- > Anhang F: Diskussion der Grenzwerte aus Anhang B
- > Anhang G: Maßnahmen bezüglich EMV
- > Anhang H: Kennzeichnung und Warnhinweise
- > Anhang I: Verzeichnis der Abkürzungen und definierte Begriffe

DIN EN 60519 Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen mit Widerstandserwärmung

Dieser seit dem Jahr 2007 gültige Teil 2 der Norm DIN EN 60519 befasst sich ausschließlich mit Anlagen mit indirekter bzw. direkter Widerstandserwärmung in den Spannungsbereichen 1 und 2 und hat den Zweck die Sicherheitsbestimmungen zu normen.

Hierzu werden Verweise auf den Teil 1 der Norm hinsichtlich der Einteilung der Elektrowärmeinrichtungen nach Spannungs- und Frequenzbereichen und allgemeiner Anforderungen gemacht, da diese gleichwohl auch hier anzuwenden sind. Darüber hinaus gehende Anforderungen und Maßnahmenbeschreibungen sowie Hinweise zu Prüfungen und der Inbetriebnahme schließen sich an.

DIN EN 60519 Teil 2: Besondere Anforderungen an induktive und konduktive Erwärmungsanlagen und an Induktionsschmelzanlagen

Dieser Teil 3 der Norm ist anzuwenden für:

- > Anlagen zur induktiven und konduktiven Erwärmung von festen Stoffen

- > Anlagen zum induktiven Schmelzen, Warmhalten und Überhitzen
- > Teile der Transport- und Handhabungseinrichtungen der Elektrowärmeanlagen im Einflussbereich des Erwärmungsteils

Der Hersteller erhält zu den anlagenspezifischen Bauteilen (z. B. Heizinduktor, Kondensatoren, usw.) dezidierte Anforderung, die nachfolgend mit besonderen Schutzziele ausgeführt sind.

Die Anhänge beinhalten zusätzlich noch:

- > besondere Anforderungen an induktive und konduktive Erwärmungsanlagen; speziell zu der Transporteinrichtung und der Charge, dem Kontaktsystem, dem Heizinduktor sowie der Erdung

- > besondere Anforderungen an Induktionsschmelzanlagen; speziell zu der Kippeinrichtung, Ofenfundament, der Ofenauskleidung, der Erdung und der Betriebsweise

DIN EN 62076: Industrielle Elektrowärmeanlagen – Prüfverfahren für Induktionsrinnen- und Induktionstiegelöfen

Diese Norm befasst sich neben der DIN EN 60519 ebenfalls mit Elektrowärmeanlagen mit Induktionsrinnen- und Induktionstiegelöfen

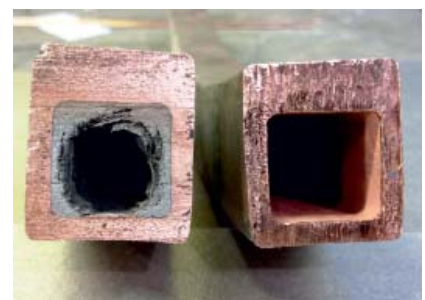


Bild 2: Kupferprofile (links verdreht und rechts gespült).

onstiegelöfen zum Schmelzen, Warmhalten und Überhitzen. Sie dient zur Normung von Prüfverfahren, der wesentlichen Parameter und technischen Eigenschaften dieser Anlagentypen.

Der Gesetzgeber fordert jeden Anlagenbetreiber gemäß der Betriebssicherheitsverordnung auf, seine Anlagen regelmäßig überprüfen und entsprechend warten zu lassen. Was genau überprüft und gewartet werden muss, dazu werden in der BetrSichV keine detaillierten Angaben gemacht, da dies für jede Anlage separat betrachtet werden muss.

Hier sind sowohl Anlagenhersteller als auch -betreiber aufgefordert mit Hilfe der Norm EN 62076 Prüfzyklen und Prüfumfang für jeden betroffenen Anlagentyp festzulegen. Dazu werden Prüfungen des Kalt- und des Warmzustandes unterschieden.

