WIAP® MEMV®

WM811 Band 1 Kurzversion

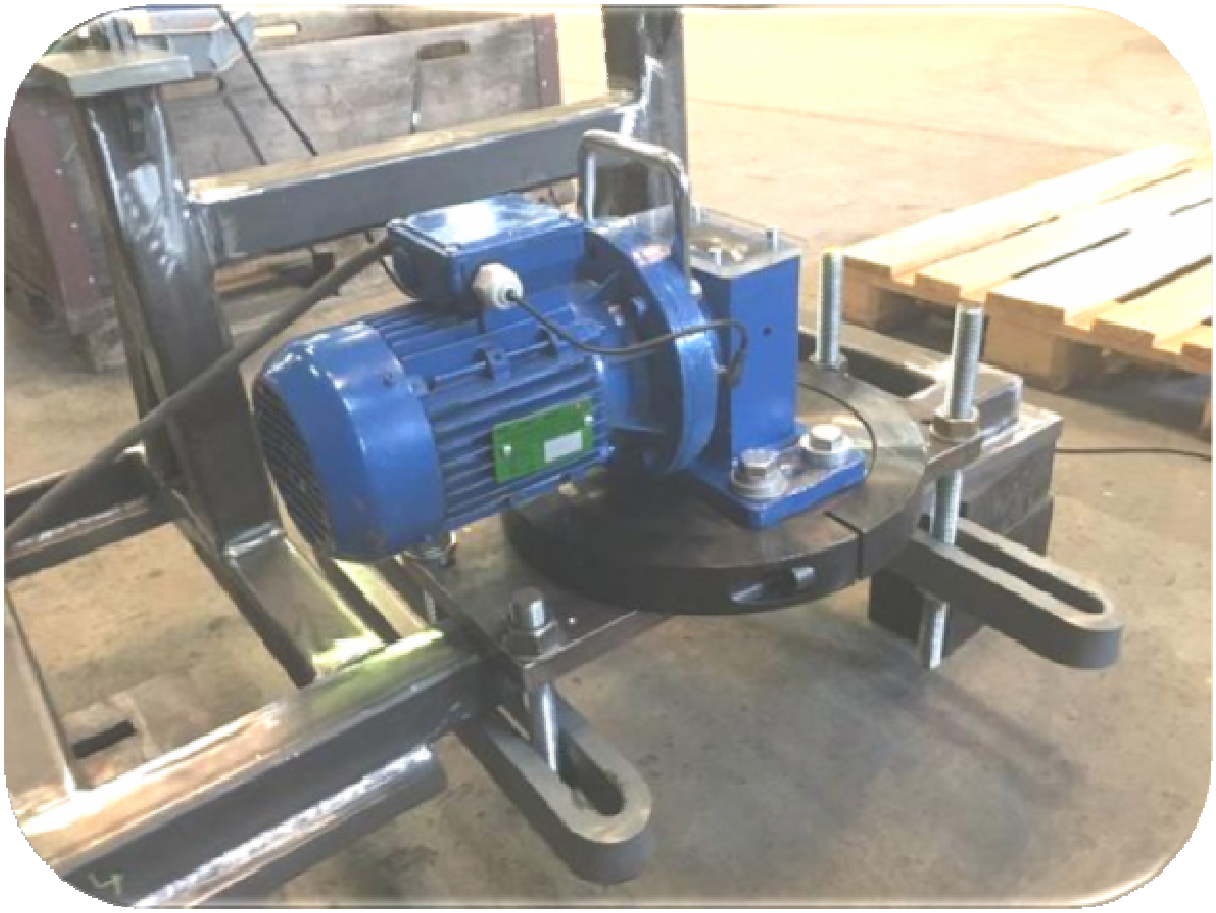
Metall entspannen mit Vibration, WIAP MEMV

Die Alternative zum Spannungsarm Glühen

Die ideale Methode für einen genauen Werkzeugmaschinenbau.

Für flammgerichtete Formrohre; hydr. gerichtete Bauteile, ausgebrannte Platten, Schweisskonstruktionen, Walzen und vieles mehr.

