WIAP® Werkzeugmaschinen
Neumaschinen, Drehmaschinen, Sondermaschinen

Ermittlungsbericht
Untersuchung: 2017
Ort: bei einem grossen Konzern in Deutschland
Prüfkörper: geschmiedete Walze, 12,2 t
Werkstoff: 42CrMo4
Dok.-Nr. WM 680 E

WIAP MEMV VSR · ERMITTLUNGSBERICHT 2017

Walzen: Vibrieren statt Glühen

Geschmiedete Walzen aus 42CrMo4 im Versuch mit dem MEMV VSR Verfahren

Walzen werden bisher spannungsarm geglüht. Der Bericht zeigt, wie sich die Walzen mit Vibration entspannen lassen und worauf es bei Aufspannung und Messung ankommt.

12,2 t
Gewicht der geschmiedeten Walze aus 42CrMo4

rund 2 ×
stärkere Veränderung der ungeglühten Walze (70,3 gegenüber 35,8 m/s²)

400–800 mm
Walzendurchmesser für die neue Aufspannvorrichtung

3 Achsen
alle Achsrichtungen müssen angeregt werden

Die Frage

Geschmiedete Walzen werden üblicherweise spannungsarm geglüht. Die WIAP hat 2017 bei einem grossen Konzern in Deutschland untersucht, ob sich solche Walzen stattdessen mit dem MEMV VSR Verfahren entspannen lassen: Vibrieren anstelle von Glühen.

Verglichen wurden eine ungeglühte und eine geglühte Walze, beide aus 42CrMo4 mit 12,2 Tonnen Gewicht. Gemessen wurde, wie stark sich die Messwerte durch die Vibrationsbehandlung verändern.



Erreger und Aufspannung auf einer Walze, bereit für die Behandlung mit dem MEMV VSR Verfahren.

PRÜFKÖRPER	ZUSTAND
Walze 1	**ungeglüht**
Walze 1G	**geglüht, vor dem Versuch verzundert**

Verfahren. MEMV VSR, 3D-Vibrationsentspannung in mehreren Achsrichtungen. Verglichen wurden die Erreger LC 20 (20 t) und LC 50 (50 t); die gezeigten Messblätter stammen vom LC 20.

Was der Versuch beantwortet

Verhält sich eine vibrierte Walze wie eine geglühte? Wie stark ändern sich die Messwerte? Wie muss aufgespannt und gemessen werden, damit das Ergebnis aussagekräftig ist?

Warum an vielen Punkten messen

Die G-Verschiebung (Beschleunigung in m/s²) wird vorher und nachher an vielen Punkten gemessen. Sie zeigt, wie sich der Spannungszustand ändert.

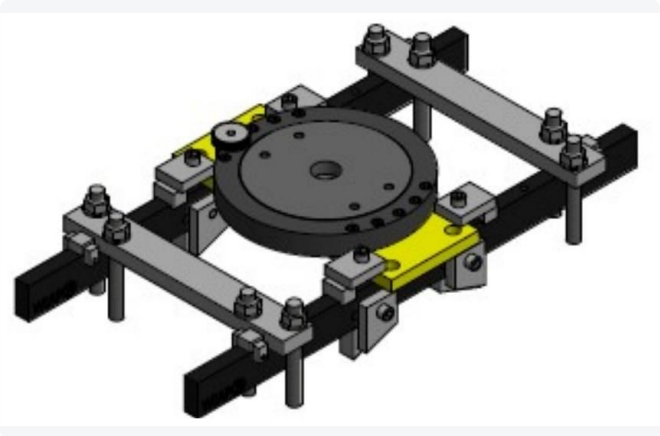
ANLAGE UND AUFSPANNUNG

Eine robuste Aufspannung entscheidet

Für die Walzen wurde eine neue Aufspannvorrichtung gebaut. Sie hält Erreger und Werkstück so zusammen, dass die Vibration wirklich im Bauteil ankommt.