Die Prüfungen des Kaltzustandes sind verbindlich und beinhalten:

- > Prüfung der elektrischen Spannungsfestigkeit des Induktors vor Einbringen der Feuerfestauskleidung zwischen spannungsführenden Bauteilen und Metallteilen der Induktoreinheit, die verbunden und geerdet sind über einen festgelegten Zeitraum
- > Druckprüfung der Kühlwasserschläuche mit einem erhöhten Druck über einen festgelegten Zeitraum,
- > Durchflussprüfung der Kühlwasserkreisläufe z. B. mit Hilfe eines Durchflussmessgeräts

Der Kaltzustand liegt dann vor, wenn die



Bild 3: Ofenspule im Prüffeld.

Konstruktionsbauteile der Anlage der Umgebungstemperatur entsprechen.

Die Prüfungen des Warmzustandes sind optional und beinhalten:

- > Messung der Kühlmittelerwärmung
- > Bestimmung von Leistung und Leistungsfaktor des Ofen-Hauptstromkreises
- > Bestimmung der Warmhalteleistung
- > Bestimmung des spezifischen Energieverbrauchs, der Schmelz- und Überhitzungsgeschwindigkeit
- > Bestimmung der nutzbaren Bemesungscharge in Rinnenöfen
- > Temperaturmessung an Ofen-Konstruktionsbauteilen

Der Warmzustand liegt dann vor, wenn die eingefüllte Charge die Endtemperatur erreicht hat.

Was bedeutet die Norm für den Anlagenbetreiber konkret?

In den Schmelzbetrieben moderner Gießereien ist die Elektrowärmanlage – und hier besonders die Induktionsanlage – zu einem unverzichtbaren Werkzeug geworden. Die hohe Leistungsdichte und Flexibilität der Anlagen, sowie die Reproduzierbarkeit und Qualität der Produkte sind wesentliche Forderungen der modernen Industrielandschaft. Durch sehr hohe Auslastungen der Anlagen entsteht automatisch eine größere Verantwortung hin-

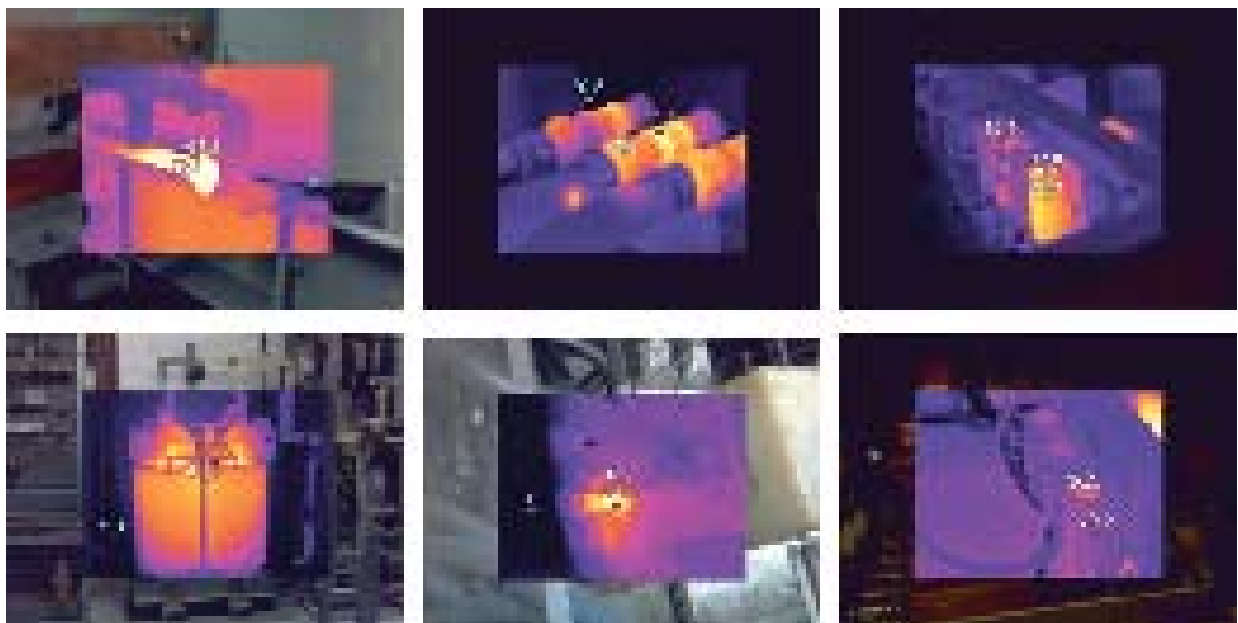


Bild 4: Wärmebildaufnahmen verschiedener Bauteile.