Die WIAP AG Schweiz, Ihr Partner



BERICHT WM_811: JULI 2017

Die WIAP® MEMV® Anlage komplett mit Drucker. Auf dem Bild Jim-Peter Widmer .

Der V-Erreger OV20 auf der DV Vorrichtung. Links Sven Widmer, rechts Jim-Peter Widmer.

Links 2Stk. 12 Tonnen Walzen zum WIAP® MEMV® behandeln.

Eine komplette WIAP® MEMV® Anlage; verpackt in Transportboxen für die externe Lohnarbeit und interne Betriebsordnung.

1A) EINFÜHRUNG

Beim Bearbeiten von Werkstücken aus Metall, beispielsweise beim Schweissen, entstehen im Werkstück Spannungen. Diese unerwünschten Spannungen bleiben im Werkstück zurück. Auch Giessen, Schmieden oder maschinelle Bearbeitungen können bleibende Spannungen hervorrufen. Diese Eigenspannungen verringern die Belastbarkeit des Werkstücks und können sich auch negativ auswirken, wenn das Werkstück einer weiteren, insbesondere spanabhebenden Bearbeitung, unterzogen werden soll. Neben der beeinträchtigten Formstabilität kann auch die spätere Korrosionsbeständigkeit des Werkstücks leiden. Bekannt und verbreitet ist das Entspannen von Werkstücken durch Erwärmen oder Glühen. Das ist aber zeitraubend, energieaufwendig und teuer. Es ist aber auch bezüglich des Werkstücks nicht unproblematisch, denn sowohl das Erwärmen als auch das Abkühlen können leicht dessen dimensionale Stabilität verändern und das Werkstück verziehen. Flammgerichtete und hydraulisch resp. mechanisch gerichtete Werkstücke weisen lokal einen Spannungszustand auf, der mit der Umgebung im Gleichgewicht steht. Wird dieses Werkstück geglüht, stellt sich durch Deformation ein neuer Spannungszustand ein und das Werkstück ist dann krumm. Eine nachträgliche Bearbeitung wird dann

keinen grossen Einfluss auf die Geradlinigkeit haben. Zudem bildet sich während des Glühens Zunder, der in einem weiteren Arbeitsschritt wieder von der Werkstückoberfläche zu entfernen ist. Beispielsweise durch Sandstrahlen, was zu neuen Spannungen im Werkstück führen kann. Bereits vor Jahrzehnten wurde vorgeschlagen, die im Metall durch die Bearbeitung verursachten Eigenspannungen durch Rütteln oder Vibration des Werkstücks wieder abzubauen. Hierzu wird das Werkstück auf einem Schwingungstisch oder mittels einer angesetzten Vibrations-vorrichtung gerüttelt oder in Vibrationen versetzt. Das kann über 5 bis 30 Minuten sein. Bei grösseren und schwereren Werkstücken wurden auch wesentlich längere Vibrationszeiten bekannt, was allerdings aus verschiedenen Gründen zu vermeiden ist. Beim Vibrieren werden die Eigenspannungen über das ganze Werkstück in ein Gleichgewicht gebracht, also nicht nur an der Oberfläche. Das Werkstück kann weiter bearbeitet werden. Der Eigenspannungsabbau ist zu Beginn der Vibration am stärksten, die Wirksamkeit flacht danach aber recht schnell ab. Dieses Verfahren ist häufig mit mehreren Unbekannten verbunden und bedarf einiger Werkstoff- und Sachkenntnis oder entsprechender Anleitung. Obwohl es gegenüber dem Wärmeentspannen zahlreiche Vorteile aufweist, nämlich geringer Zeit- und Energieaufwand, Vermeidung des Wärmeverzugs und von Zunderverunreinigungen des Werkstücks, wird der Einsatz des Vibrationsentspannens häufig gescheut, weil noch ungenügende Ermittlungen mit klaren Parametern festgelegt wurden.