- Die Anlage mit Protokolldrucker wird in Transportboxen verpackt transportiert.
- Die neue Aufspannvorrichtung ist für Durchmesser von 400 bis 800 mm ausgelegt, besteht aus mehreren Teilen und hat für Rundteile eine Aufspann-Drehvorrichtung. Sie ist die Basis für ein künftig genormtes Mehrachs-Vibriersystem.
- Bei Wellen wird die Vorrichtung an den Wellenenden aufgespannt.
- Geklemmt wird mit vier Klemmen zu je 17,6 Tonnen.
- Achs- und Drehrichtung ändert die Vorrichtung MEMV VSR DVM. Eine 9-Tonnen-Walze wurde damit im Vollautomaten entspannt.
- Verglichen wurden zwei Erreger an Walze 1: LC 20 (20 t) und LC 50 (50 t).
- Gummiunterlagen sind wichtig, künftig 100 × 120 × 200 mm. Ab 1,5 Tonnen pro Gummi wird doppelt unterlegt. So gelangen keine Schwingungen in die Räumlichkeiten.

Grundsatz. Nur eine robuste Aufspannung ermöglicht eine prozesssichere Entspannung. Wenn nur der Erreger rüttelt und sich das Werkstück nicht mitbewegt, ist die Verbindung zu schwach.



Aufspannvorrichtung für Rundteile (Konstruktionsmodell): Spann- und Drehvorrichtung als Basis eines Mehrachs-Vibriersystems.



Klemmen und Teile der neuen Aufspannvorrichtung, bereit zur Montage.



Erreger auf der Walze: Die Vorrichtung ist über Spannrahmen und Gewindestangen mit der Walze verbunden.



Gummiunterlagen unter der Walze: Sie verhindern, dass Schwingungen in die Halle übertragen werden.

MESSEN

Wie die Veränderung gemessen wurde

Im Versuch wurden drei Messmethoden gegenübergestellt. Entscheidend ist, wie viele Punkte gemessen werden und ob dies gleichzeitig geschieht.

Drei Messmethoden im Vergleich

1-Punkt-Messung

Herkömmliche Messung an der Stirnseite, direkt mit dem Steuergerät verbunden. Zusätzlich wird der Motorstrom gemessen.

Beurteilung: sagt etwas aus, aber nicht genug. Als Referenz nicht geeignet.

24-Punkt-Handmessung

Manuelle Messung an 24 Punkten pro Bauteil, seit etwa zwei Jahren erweitert im Einsatz.

Beurteilung: schneller und besser als die 1-Punkt-Messung. Von Punkt 1 bis 24 vergehen 2 bis 3 Minuten, darum weniger genau als der Datenlogger.

Datenlogger

Vier Datenlogger mit je drei Achsen erfassen alle Messpunkte gleichzeitig ab Beginn. Das System wird neu für sechs Datenlogger ausgelegt.

Beurteilung: genaueste Methode. Kein Zeitfehler, denn die Spannung ändert sich schon durch die ersten Lastspiele.

Prozessüberwachung

Eine Sonde erfasst den Prozess zusammen mit der Motorstromaufnahme. Das Protokollgerät zeigt mit einer Statusanzeige, wie gut die Entspannung erfolgt, und druckt nach jedem Prozess ein Protokoll aus.



Datenlogger: je Messposition drei Achsen.



Protokollgerät mit Bildschirm für den Prozessverlauf.



Statusanzeige: Wie gut ist die Entspannung gelungen?

Offene Fragen im Versuch. Was geschieht bei den Achsrichtungen mit den Totpunkten (Walze 1, 2, 3)? Wie wichtig ist die Befestigung des Erregers für die Anregung? Totpunkte sind Zonen, die je nach Montage des Vibrators gar nicht angeregt werden.



Erreger und Vorrichtung in der Seitenansicht.

