

WIAP MEMV VSR · ERMITTLUNGSBERICHT 2019

Ringe: Verzug vor dem Fräsen lösen

Vibrationsentspannen zusammengespannter Ringe aus S355 gegen Verzug beim Konturfräsen

Auch geglähtes Material enthält Spannungen, die erst bei der Bearbeitung frei werden. Der Versuch zeigt, wie zwei zusammengespante Ringe in fünf Richtungen entspannt werden und was das für den Verzug nach dem Konturfräsen bedeutet.

0,5 mm

Verzug nach dem Konturfräsen vor der Behandlung

praktisch 0

Verzug nach der Behandlung laut Kundenrückmeldung

101 m/s²

Veränderung total über fünf Richtungen (ca. 10,3 G)

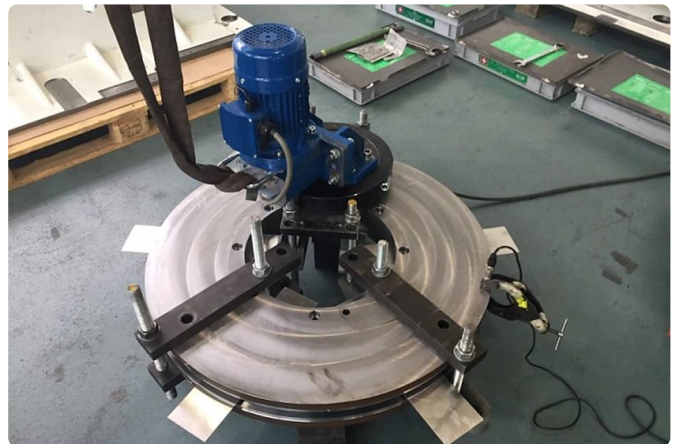
52,5 t

Spannkraft: drei Schrauben M24 / 8.8 zu je 17,5 t

Ausgangslage

Bestellt wurde ein Zuschnitt aus S355J2+N (geschmiedet, normalgeglüht, vorgedreht). Die Ringe wurden vorbearbeitet und zweimal gegläht. Trotzdem verzogen sie sich nach dem Konturfräsen um 0,5 mm.

Bei der Bearbeitung werden Schaufeln herausgefräst, danach wird durchgestochen und der innere Befestigungsring weggefräst. Nach diesem Durchstich verzieht sich das Bauteil um 0,5 mm, obwohl das Rohmaterial gegläht ist.

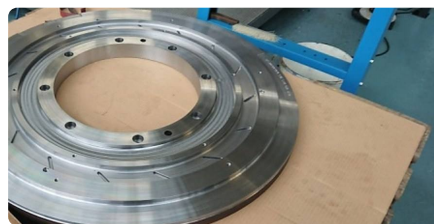


Zwei zusammengespante Ringe während der MEMV VSR Behandlung.

Ziel des Versuchs. Die Ringe sollten vor dem Konturfräsen mit MEMV VSR so entspannt werden, dass dieser Verzug nicht mehr auftritt.



Vorgedrehte Ringe.



Geglühte Ringe aus S355.



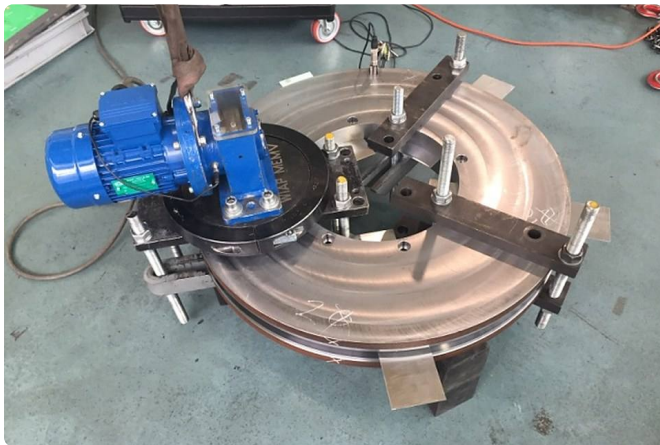
Ring nach dem Konturfräsen.