Es gibt drei Arten von Eigenspannungen. Die Eigenspannung erster Art ist makroskopisch und entsteht thermisch dadurch, dass sich der Rand und der Kern eines Werkstücks nach entsprechender Erwärmung unterschiedlich schnell abkühlen. Bei den Eigenspannungen zweiter Art kommt es durch Phasenumwandlungen oder Bildung von Ausscheidungen zu lokalen Gefüge-verspannungen. Bei den Eigenspannungen dritter Art sind Versetzungen von einem Spannungsfeld umgeben. Voraussetzung für die vielfach nachgewiesene, erfolgreiche Formstabilisierung durch Vibration ist ein Abbau der makroskopischen Eigenspannungen im Werkstück, das heisst, der Spannungen erster Art. Der Spannungsabbau bedingt ein zumindest lokales Überschreiten der Fliessgrenze, was durch verschiedene Faktoren beeinflusst wird. Genannt seien hohe Eigenspannungen, die von gleichgerichteten Lastspannungen überlagert sind oder lokale Überhöhungen von Last- und Eigenspannungen durch Kerben, Risse oder Fehlstellen. Die Schwierigkeit liegt darin, dass die Eigenspannungen eines Werkstücks bisher kaum messbar sind. Zumal das Werkstück zu diesem Zweck nicht zerstört werden darf. Vielmehr werden Begleiterscheinungen gemessen. Zwar hat man beispielsweise versucht, Werkstücke zu röntgen, doch erkennt man damit nur oberflächennahe Bereiche. In Metall verarbeitenden Fabriken und Werkstätten sind diese eher für Testlabore tauglichen Vorgehensweisen kaum durchführbar. Es wurde auch versucht, mit Bohrlöchern den Spannungsabbau nachvollziehen zu können, was aber bestenfalls nur Rückschlüssen auf den Bohrlochbereich erlaubt. Ferner hat man mit beschränktem Erfolg versucht, durch Messung des sich verändernden Stromverbrauchs des zum Antrieb eines Exzenters eingesetzten Elektromotors Rückschlüsse auf den Fortgang der Vibrationsentspannung zu ziehen. Auch das ist letztlich nur wenig aussagekräftig und auf das ganze Bauteil rückzuschliessen, ohne Zonen Informationen zu haben. Selbst das Ansetzen eines Sensors am Werkstück führt nicht wirklich zu zuverlässigen Ergebnissen. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse setzt sich das neue WIAP® MEMV® Verfahren die Aufgabe, die

Messung der Eigenspannung von Werkstücken zu schaffen, die beim Vibrationsentspannen einsetzbar ist, für metallverarbeitende Betriebe praxistauglich ist und zu zuverlässigen Messergebnissen führt. Dank der durch das WIAP® MEMV® Verfahren gewonnen Werte hinsichtlich der Eigenspannung von Werkstücken lässt sich die darauf folgende Entspannung, das heisst, der Spannungsabbau und die Formstabilisierung der Werkstücke besser und zielgerichteter durchführen. Dies gilt insbesondere für die Vibrations-entspannung. Hauptsächlich zu Prüfzwecken ist dieses Messverfahren aber auch allgemein zur Feststellung von Eigenspannungen einsetzbar, selbstredend auch bei Werkstücken, die auf anderem Weg entspannt wurden. Man hat immer gedacht, ein Werkstück vibriere dabei gleichmässig, das heisst, an jeder Stelle seiner Fläche und seines Volumens annähernd gleich. Durch viele Versuche mit dem WIAP® MEMV® Verfahren wurde jedoch erkannt, dass dem gar nicht so ist. Tatsächlich ergeben sich bei der Vibrationsentspannung Bereiche, in denen der Werkstoff des Werkstücks anders auf die induzierte Vibration reagiert. Der G-Wert, wobei 1G = 9,81 m/s^2 entspricht, ist nicht überall gleich. Vielmehr verschiebt und verändert sich dieser G-Wert über die Vibrationsachse unterschiedlich, entsprechend den dort jeweils herrschenden, unterschiedlichen Eigenspannungen des jeweiligen Werkstücks. Durch das neue WIAP® MEMV® Verfahren wird dies exakt erkannt, was zu deutlich besseren Entspannungsergebnissen durch die Vibrationsentspannung genutzt werden kann. Durch gezielteres Arbeiten können zudem sowohl der Zeit- als auch der Energieaufwand stark verringert werden.