sichtlich Inspektion, Wartung und Instandsetzung. Eine Instandsetzung von Anlagen oder Anlagenteilen wird durch den prozessbedingten Verschleiß, unsachgemäße Bedienung sowie durch unkalkulierbare äußere Einflüsse hervorgerufen. Diese Schäden, die sich in der Mehrzahl auf das Ofengestell mit der darin enthaltenen Induktionsspule begrenzen, können durch die unterschiedlichsten Ursachen entstehen. Hier können z. B. Windungsschlüsse durch verschlissene oder fehlerhafte Isolationen, Kühlwassermangel in der Anlage oder ein Metalldurchbruch auf Grund eines Tiegelbruchs ursächlich sein. Welcher Schaden letztendlich zum Ausfall der Anlage führt, ist in der Regel eher zweitrangig; oberste Priorität ist es, die Anlage wieder möglichst schnell und sicher in Betrieb nehmen zu können.

Im Sinne eines jeden Anlagenbetreibers liegt es also, einen Schaden bereits im Vorfeld zu vermeiden, in dem die Anlage regelmäßig auf Verschleiß oder Defekte überprüft wird. Da hierzu ein erhebliches Fachwissen erforderlich ist, müssen meist Fachunternehmen zu Rate gezogen werden. „Zu den Aufgaben unseres Unternehmens zählt nicht nur die Reaktion im Schadensfall, sondern auch die Abwendung und Vermeidung von Anlagenausfällen“, so Iraklis Papadopoulos Geschäftsführer der Foundry Service GmbH in Hemer.

Dies wird erreicht durch:

- > Aufklärung und Sensibilisierung der Unternehmen und deren Mitarbeiter für die Anlagentechnik, in Form von Schulungen und Lehrgängen,
- > regelmäßige Anlagenüberprüfungen nach Checklisten,
- > Erstellung eines Ofenbuchs für die Schadensaufnahme und deren Dokumentation.

„Die in den Normen geforderten Überprüfungen sind Mindestforderungen, die – je nach Anlagentyp – erfüllt werden müssen. Aus unserer langjährigen Erfahrung in der Instandsetzung von Induktionsanlagen wissen wir, dass eine Reihe zusätzlicher Prüfungen sinnvoll und langfristig gesehen kostenreduzierend sind.“

In Absprache mit dem Betreiber führt die Firma Foundry Service aus Hemer daher folgende Prüfungen und Qualitätssicherungen standardisiert aus:

- > Materialgefügeuntersuchung
- > Endoskopie
- > Spülen
- > Röntgenprüfung
- > Heißdruckprobe
- > Konstanter Wasserdruck während der Bearbeitung
- > Vakuum-Leckraten-Test
- > Isolationsprüfung

Jede Instand zu setzende Spule wird dazu einer Materialgefügeuntersuchung des Kupferprofils unterzogen. Dies gilt auch für neu eingesetzte Kupferprofile, denn auch hier muss sichergestellt sein, dass nur einwandfreie Kupferprofile zum Einsatz kommen. Die Ergebnisse der Untersuchung sind weit mehr als eine Bestandsaufnahme. Denn durch die fundierte Analyse können Rückschlüsse auf die Ursachen für die Abnutzung der Spule gezogen werden. Konkret können meist Aussagen über bisherige mangelhafte Instandsetzungen oder Materialschädigungen am Kupferprofil gemacht werden.

Um sich einen Eindruck über den Kühlkanal und dessen Löt- bzw. Schweißstellen zu verschaffen, müssen sämtliche Kupferhohlprofile mit einem Endoskop auf Querschnittsveränderungen und Ablagerungen oder Risse im Profilinneren

ANZEIGE

1/2

85 x 260

Druseit

untersucht werden (Bild 1). Die Dokumentation der endoskopischen Kühlkanaluntersuchung erfolgt per Videoaufzeichnung.

