

Protokoll Werkstofftechnik

Thema: Gefügeuntersuchung

1. Begriffserklärung, Gefüge, Gefügetypen, Makro- und Mikrogefüge, Primär- und Sekundärgefüge, Phase, Arten der Mischkristallbildung, Gefügegrenzen (Korn- und Phasengrenzen), Gitterbaufehler

Gefüge: Mikroskopische Anordnung der Kristalle und der Gitterstörungen (Korngrenzen und Störungen der regelmäßigen periodischen Anordnung der Atome in den Kristallen).

Gefügetypen: einphasig – eine Kristallart

zweiphasig – zwei Kristallarten

Netzgefüge, Durchdringungsgefüge

Phase: Bereich konstanter atomarer Struktur (Kristallgitter) und chemischer Zusammensetzung durch Grenzflächen von seiner Umgebung getrennt.

Gefügegrenzen: Korngrenzen- Verklippung benachbarter Kristallgitter, Berührungsflächen der Kristallite

Phasengrenzen- zwischen zwei Phasen (außer Verklippung der benachbarten Kristallgitter noch unterschiedlicher Aufbau der Kristallgitter)

Gitterbaufehler:

Nulldimensionale Gitterfehler: gelöste Atome (Leerstelle)

Eindimensionaler Gitterfehler: (Versetzung) zusätzlich eingeschobene Ebenen bewirken Verkipfung der Kristallblöcke um einen Winkel, der vom Abstand der Versetzung abhängt (Kleinwinkelkorngrenze)

Zweidimensionaler Gitterfehler: Korngrenzen (Großwinkelkorngrenzen) relativ unangeordnete Atomanordnung

Dreidimensionaler Gitterfehler: Ausscheidung; Teilchen, Poren (eigene Kristallgitter, anders als Kristallgitter der Matrix)

- Jeder technische Stahl weißt gewisser Maßen zwei Gefüge auf:
 - normales Gefüge (Sekundärgefüge) entsteht durch ätzen mit Salpetersäure oder Prikriensäure, besteht aus Ferrit, Perlit, Sekundärzementit
 - Primärgefüge Gekennzeichnet durch Phosphorseigerung durch Ätzmittel Oberhoffer

Arten der Mischkristallbildung:

- Substitutionsmischkristalle: Austausch (Substitution von Atomen)
- Einlagerungsmischkristalle: Atome mit geringem Durchmesser lagern sich in Lücken des Grundgitters ein

2. Gefüge unlegierter Stähle und Gußeisen

- dreizonige Gußstruktur: 1 Erstarrung beginnt an kältesten Stellen an den Formwänden, da die Unterkühlung sehr groß ist bilden sich zahlreiche Kristallkeime, die zu kleinen, polygonalen Kristalliten anwachsen (Äußere feinkristalline Zone I)
 - 2 Kristallisationswärme wird nach außen über die bestehenden Kristallite abgeführt
 - 3 Kristalle die in der Wärmeabgabelinie liegen wachsen schneller
 - 4 diese wandern in den Schmelzraum und es entsteht Zone II des Gußgefüges (Transkristallationszone)
 - 5 resultierend aus dem Unterschied des Wachstums in Richtung der Schmelze und andersrum nehmen die Transkristalle ihre längliche Form an
 - 6 grobkristalline Zone hier werden die Verunreinigungen (Keime) gelagert welche die Transkristalle vor sich her schieben

2.1 Einfluß des Kohlenstoff

2.2 Einfluß der Wärmebehandlung

- Normalglühen: Erwärmung auf 30 bis 50 °C über PSK Linie, danach an Luft abgekühlt
alle durch Härten, Vergüten, Überhitzen, Schweißen, Kalt- und Warmverformung erzeugten Gefügeveränderungen werden durch Normalglühen wieder aufgehoben, solange keine Schäden im Gefüge aufgetreten sind
- Weichglühen: Erwärmen bis dicht unter PS Linie, oder bei legierten Stählen (Pendelglühen), anschließend langsames Abkühlen
Ziel: Umwandlung der Zementitlamellen im Perlit damit Werkstoff weicher und zäher wird
- Rekristallisationsglühen: Glühen oberhalb der Rekristallisationstemperatur wird der Zwangszustand unter dem der Werkstoff steht, unter Bildung neuer Kristallite aufgehoben, somit erhält der Stahl seine Bildsamkeit und Zähigkeit wieder.
Rekristallisationstemperatur ist keine Materialkonstante
- Härten: Erwärmung des Stahls bis 30 bis 50 °C über PSK Linie, danach rasches Abkühlen mit dem Ziel ein martensitisches Gefüge zu erhalten, bzw. den Stahl eine hohe Härte zu geben oder in Für das Vergüten günstiges Gefüge zu geben
- Vergüten: Erwärmen eines gehärteten Stahls unter AC1 Punkt, danach schnelles Abkühlen an Luft oder durch Öl, der Zweck ist dem Stahl Bei hohen Festigkeitswerten eine hohe Zähigkeit zu geben