*Geglühte Walze verzundert vor dem Versuch. Sven Widmer beim Vorbereiten des **WIAP® MEMV®** Versuchs.*

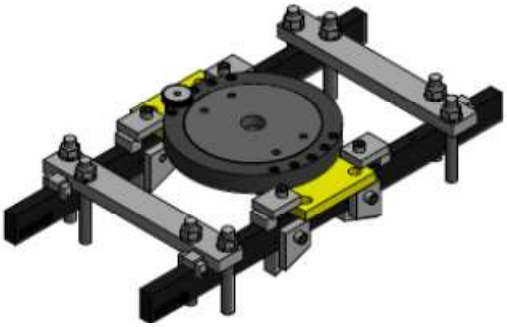
AV und DV Aufspannvorrichtung ausgelegt; ab 100 mm bis Durchmesser 800 mm.

*2 Walzen, wovon eine mit Vibration entspannt wurde. Anstelle die zweite Walze mit **WIAP® MEMV®** zu entspannen, wurde eine geglühte Walze genommen. Links Jim-Peter Widmer; rechts Hans-Peter Widmer*

Wellen Typ, bei welcher am Wellenenden die Vorrichtung aufgespannt wurde. Bild: Jim Widmer

Drehvorrichtung Seitenansicht. Für ein künftig genormtes WIAP® MEMV® Mehrachsvibrieren System. Spann- und Drehvorrichtung

WIAP® MEMV® Aufspannvorrichtung 400 bis 800 mm.



Aufspann-Drehvorrichtung für runde Bauteile.

*Walzen werden für die **WIAP® MEMV®** Entspannung vorbereitet.*

Geglühte Walze Nr. 1G

Detail Bericht MEMV WM850_10_b

Die neue Aufspannvorrichtung. Die Festklemmung muss mit 140 Tonnen anstelle 70 Tonnen erfolgen. D. h. mit 8 x 17,6 Tonnen Klemmen.

Diese Datenermittlung (stirnseitig) ist direkt mit dem Steuergerät verbunden. Damit werden gleichzeitig der Motorstrom und die Ampere gemessen.

Mit vier/ acht Datenlogger wurden je drei Achsen gemessen, um die herkömmlichen Resultate als Kontrolle verwenden zu können. Das System neu wird für 6 und 8 Datenlogger ausgelegt.

Die geglühte Walze, welche mit mehreren Messpunkten verkabelt ist, um den Vergleich zwischen geglüht und ungeglüht mit 3 Messmethode zu ermitteln.

Die Gummiunterlagen sind sehr wichtig. Künftig wird die Gummigrösse 100x120x200 verwendet. Wenn über 1,5 Tonnen auf einem Gummi doppelt unterlegen. Es werden keine Schwingungen in die Räumlichkeit übertragen.

*Achs- und Drehrichtungsveränderung Vorrichtung **WIAP® MEMV®** DVM*

***WIAP® MEMV®** Protokollgerät mit Status Anzeige des Enstpannungsprozesses.*

Protokoll, welches nach jedem MEMV® Prozess ausgedruckt wird und die G Verschiebung zwischen vorher und nachher ermitllete zudem Amp. und Drehzahl Verschiebung.

Status Anzeige, wie gut die Entspannung erfolgte. Nach jedem Durchlauf wird die Verschiebung ermittelt und festgelegt wie gut der Entspannungsprozess war.

G-Sonde: (1 G = 9,8 m/s2) zur Prozessermittlung. Zusammen mit der Motorstromaufnahme, Ampere, was auch den Prozess erfasst.

*Robuste Aufspannvorrichtung, welche mit 140 Tonnen am Bauteil angeklemmt ist. Es ermöglicht eine prozessichere **WIAP® MEMV®** Entspannung ohne Aufspannvorrichtungsfehler.*

Eine verzunderte geglühte Walze. Das WIAP® MEMV® Verfahren erreicht dasselbe Resulat wie Glühen. Auf dem Bild: Sven Widmer

G Verschiebung		Ungeglühte Walze	Geglühte Walze
(1 G = 9,8 m/s2)			
Veränderung Total Grad	0	19,2	6,1
Veränderung Total Grad	45	39,4	27,2
Veränderung Total Grad	90	11,7	2,5
Total Grad 0,45 und 90		70,3	35,8
Total Verschiebung Achse	X	31,7	28,5
Total Verschiebung Achse	Y	36,5	4,7
Total Verschiebung Achse	Z	2,1	2,6
Total Verschiebung X/Y/Z		70,3	35,8

G Verschiebungsmessung zwischen vorher und nachher Vergleich einer geglühten und ungeglühten Walze.

