

Trennung von Catcher und Antriebssystem

Thermische und schwingungstechnische Entkoppelung

Wasserstrahlschneidmaschinen sind auf dem Markt in unterschiedlichen Bauweisen anzutreffen. Für diese Betrachtung beschränke ich mich auf das Kriterium der Trennung von Catcher und Antriebssystem.

Die Monoblock Bauweise, bei der die Antriebsachsen fest mit dem Catcher verbunden sind, hat erhebliche Vorteile gegenüber der Trennung von Antrieb und Catcher bei der beide Hauptkomponenten lediglich über den Hallenboden miteinander verbunden sind.

So kann bereits ab Werk die Geometrie der Maschine eingestellt werden und man verkürzt damit die Installationszeit um einige Tage. Die Maschine kann zu einem späteren Zeitpunkt problemlos innerhalb der Halle umgesetzt werden. Die Antriebssysteme und Führungen sind stabil mit dem Maschinenrahmen verbunden. Auch die Beschaffenheit des Hallenbodens ist dabei relativ egal, da das komplette System aufgestellt und ausgerichtet wird.

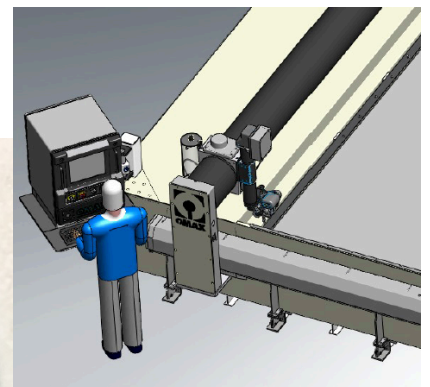
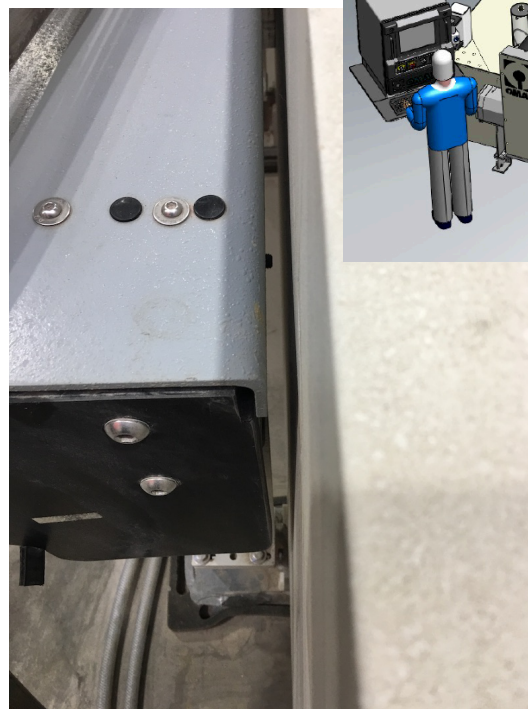
Getrennte Systeme müssen zwangsläufig auf dem Hallenboden verschraubt und aufwändig ausgerichtet werden. Für die Verschraubung auf dem Hallenboden werden üblicherweise Bodenanker verwendet, deren Bohrlöcher 150mm – 200mm tief in den Hallenboden gehen. In Hallen mit einer Fußbodenheizung gibt es meist keine Chance, eine solche Maschine zu installieren.

Ein verschraubter Maschinenkörpers darf niemals über eine Dehnfuge im Beton übergreifen. Für eine Monoblock Maschine spielen Dehnfugen keine Rolle.

Um eine geometrische Genauigkeit zu erreichen, müssen alle Komponenten nach der Installation per Laser vermessen und ausgerichtet werden. Außerdem muss die Geometriegenauigkeit der Maschine vor Ort mittels elektronischer Messgeräte nachgewiesen werden.

Eine dritte Variante des Maschinenbaus wendet die Firma OMAX an:

Bei den OMAX Gantrymaschinen stützen sich die Träger der Basisachsen in Bodenhöhe auf Doppel T Trägern ab, die auch den Tank tragen. Damit wird eine absolut stabile Verbindung zwischen dem Antriebssystem und dem Material Auflage System hergestellt. Trotzdem ist zwischen Basisachse und Tank ein Zwischenraum um keine Schwingungen und Wärmeausdehnung auf das Antriebssystem zu übertragen. Bei den Auslegermaschinen wird die Basisachse ebenfalls mit dem Grundkörper, dem Tank / Werkstückauflage System fest verbunden. Um in diesem Fall Wärmegang und Schwingungsübertragung zu verhindern, wird die Brücke verschraubt und mit einem schwingungsdämpfenden und wärmeentkoppelnden Harz vergossen.



Was bedeutet „Schwingung“?

Bei den Schwingungen, die bei Wasserstrahlschneidmaschinen auftreten können, handelt es sich zum Teil um die Schwingungen, die aus einem pulsierenden Wasserstrahl resultieren. Diese Schwingungen werden von den Herstellern von Druckübersetzerpumpen bereits an der Pumpe durch einen Druckspeicher geglättet, sind aber trotzdem noch spürbar. Bei Direktpumpen ist die Schwingung durch die hohe Frequenz der Einzelhübe im Strahl kaum noch bemerkbar.

Im Betrieb einer Wasserstrahlschneidmaschine treten Schwingungen auf, die vom Wasserstrahl selbst erzeugt werden. Je nach Bearbeitung und Vorschub wird das Wasser im Catcher verwirbelt, von der Catcherwand reflektiert und in eine unregelmäßige Schwingung versetzt.

All diese Schwingungen haben jedoch in der Praxis keinen oder nur einen sehr geringen Einfluss auf das Schneidergebnis und die Antriebe.

