

Automatische Zuführung von Abschnitten in die Induktionsanlage der Schmiedelinie

Ing. Jindřich Calta

Entwicklungsingenieur bei ROBOTERM s r.o., Chotěboř, Tschechische Republik

jindrich.calta@roboterm.cz

Dieser Artikel wurde im März 2023 in der Zeitschrift Kovárenství, Nr. 78, ISSN 1213-9289 publiziert.

Abstrakt:

In den Schmiedewerkstätten werden derzeit drei Methoden zur automatischen Beschickung der Induktionserwärmungsanlage mit Material eingesetzt: Vibrationswendelförderer, Stufenförderer oder Roboter, der das Material direkt aus dem Transportbehälter nimmt (Bin Picking). Der Artikel beschreibt die Grundprinzipien der einzelnen Methoden, vergleicht ihre Vor- und Nachteile und erörtert die Eignung ihrer Anwendung.

1 Vorwort

Die Abschnitte werden in der Regel lose in Transportbehältern gelagert. Damit sie durch eine automatische Produktionslinie verarbeitet werden können, müssen sie in der exakten Position in die Anlage eingelegt werden. Diese Funktion wird von Vibrationswendelförderer (auch nur Wendelförderer oder Schwingförderer genannt) und Stufenförderer gewährleistet, in die die Abschnitte aus dem Transportbehälter frei entladen werden und in einer Reihe hintereinander aus ihnen herauskommen. ROBOTERM liefert bereits seit den 1980er Jahren Zuführsysteme an Schmieden. Vibrationsförderer und Stufenförderer haben eine lange Entwicklung hinter sich und ihre Anwendung ist in der Praxis bewährt.

Neben diesen konventionellen Zuführsystemen wird mit der Entwicklung des maschinellen Sehens zunehmend auch die Roboterzuführung direkt aus dem Transportbehälter (Bin Picking) eingesetzt. Die wahrscheinlich erste tschechische Anwendung des Bin Pickings in der Schmiede ist sein Einbau in eine vollständig robotisierte Schmiedelinie, die 2022 von der Firma DEL an eine bedeutende europäische Schmiede geliefert wurde [1]. Die für das maschinelle Sehen verwendete Software stammt von dem ursprünglich slowakischen und heute internationalen Unternehmen Photoneo, das sich auf Bin Picking spezialisiert. Diese Anwendung beweist, dass Bin Picking in einigen Fällen erfolgreich die konventionelle Zuführsysteme ersetzen kann.

Jede der automatischen Zuführungsmethoden hat ihre Vor- und Nachteile, deswegen muss man die für die jeweilige Anwendung am besten geeignete Methode wählen.

2 Vibrationswendelförderer

2.1 Prinzip

Die Abschnitte werden aus dem Transportbehälter in den Wendelförderer (Abb. 1) entladen. Die Schüssel führt Schraubenschwingungen aus, die die Abschnitte entlang der Wendelbahn bewegen. Falsch ausgerichtete Abschnitte werden durch einstellbare Abwerfer aus der Bahn zurück in die Schüssel abgeworfen. Übersteigt die Schwingung des Wendelförderers die Schwerkraftbeschleunigung, beginnen die

Abschnitte zu springen und der Betrieb des Wendelförderers wird geräuschvoll. Dieses Problem begrenzt in der Praxis die Vorschubgeschwindigkeit. Um dies zu vermeiden, müssen die Drehzahl und die Unwucht der Vibrationsmotoren richtig eingestellt sein. Wenn eine maximale Zuführgeschwindigkeit und ein geringer Geräuschpegel erforderlich sind, kann der Wendelförderer mit einem Beschleunigungssensor ausgestattet werden und die Drehzahl wird automatisch entsprechend der Beladung geregelt.



Abb. 1 - Vibrationswendelförderer

2.2 Vorteile und Nachteile

Aufgrund seiner Vielseitigkeit ist der Wendelförderer für die meisten Anwendungen der kontinuierlichen Induktionserwärmung geeignet. Er ist mechanisch robust und enthält ein Minimum an Mechanismen und beweglichen Teilen. Er ist für einen großen Bereich von Knüppeldurchmessern und -längen geeignet und kann auch nicht kreisförmige Querschnitte zuführen. Um eine richtige Ausrichtung der Abschnitte zu gewährleisten, sollte die Länge des Abschnitts etwa das 1,3-fache seines Durchmessers betragen. Dies ist in der Regel durch andere dem Erhitzer nachfolgende Einrichtungen erforderlich. Wenn die Größe des zuzuführenden Materials geändert wird, müssen die Abwerfer angepasst werden, was nur einige Minuten dauert. Der Geräuschpegel moderner Wendelförderer ist sehr niedrig, so dass sie neben anderen Maschinen in der Schmiede nicht zu hören sind. Dies gilt jedoch nicht für die Nachfüllung der Abschnitte, die sehr geräuschvoll ist. Die Vorschubgeschwindigkeit hängt stark von der Reibung ab. Fett und Feuchtigkeit auf der Oberfläche der Abschnitte verringern die Geschwindigkeit. Die Amplitude der Schwingung beträgt nur etwa 1 mm, so dass der Betrieb des Wendelförderers relativ sicher ist und ohne Umzäunung möglich. Der Nachteil ist die begrenzte Lebensdauer der Zuführbahn, die zwar aus verschleißfestem Stahl besteht, aber dennoch einem Verschleiß unterliegt, insbesondere bei der Zuführung von Abschnitten mit scharfen Kanten. Eine verschlissene Zuführbahn wird normalerweise durch Schweißen und Schleifen repariert.