Zwei Ringe, ein Bauteil

Damit beide Ringe gleich angeregt werden, müssen sie fest zusammengespannt sein. Eine Aluminiumlage schützt die Auflageflächen.

- Je zwei Ringe werden aufeinander zusammengespannt und wie ein Bauteil behandelt. Das senkt den Zeitaufwand, weil in fünf Richtungen entspannt wird.
- Gespannt wird an drei Stellen mit Schrauben M24 / 8.8, je 17,5 Tonnen, zusammen 52,5 Tonnen.
- Zwischen den Ringen liegt Aluminium, damit der obere und der untere Ring nicht beschädigt werden.
- Generell wird M24 verwendet, damit immer genügend Spannkraft vorhanden ist. So kann auch die Eigenresonanz problemlos ein- und ausgeschaltet werden.
- Sind die Werte am oberen und unteren Ring zu unterschiedlich, ist die Verbindung nicht gut genug. Dann wird nachgespannt oder es werden mehr Spannbridgen gesetzt.

Grundsatz. Beide Ringe sollen etwa gleich angeregt werden. Zusammengespannte Bauteile müssen gut verbunden sein.



Aufspannung: drei Spannstellen mit M24 / 8.8, zusammen 52,5 Tonnen.



Aluminium zwischen den Ringen. Messung am oberen Ring: 32,9 m/s² (3,29 G) Anregung.

Wie die Behandlung gemessen wird

Gemessen wird die G-Verschiebung (Beschleunigung in m/s²) zu Beginn und am Ende jeder Richtung. Die Messpunkte liegen an beiden Ringen: X1 bis X2, Y1 bis Y4 und Z1 bis Z3 oben sowie entsprechend unten.

Am oberen Ring wurde eine Anregung von 32,9 m/s² gemessen. Am Boden neben der Aufspannung zeigte das Messgerät 0,0 m/s² (0,00 G): Es wird keine Schwingung auf den Boden übertragen.



Messgerät am Boden: 0,0 m/s², keine Schwingungsübertragung.

Fünf Richtungen, je 8 Minuten

Jede Anregungsrichtung erreicht andere Zonen. Erst mehrere Richtungen erfassen fast das ganze Bauteil.

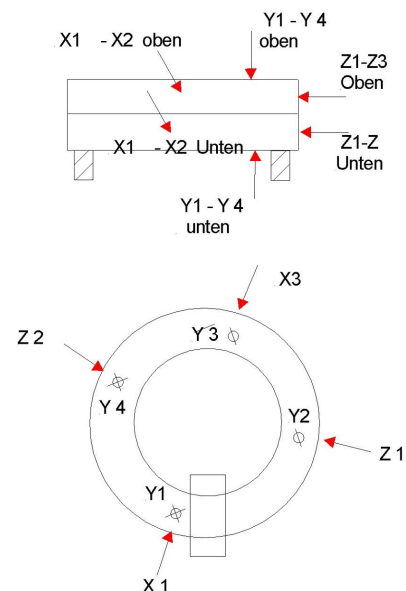
D1 liegt immer in der langen Linie zur Grundplatte. Gefahren wurde in der Reihenfolge D3, D2, D1, D4 und D5, laut Protokoll je 8 Minuten.