2.3

2.4 Seigerung in Stählen

- sind die Entmischungserscheinungen die beim Erstarren von Schmelzen auftreten können
- schichtenförmige Überlagerung der verschiedenen schweren Schmelzen die bei gewissen metallurgischen Verfahren auftreten
- Schwerkraftseigerung: in Systemen mit Mischungslücken in flüssigem Zustand, Legierungen die Dichteunterschied zwischen Primärkristallen und Restschmelze aufweisen
- Je größer Dichteunterschied desto eher kommt es zum Absetzen bzw. Hochsteigen der schweren bzw. leichten Kristalle
- Blockseigerung: entsteht dadurch das Transkristalle die Keime vor sich her schieben und im Blockinneren lagern (Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel)
- Umgekehrte Blockseigerung: besonders bei Kupfer- und Aluminiumlegierungen, Keime werden an Oberfläche gepresst oder gesogen

- Abart der umgekehrten Blockseigerung ist Gasblasenseigerung: während Erstarrung werden vorher gelöste Gase frei (CO, N₂, H₂), bei weitere Abkühlung nimmt der Druck in den Blasen ab und ziehen somit Keime aus dem Kern nach außen
- Kristallseigerung: Bildung der Mischkristalle

2.5 Gefüge von Gußeisen nach dem metastabilen und stabilen System

- nach dem metastabilen System kühlen reine Eisen-Kohlenstoff- Legierungen ab, mit den für Gußeisen charakteristischen Kohlenstoffgehalt
 - Gefügeausbildung: - mit 2,15 % C (Perlit mit Ledeburit und Sekundärzementit an Korngrenzen)
 - mit 2,5 % C (in Perlit zerfallene Gamma- Mischkristalle und Ledeburit (untereuthektisches Roheisen))
- bei stabilen System tritt die Graphitphase an die Stelle der Zementitphase
- es entstehen Graphiteutektikum (Austenit und Graphit)(Ledeburit) und Graphiteutektoid (Ferrit und Graphit)(Perlit) und Primär Graphit(Primärzementit) und Segregatgraphit(Sekundärzementit)

3 Methoden der Gefügeuntersuchung

- ist nur über Hoch- und Tieftemperaturmikroskopie möglich

3.1 Makroschliff

- Objekt wird meist in ursprünglicher Form belassen und mit Ätzmitteln bearbeitet

Bezeichnung	Anwendung
Oberhoffer-Ätzung	Schwefel und Phosphorseigerung, Verformungsstrukturen, Primärgefüge; Polieren erforderlich
Heynsche Ätzung	Schwefel und Phosphorseigerung
Abdruckverfahren nach Baumann	Schwefelverteilung
Adlerätzng	Unterscheidung von Schweißzone, Wärmeeinflußzone und Grundwerkstoff
Frysche Ätzung	Nachweis von Kraftwirkungsfiguren, Probe vorher anlassen
	Entwicklung des Primärgefüges und von Verformungsstrukturen. Nachweis von Flocken und Rissen, groben Schlacken
	Tiefe von Einsatzhärteschichten, Carbitstreifen in Schnellarbeitsstählen
	Ätzung auf Steadit in Gußeisen

- im Makroschliff sind Faserverläufe erkennbar

- Oberhoffer-Ätzung 30g Eisenchlorid, 1 g Kupferchlorid, 0,5 g Zinnchlorid, 50 cm³ Salzsäure, 500 cm³ Ethylalkohol, 500 cm³ Wasser
- Heynsche Ätzung 90g Kupferammoniumchlorid, 1000 cm³ Wasser
- Baumann Abdruck 5 % ige Schwefelsäure, Bromsilberpapier, Fixierbad

3.2 Mikroschliff

4 Schliffpreparation

- mechanische Schliffpräparation: Ziel glätten der Oberfläche
- meist genutzte Reihenfolge: Grobschleifen, Feinschleifen und Polieren
- als Schleifmittel: Siliciumcarbit, Aluminiumoxid, Zirkoniumoxid und Diamant
- Naßschleifen bewerteste Art
- Als Polierflüssigkeiten werden Wasser später ölige Flüssigkeiten verwendet