Das Bauteil mit mehreren Erhitzungsstellen durch das Flammrichten.

Dieses Verfahren dient zum Richten von verformten Bauteilen, Korrigieren des Verzuges von Schweisskonstruktionen, sowie zum Richten von Profilen und grossflächigen Teilen.
Auch dünne Bleche wie Kastenkonstruktionen, Maschinenbetten, Maschinenständer sind typische Aufgaben für das Flammrichten. Ein Teil des Metalls wird durch die Acetylen Sauerstoff- Flamme örtlich begrenzt erwärmt. Dabei tritt infolge behinderter Wärmeausdehnung eine bleibende Stauchung ein. Das heisst, es hat zwischen den Zonen der verfärbten Gegend und der unverfärbten Gegend eine andere Spannung als im Mittelpunkt der Verfärbung. Somit können gewünschte Formen wieder hergestellt werden. Darüber hinaus kann Flammrichten zur Formgebung eingesetzt werden.

Das Bauteil wurde flammgerichtet.

Es kann z.B. beim Schweissen ein entstandener Winkelverzug gerichtet werden, eine geringe Biegung von Platten erreicht werden, Profile stark verbiegen, krumme Stahlplatten oder verzogene Rahmen korrigieren und den korrigieren und den Durchmesser von Zylindern verringern.

Flammrichtpunkt

Bei der Bearbeitung von allgemeinen Baustählen, Feinkornbaustählen, sowie Stählen mit einem Kohlenstoffgehalt von mehr als 0,05% sollte eine oxydierende Flamme verwendet werden. Die Temperatur von 650°C (Dunkelrotglut) sollte hierbei nicht überschritten werden. Bei Aluminium und Aluminiumlegierungen sollte die Temperatur nicht über 350°C bis 400°C liegen und ist von Material und Legierung abgängig.

3c) Vorteile des Flammricht-Verfahrens

1. Konkurrenzlose Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit der Acetylen Sauerstoff-Flamme
2. Schnellere und werkstoffschonende Beseitigung des Werkstückverzuges
3. Beseitigen von Schweissverzügen statt Verschrottung
4. Für alle metallischen, schweissbaren Werkstoffe geeignet (Hochfeste Stähle nur bedingt geeignet)
5. DVS – zertifiziertes Verfahren für Zulassung nach DIN EN 1090
6. Hohe Mobilität. (Einsatz ohne Stromversorgung möglich)

Flammrichten verursacht jedoch ein Problem:

Nämlich der Verzug während der Bearbeitung. Ein Glühen nach dem Flammrichten hat zur Folge, dass sich das Bauteil in die ursprüngliche verzogene Position zurück bewegt. Nach dem neuen WIAP® MEMV® Verfahren gibt es kein Verzug nach der Bearbeitung. D.h. das WIAP® MEMV® Entspannen beseitigt die Spannungen in den Zwischenzonen, wo es durch das Flammrichten rotglühend war und der unverfärbten Zone, wo eine Stauchung erfolgte. Diese, durch Wärme erzeugte Spannungen, werden durch das neue WIAP® MEMV® Vibrations-entspannen so verteilt, dass zwischen den kalten Stauchzonen, welche sich durch das Flammrichten nicht ergaben, mit dem WIAP® MEMV® Verfahren verteilt werden und somit ein Verzug bei der Bearbeitung verhindert wird.

"Das Bauteil verliert nebst den Spannungen auch den Zunder durch das WIAP ®MEMV® Verfahren."

Die Messonde protokolliert den Prozess.

Wichtig ist eine gute Gummiunterlagerung. Diese sollte eine genügende Höhe/Dicke haben, damit keine Schwingungen in ein Fabrikgebäude übertragen werden. Zudem ist die Protokollierung ohne Fehler.