RICHTUNG	WINKEL	DREHZAHL BEGINN	DREHZAHL ENDE	STROM BEGINN	STROM ENDE
D1	0°	4920 min ⁻¹	4960 min ⁻¹	1,61 A	1,52 A
D2	45°	4620 min ⁻¹	4630 min ⁻¹	1,45 A	1,43 A
D3	90°	5360 min ⁻¹	5350 min ⁻¹	1,78 A	1,77 A
D4	135°	5120 min ⁻¹	5160 min ⁻¹	1,75 A	1,63 A
D5	vertikal	3660 min ⁻¹	3640 min ⁻¹	1,14 A	1,10 A

Jede Richtung regt andere Zonen an

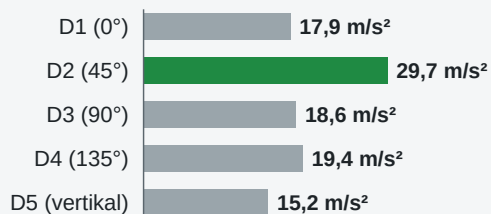
Mit dem früheren System vor MEMV VSR wurden nicht immer alle Zonen erreicht. Laut Messprotokoll werden mit D1 bis D5 fast alle Zonen angeregt.

Für weitere Projekte sind zusätzliche Richtungen D6 bis D9 vorgesehen, um auch Restzonen anzuregen. Dafür wurde 2019 eine Drehvorrichtung gebaut.

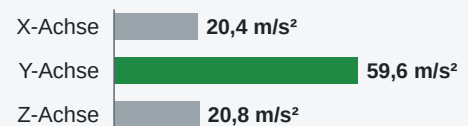


Festlegung der Messpunkte: X, Y und Z am oberen und unteren Ring.

Ergebnis: Veränderung je Richtung



Summe der Veränderungen zwischen Beginn und Ende je Richtung (Protokoll vom 10. Mai 2019).



Veränderung je Achse. Y ist senkrecht zur Ringebene.

Auch geglühtes Material hat Restspannungen

101 m/s²

 Veränderung total, ca. 10,3
G (1 G = 9,81 m/s²)

Die totale G-Verschiebung lag über 10 G, immer am selben Punkt vorher und nachher gemessen. Von den Richtungen bewirkt D2 (45°) mit 29,7 m/s² die grösste Veränderung.

59,6 m/s²

 davon Y-Achse, senkrecht
zur Ringebene

- Nach der Behandlung trat beim Konturfräsen praktisch kein Verzug mehr auf, vorher waren es 0,5 mm. Das gilt, obwohl das Material schon normalgeglüht war.
- Jede Anregungsrichtung erreicht andere Zonen.
- Oberer und unterer Ring sollen gleich angeregt werden, sonst wird nachgespannt.
- Die Lagerung überträgt keine Schwingung auf den Boden.

Rückmeldung des Kunden nach dem Konturfräsen: «Der Verzug ist praktisch 0. Das hat scheinbar gut geklappt.»

Wirtschaftlichkeit

Bei kleinen Einzelteilen ist der Aufwand für MEMV VSR im Verhältnis zum Spannungsarmglühen meist zu gross.

Werden mehrere Bauteile zusammengespannt, sinken die Kosten pro Bauteil deutlich. Dann kann sich MEMV VSR auch anstelle des Spannungsarmglühens lohnen. Mehrere Projekte wurden bereits erfolgreich zusammengespannt. Die Normierung erfolgt in der Richtlinie WIAP MEMV VSR WM 980.

Resümee

- Zwei zusammengespannte Ringe aus S355 wurden in fünf Richtungen entspannt.
- Die Veränderung lag bei 101 m/s² (über 10 G), vor allem in der Y-Achse.
- Der Verzug nach dem Konturfräsen ging von 0,5 mm auf praktisch 0 zurück.
- Wirtschaftlich wird das Verfahren bei kleinen Teilen durch das Zusammenspannen mehrerer Bauteile.

Das Verfahren löst auch bei bereits geglühten Bauteilen Restspannungen, die sonst erst bei der Bearbeitung als Verzug sichtbar werden. Wenn es Sie interessiert, fragen Sie uns bitte an.

Quelle. Ermittlungsbericht WIAP MEMV VSR zu zusammengespannten Ringen, Untersuchung 10. Mai 2019, beim Kunden. Kunde anonymisiert. Zusammenfassung in eigenen Worten, Zahlen aus dem Bericht und dem Protokoll; G-Werte 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