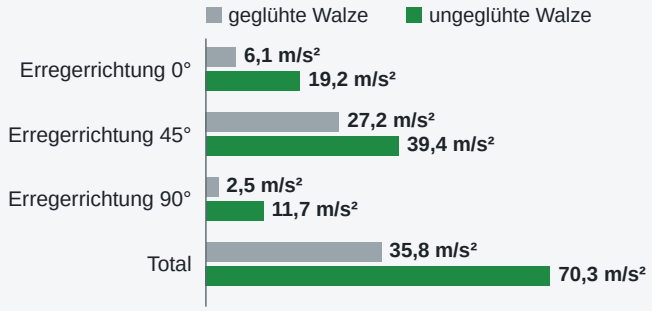
Messung am Bauteil

Gemessen wird die G-Verschiebung, also die Beschleunigung in m/s², vor und nach der Behandlung. Aus der Differenz aller Messpunkte ergibt sich, wie stark sich das Bauteil verändert hat. Je Erregerrichtung und je Achse wird die Summe gebildet.

ERGEBNISSE

Die ungeglühte Walze verändert sich doppelt so stark

Die Messblätter vergleichen eine geglühte und eine ungeglühte Walze. Alle Werte sind die Summe der Veränderungen zwischen vorher und nachher.



Summe der Veränderungen aller Messpunkte zwischen vorher und nachher, je Erregerrichtung. Messblätter, Erreger LC 20, Werkstückgewicht 12 200 kg.

JE ACHSE (M/S²)	GEGLÜHT	UNGEGLÜHT
X	28,5	31,7
Y	4,7	36,5
Z	2,6	2,1
Total X / Y / Z	35,8	70,3

Die ungeglühte Walze verändert sich insgesamt rund doppelt so stark wie die geglühte (70,3 gegenüber 35,8 m/s²). Bei der ungeglühten Walze liegt der grosse Anteil in der Y-Achse (36,5 m/s²), bei der geglühten in der X-Achse (28,5 m/s²).

Dritte Messung: Datenlogger an vier Messpunkten

Verglichen wurde der Zustand vor und nach der Behandlung an vier Messpunkten in je drei Achsrichtungen. Der Bericht gibt die Werte in G an, hier zusätzlich in m/s² (1 G = 9,81 m/s²).

VERSCHIEBUNG	GEGLÜHTE WALZE	UNGEGLÜHTE WALZE
gesamt	**ca. 40,6 m/s² (4,14 G)**	**ca. 110,7 m/s² (11,28 G)**
davon in 0°-Erregerrichtung	**ca. 6,6 m/s² (0,67 G)**	**ca. 70,9 m/s² (7,23 G)**

In der 0°-Richtung hat die geglühte Walze rund 10,8-mal weniger Verschiebung als die ungeglühte.

Wie die Zahlen zu lesen sind. Laut Bericht zeigt die G-Verschiebung, wie Spannungen abgebaut werden. Die geglühte Walze verändert sich deutlich weniger, in der Längsachse (0°) kaum. Auch sie hat aber nicht alle Spannungen abgebaut (4,14 G).

Alle Achsen anregen

Jede Achsrichtung zeigt einen Abbau der Spannungen, unabhängig vom Startwinkel. Darum müssen alle drei Achsrichtungen angeregt werden.

Datenlogger vor Handmessung

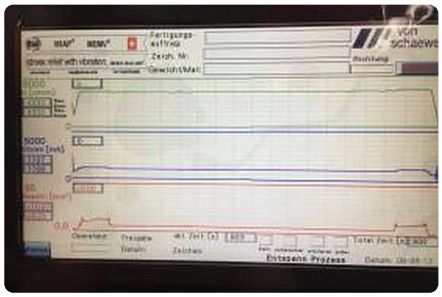
Alles wird von Beginn an gleichzeitig und identisch gemessen. Der Fehler der Einzelmessung entfällt.



Messaufnehmer an der Stirnseite der Walze (herkömmliche Messmethode).



Sonde für die Prozessermittlung, zusammen mit der Motorstromaufnahme.