Über 20 Tonnen ist das Werkstückgewicht. Die WIAP AG hat Anlagen für 5, 20, 50, 100 und 200 Tonnen.

3D) Mehr als eine Alternative

Mehr als nur eine Alternative zum Spannungsarm Glühen. Dank dem neuen erweiterten Verfahren WIAP® MEMV® (Metall entspannen mit Vibration).

Wenn eine warmgewalzte Konstruktion genommen wird, welche auf Torsion und Geradheit in mehreren mm verzogen ist, diese flammrichten, dann in die Glüherei bringen, kommt das Werkstück nach dem Glühen durch den Wärmeeinfluss wieder in die verzogene Grundposition zurück.

Mit dem WIAP® MEMV® Verfahren kann das flammgerichtete Werkstück vibriert werden. Die achsspezifizierte Exzenterstufen-Einstellung ermöglicht, dass der V-Erreger Prozess auch mit einer maximalen Drehzahl erfolgen kann, ohne dass eine zu extreme Auslenkung erfolgt. Alle Achsen werden angetastet. Mit 24 Messpunkten werden der genaue Verlauf und die Veränderungen ermittelt und auch protokolliert. Bei der drauffolgenden Bearbeitung verzieht sich das Werkstück nicht. Das heisst, das Vibrationsentspannen hat jetzt mit der MEMV® Entspannungs-methode Vorteile gegenüber dem Glühen, weil sich die Spannungen ausgleichen.

Der Vorzug des MEMV® WIAP® Verfahrens zusammengefasst:

Richten Sie ein Bauteil und bearbeiten es, verwirft es sich.

Richten Sie ein Bauteil, vibrieren es nach dem neuen WIAP® MEMV® Verfahren, gibt es nach der Bearbeitung gar keinen Verzug.

Richten Sie ein Bauteil und geben es in die Glüherei, verzieht es sich wieder, ausser Sie würden es mechanisch im Ofen in der Position festhalten, was aber nicht einfach ist. D.h. Sie richten es noch einmal, bearbeiten und es verzieht sich erneut.

Dieses neue und verbesserte WIAP® MEMV® Verfahren ist der Schlüssel, warum das Metallentspannen mit Vibration ein Vorteil gegenüber dem Glühen hat.

Es ist auch wichtig zu wissen, dass sich ermitteln lies, dass das WIAP® MEMV® Verfahren lokal an Zonen, nicht nur mit Wärme, sondern auch mit Schwingungen, Spannungen abbaut und zwar so kontrolliert, dass kein Rückverzug eines gerichteten Bauteils erfolgt.

Es ist jedoch sehr wichtig, eine 100% kontrollierte Vibrationsentspannung durchzuführen. Es braucht eine sehr gute Befestigung zwischen dem Bauteil und dem V-Erreger. Die Energie Einbringungs-richtung spielt eine wichtige Rolle. Die in einem Bauteil immer vorhandenen Totpunkte müssen ermittelt resp. auch immer gut beachtet werden.

Das nachfolgende Protokoll zeigt den heutigen Messablauf beim Verfahren WIAP® MEMV®.

Unterteil der Drehvorspannvorrichtung

***WIAP® MEMV®** Prozess dauert 3 x 12 Minuten, 2D, 3D und 4D; 2D = 0°, 3D = 45° und 4D = 90°*

WIAP® MEMV® *Steuergerät führt den ganzen Prozess automatisch aus. Bei zuviel G oder zuviel Ampere reduziert die Hertz/ Drehzahl. Bei Aussreissern, welche die Sicherheitszonen überschreiten, stoppt das System.*

Kleine Rohre Lang mit Doppelspannung

Hier werden 2 Rohre in der Doppelspannung entspannt.

3D 45° Entspannung, Mittelstellung zwischen Längs und Querrichtung.

4D 90° Entspannung, Querrichtung, die kurze Achsenrichtung.