Die Entkopplung der Antriebssysteme ist eher interessant um *Stöße* abzufangen. Es kommt immer wieder vor, dass bei der Beladung der Maschine, die Blechtafel am Kranhaken schwingt und beim Auflegen unsanft gegen die Catcherwand schlägt. Diese Stöße führen dank der Strategie der Systemtrennung nicht zu einem Ausfall des Antriebssystems.

Was bedeutet „Wärmegang“?

Man hört immer wieder auf dem Markt die Aussage, bei einer Wasserstrahlschneidmaschine würde das Wasser im Mehrschichtbetrieb fast kochen und dann würden bei Monoblock Maschinen „die Maße weglaufen“.

Nun, dazu sollte man wissen, dass das Wasser rein physikalisch nur eine bestimmte Höchsttemperatur erreichen kann und die liegt rund 40 Grad über der jeweiligen Raumtemperatur.

Das Wasser bringt Wärme aus der Pumpe mit und es nimmt im Schneidspalt Wärme auf. Auf der anderen Seite hat man bei einer Standardmaschine etwa 10 Kubikmeter Wasser, die über eine Fläche von 34qm über Luft oder Stahl, Wärme an die Umgebung abgeben.

Trotzdem ist die Wärme im Catcher ein wichtiger Punkt.

Das Längenwachstum eines Bleches kann über diese Differentialgleichung genau berechnet werden:

$$L(T) = L(T_0) \cdot \exp\left(\int_{T_0}^T \alpha(T) dT\right)$$

Die Gleichung berechnet das Längenwachstum eines Stabes mit einem materialspezifischen Ausdehnungskoeffizienten, einer definierten Ausgangslänge und einer definierten Wärmedifferenz.

Schauen wir uns nun die Tabelle der Wärmeausdehnungskoeffizienten der wichtigsten Metalle an, so sehen wir, dass eines der meistgeschnittenen Metalle, nämlich Aluminium einen sehr großen Wärmeausdehnungskoeffizienten hat.

Das Längenwachstum eines Aluminium-Bauteils ist demnach etwa doppelt so groß wie die eines Stahlteils gleicher Dimension.

Gehen wir also gemäß der obigen Formel an die Berechnung des Längenwachstums heran, so stellen wir fest, dass 1m Aluminium bei 1 Grad Temperaturerhöhung um 0,0231 mm wächst.

In der Praxis sind Temperaturdifferenzen von 20 Grad durchaus gängig, 1 m Aluminium wächst dabei folglich um 0,46 mm – was sogar noch im Bereich der Toleranzen nach DIN 2768-1 (mittel) liegt.

Trotzdem ist es natürlich wichtig und richtig, diesen Wärmegang nicht auf das Antriebssystem zu übertragen, denn ansonsten müßte man an der Stelle (zumindest bei Kugelrollspindelantrieben) mit Fest- und Loslagerung in den Antrieben arbeiten.

Aber was passiert nun mit dem (thermisch entkoppelten) Blech, unserem wichtigen und teuren Bauteil dass auf dem- oder im Catcher liegt?

Richtig, es nimmt die Wärme auf und wächst. Und nach dem Abkühlen schrumpft es wieder und die eingestellten und tatsächlich gefahrenen Maße verringern sich.

Dieser wichtige und entscheidende Punkt wird in der Argumentation oft verschwiegen, denn die Physik lässt sich nicht überlisten.

Ist die Bauteilgenauigkeit entscheidend, dann sollte man sich auf jedem Fall die Strategien der Hersteller ganz genau anschauen. Eine thermische Entkoppelung, die nur das Antriebssystem schützt, ist die Mindestanforderung und ist ohnehin als Stand der Technik zu sehen.

Kommt die Anforderung hinzu, das Bauteil vor Temperatureinflüssen zu schützen, so ist die einzige praktikable Lösung für dieses Problem, die Kühlung des Catchertanks.

Innomax löst diese Aufgabe mit einer externen Kühleinheit, die sicher stellt, dass immer eine konstante Wassertemperatur eingehalten wird.

Diese Kühlung wird nicht nur bei hochpräziser Bearbeitung eingesetzt, sondern auch um eine übermäßige Wasserverdunstung zu unterbinden.

Bezeichnung	α in 10^{-6} K^{-1} ↕
Aluminium ^[1]	23,1
Magnesium ^[1]	24,8
Beryllium ^[1]	11,3
Mangan ^[1]	21,7
Blei ^[1]	28,9
Nickel ^[1]	13,4
Chrom ^[1]	4,9
Platin ^[1]	8,8
Diamant ^[1]	1,18
Silber ^[1]	18,9
Eisen ^[1]	11,8
Silizium ^[1]	2,6
Germanium ^[1]	5,8
Titan ^[1]	8,6
Gold ^[1]	14,2
Wolfram ^[1]	4,5
Graphit ^[2]	1,9...2,9
Zink ^[1]	30,2
Invar ^[1]	0,55...1,2
Zinkcyanid ^[3]	-18,1
Kochsalz ^[4]	40
Zinn ^[1]	22,0
Kupfer ^[1]	16,5
Zirconiumwolframat ^[3]	-8,7

Für die weiter oben genannte Standardmaschine ergibt sich rechnerisch bei 60% Luftfeuchtigkeit eine Verdunstung von 94 Litern pro Tag bei 20 Grad Wassertemperatur.

Bei einer Temperatur von 40 Grad sind es dann schon 241 Liter Wasser, die pro Tag verdunsten.

Die Energie, die für die Kühlung des Catchers aufgewendet wird, kann zum Teil wieder genutzt werden. Die Abwärme des Kühlers dient dann zur Unterstützung der Hallenheizung.

Heinz Eichhorn
INNOMAX AG