Die Kühlkanäle der Induktionsspule werden gespült (Bild 2), um Dreck und Kalkablagerungen zu entfernen. Diese verringern sonst den Kanalquerschnitt, was zu einer dauerhaft geringeren Kühlleistung führt. Erst anschließend erfolgt die erforderliche Durchflussmessung der einzelnen Kühlkreisläufe.

Die notwendige Durchstrahlungsprüfung von Schweißnähten wird mit Hilfe von Röntgenfilmen und einer Strahlenröhre durchgeführt. Hierbei lassen sich insbesondere Poren und Risse in der Schweißnaht aufspüren.

Unter betriebsnahen Bedingungen werden Heißdruckproben an allen metallisch rein freigestellten Tiegelofenspulen durchgeführt. So können mögliche Haarrisse lokalisiert werden, die im kalten Abdrückvorgang nicht festgestellt werden können. Der Prüfungsvorgang wird mit ca. 80 °C Wassertemperatur bei einem Wasserdruck von 16 bar über 24 h durchgeführt und entsprechend dokumentiert (Bild 3).

Nach einer mechanischen Instandsetzung sollte eine Tiegelofenspule darüber hinaus einem Vakuum-Leckraten-Test unterzogen werden. Bei diesem Prüfschritt können kleinste Undichtigkeiten unter Helium lokalisiert werden, die im Verfahren der Heißdruckprobe so nicht auftraten.

Beim Einbringen der Isolation in die Induktionsspule sind kleinere mechanische Bearbeitungen erforderlich, die wiederum zu kleinen Rissen in den Kupferprofilen führen können. Mit Hilfe einer Pumpe wird Kaltwasser in die Hohlprofile mit einem Druck von 16 bar gebracht und der Kreislauf geschlossen. Über ein Manometer wird während der Isolationsphase die Dichtigkeit der Spule festgehalten und somit die erforderliche Dichtigkeit sichergestellt.

Bei der Kontrolle der Induktionsspule wird die Durchschlagsfestigkeit der Isolation mit einem Hochspannungsmessgerät nachgewiesen. Das Prüfspektrum wird gemäß der Herstellerspezifikation bis zu 6 kV durchgeführt und protokolliert. Diese Prüfung schließt alle Baugruppen, wie Kühlpulen, Kühlgefäße oder Spannelemente mit ein. Werden Abweichungen festgestellt, so werden diese Bereiche neu isoliert, um die Durchschlagsfestigkeit zu garantieren. Das Prüfen von Isolationswiderständen erfolgt dabei vor dem Betonieren des Tiegelofens, da die Restfeuchte im Beton zu Verfälschungen der Messergebnisse führen würde.

Während des Betriebes der Ofenanlage sind regelmäßige Prüfungen nach Checklisten erforderlich. Hier sind in erster Linie die Informationen der Betriebsanleitungen der Anlagenhersteller bindend. Zusätzlich führt die Foundry Service eine thermografische Untersuchung durch (Bild 4). Gerade im Bereich der Umrichter gesteuerten Schaltanlagen sind fehlerhafte Leistungsverbindungen oder Kühlwasserprobleme oftmals die Ausfallursache.

Darüber hinaus können bei Altanlagen Messungen von elektromagnetischen Feldern durchgeführt werden, um die elektromagnetische Strahlung ermitteln zu können, der das Personal an der Anlage ausgesetzt ist.

Wie häufig und in welchem Umfang diese Überprüfungen für Elektrowärmeanlagen erfolgen müssen, ist bereits in der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) geregelt worden. Die besagt allerdings auch sehr deutlich, dass dies in der Eigenverantwortung eines jeden Betreibers liegt und sehr stark von den jeweiligen Faktoren Einsatzdauer und -häufigkeit abhängen. Es sollte also im Sinne des Betreibers liegen mit Hilfe regelmäßiger Überprüfungen und Instandsetzungen die Sicherheit für das eigene Personal garantieren zu können und die Lebensdauer der Anlage dauerhaft zu gewährleisten.

www.foundry-service.de

GIESSEREI

KOMPETENZ IN GUSS



Vom Magazin zur multimedialen Markenfamilie

Die neue GIESSEREI-Familie zeigt, was eine Marke wertvoll macht: Qualität und Kontinuität, kombiniert mit einer unverwechselbaren, einzigartigen Professionalität.

www.giesserei-verlag.de