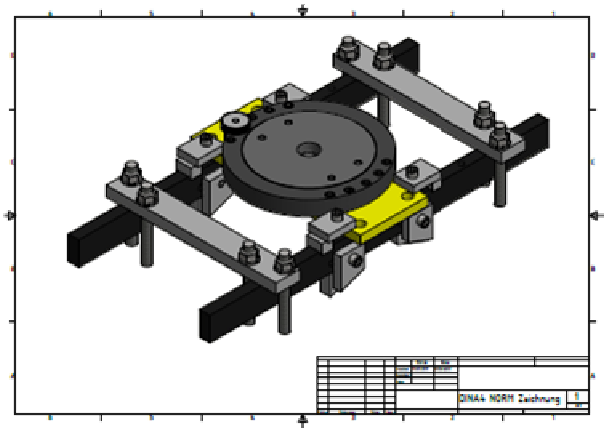
Ein ***WIAP® MEMV®*** *Entspannprozess dauert knapp 45 Minuten.*

Ein gute Befestigung ist für ein gutes Resultat der G Verschiebung verantwortlich.
4D 90° Aufspannung.

Bauteil 2 Ständer Fuss

Mittelständer beim WIAP® MEMV® Entspannen. Querrichtung 4D

Gut befestigte Vorrichtung.



Aufspannvorrichtung für Wellen und gleichzeitig als Mehrfachspannvorrichtung.

V20 Typ1

Unterschiedliche V Geräte Typen für das WIAP® MEMV® System

5) V Erreger Gewichtstabelle

Der V Erreger Twin Typ verstellt automatsich selber die Excenter Stufe von 0% bis 100% Automatisch während des Laufes. Die maximale Belastung ist ausgelegt; identisch wie bei dem manuellen V Erreger Gerät.

V Erreger Excenter Einstelltabelle WIAP® MEMV® System										
Drehzahl	Einzel Scheibe	Doppel Scheibe	Einzel Scheibe	Doppel Scheibe	Einzel Scheibe	Doppel Scheibe	Einzel Scheibe	Doppel Scheibe	Einzel Scheibe	Doppel Scheibe
	LC05 bis 5 Tonne		LC20 bis 20 Tonnen		LC50 bis 50 Tonnen		LC100 bis 100 Tonnen		LC200 bis 200 Tonnen	
RPM	N		N		N		N		N	
1000	55	110	209	418	418	836	1045	2090	2090	4180
1500	124	248	470	940	940	1880	2352	4704	4704	9408
2000	220	440	836	1672	1672	3344	4181	8362	8362	16724
2500	345	690	1306	2612	2612	5224	6533	13066	13066	26132
3000	497	994	1881	3762	3762	7524	9407	18814	18814	37628
3500	676	1352	2561	5122	5122	10244	12805	25610	25610	51220
4000	883	1766	3344	6688	6688	13376	16725	33450	33450	66900
4500	1118	2236	4233	8466	8466	16932	21167	42334	42334	84668
5000	1380	2760	5226	10452	10452	20904	26132	52264	52264	104528
5500	1670	3340	6324	12648	12648	25296	31620	63240	63240	126480
6000	1988	3976	7526	15052	15052	30104	37630	75260	75260	150520
6500	2333	4666	8832	17664	17664	35328	44164	88328	88328	176656
7000	2706	5412	10244	20488	20488	40976	51219	102438	102438	204876

6) Schlusswort

Das WIAP® MEMV® Verfahren ermöglicht viele Bauteil Varianten zu entspannen. Da heute gerne Flexibilität von allen Unternehmen erwünscht wird, ermöglicht es die Bauteile individuell herzustellen. In Kürze fertig machen und zwar auch noch zu einem guten Preis.

Die WIAP hat in früheren Jahren grosse Maschinen gebaut u.a. die grösste CNC Drehmaschine, die je in der Schweiz gebaut wurde. Dank dem Metall entspannen mit Vibration konnte immer schnell und beweglich geliefert werden. Lassen auch Sie sich diese Variante nicht entgehen. Es hilft schnell, gut und preisbewusst Werkstücke herzustellen.

WIAP AG Ltd SA

Industriestrasse 48L
CH- 4657 Dulliken
Schweiz

Tel.: +41 62 752 42 60
Fax.: +41 62 752 48 61
www.wiap.ch
wiap@widmers.info