Protokoll: wird nach jedem Prozess ausgedruckt.

ERKENNTNISSE UND AUSBLICK

Was daraus folgt

Was der Versuch zeigt

- Vibrieren kann bei geschmiedeten Walzen das Spannungsarmglühen ersetzen. Die vibrierte Walze verhielt sich nach Kundenaussage wie eine konventionell entspannte.
- Eine perfekte Aufspannung ist entscheidend. Wichtig ist das Verhältnis von Spannweite zu Spannbreite. Eine Klemmung mit 100 Tonnen ist besser als eine mit 50 Tonnen.
- Mehrpunkt-Messungen mit Datenlogger sind die aussagekräftigste Methode.
- Das Verfahren entspannt nicht nur Schweisskonstruktionen, sondern auch geschmiedete Teile, die bisher geglüht wurden.

Ausblick

- Die Software wird so erweitert, dass die Verschiebekurven über die gesamte Laufzeit erfasst werden. Die Daten liegen vor, die Auswertung braucht noch Nacharbeit.
- Das Datenlogger-System wird für sechs Logger ausgelegt.
- Die Aufspannvorrichtung soll künftig genormt werden.

> **Kundenaussage aus der Praxis.** «Wellen verhalten sich unauffällig, d. h. verhalten sich wie konventionell entspannte Wellen.»

SCHLUSSWORT

Alle Zonen erreichen

Die WIAP führt seit 2014 intensive Untersuchungen durch. Das alte Metallentspannen mit Vibration funktionierte, wurde aber ungenügend kontrolliert. Darum wurde eine neue Messmethode entwickelt.

Was die G-Verschiebung zeigt

Die G-Verschiebung zeigt, wie Spannungen abgebaut werden. Vor allem Vielpunkt-Messungen machen sichtbar, dass viele Bauteile Knoten- oder Totpunkte haben. Je nach Montage des Vibrators werden diese Zonen gar nicht angeregt.

Laut Bericht werden beim 2-Achs-Vibrieren in der Regel nur etwa 30 bis 60 % der Spannungen abgebaut. Das neue WIAP Verfahren erreicht heute alle Zonen. Neu können auch flammgerichtete, geschmiedete und ausgebrannte Platten entspannt werden.

Resümee

- Vibrieren kann bei geschmiedeten Walzen das Spannungsarmglühen ersetzen.
- Wesentlich ist eine robuste Aufspannung.
- Alle drei Achsrichtungen müssen angeregt werden.
- Datenlogger-Messungen mit mehreren Messpunkten sind am aussagekräftigsten.

> Neben der Handlösung gibt es einen Vollautomaten, in dem die Achsrichtungen mehrachsig angefahren werden. Ausführliche Beschreibungen sind in den Patentanmeldungen enthalten.

Patentgrundlage

ANMELDUNG	DATUM	GEGENSTAND
778/14	23.5.2014	Vorrichtung für das 3D-Vibrieren (Verfahren und Vorrichtung zur Vibrationsentspannung von Werkstücken)
672/16	26.5.2016	Schraubzwinge
407/17	27.3.2017	Vielpunktmessung G-Verschiebung (Verfahren zur Messung der Eigenspannung von Werkstücken)
772/17	10.4.2017	Vorrichtung für das Mehrachsrichtung-Vibrieren

Die Patentfamilie umfasst heute neun Anmeldungen aus den Jahren 2014 bis 2025. Wenn es Sie interessiert, fragen Sie uns bitte an.

Quelle. Ermittlungsbericht WIAP MEMV VSR zu Walzen (Untersuchung 2017). Kunde und Betrieb anonymisiert. Zusammenfassung in eigenen Worten, Zahlen aus dem Bericht; Werte der dritten Messung (G) mit 1 G = 9,81 m/s² umgerechnet.

WIAP AG Ltd SA
Industriestrasse 48L
CH-4657 Dulliken

Tel +41 62 752 42 60
wiap@widmers.info
www.wiap-ag.ch