3 Stufenförderer

3.1 Prinzip

Die Abschnitte werden aus dem Transportbehälter in den Trichter des Stufenförderers (Abb. 2) entladen, aus dem sie durch bewegliche Stufen ausgegraben werden. Die Stufen werden durch einen Kurbelmechanismus angetrieben und bewegen sich abwechselnd auf und ab. Die richtig ausgerichteten Abschnitte werden von der beweglichen Stufe im oberen Totpunkt auf die feste Stufe abgerollt, von der sie in der nächsten Phase auf nächste bewegliche Stufe in dem unteren Totpunkt abgerollt werden. Falsch ausgerichtete Abschnitte verbleiben nicht auf der Stufe und fallen zurück in den Trichter. Sie können auch

durch einen zusätzlichen Abwurfmechanismus oder einen Abwerfer auf dem nachgeordneten Förderer abgeworfen werden.



Abb. 2 - Stufenförderer

3.2 Vorteile und Nachteile

Der Stufenförderer ermöglicht die höchste Zuführgeschwindigkeit und wird daher in Fällen eingesetzt, in denen der Wendelförderer nicht genügend schnell ist. Er kann jedoch nicht einen so großen Bereich von Durchmessern und Längen von Abschnitten verarbeiten wie ein Wendelförderer. Er ist normalerweise nicht für vierkantige Abschnitte geeignet, kann aber konstruktiv an diese angepasst werden. Wie bei dem Wendelförderer muss die Länge des Abschnitts etwa das 1,3-fache des Durchmessers betragen. Das Umkippen der Masse der Abschnitte in jedem Schritt wird von Lärm begleitet. Ein Stufenförderer ist im Allgemeinen lauter als ein Wendelförderer, allerdings entsteht der meiste Lärm, wenn der Transportbehälter in den Trichter entladen wird. Zusätzliche Abwurfvorrichtungen können den Bereich der Knüppelgrößen erweitern, erhöhen aber den Lärmpegel erheblich, da sie die Abschnitte aus großer Höhe abwerfen. Eine betriebliche Umstellung ist nicht erforderlich, sofern keine zusätzlichen Abwurfmechanismen vorgesehen sind. Zu den Vorteilen gehört manchmal, dass die Abschnitte mit einer niedrigen Trichterposition auf eine große Höhe transportiert werden können. Die Grundfläche ist klein und die akzeptable Sicherheit bedeutet, dass er ohne Zaun umgangen werden kann.

4 Bin Picking

4.1 Prinzip

Als Bin Picking bezeichnet man das Einlegen von Teilen durch einen Roboter direkt aus dem Transportbehälter mit Hilfe von maschinellem Sehen. Der 3D-Scanner, der in der Regel über dem Transportbehälter oder am Roboterarm befestigt ist, scannt den Behälter mit den Abschnitten in jedem Takt. Die Software wertet aus, welche Abschnitte gegriffen werden können und sendet Instruktionen an den Roboter. Der Roboter verfügt in der Regel über einen Magnetgreifer (Abb. 3), der die Abschnitte auf den Förderer der Induktionsanlage übergibt. Obwohl Anwendungen von Bin Picking grundsätzlich gleich sind, können sie sich in ihrer Leistungsfähigkeit stark unterscheiden, je nachdem, wie ausgefeilt ihre Software und Hardware ist [2].



Abb. 3 - Bin Picking [2]

4.2 Vorteile und Nachteile

Bin Picking ist aufwendiger und teurer als konventionelle Zuführsysteme, bietet aber Vorteile, die es in manchen Fällen zur besten Wahl machen. Der große Vorteil des Bin Pickings ist der geräuscharme Betrieb, da das lärmende Entleeren den Abschnitten aus dem Transportbehälter ganz entfällt. Ein weiterer Vorteil ist die einfache Zählung der Abschnitte und die Unterscheidung der Chargen von einzelnen Transportbehältern. Dies ist bei konventionellen Zuführsystemen schwierig zu lösen, da ein Paar von Zuführförderer erforderlich ist, um zu verhindern, dass sich die Abschnitte aus verschiedenen Transportbehältern vermischen. Der Roboter kann leicht die Heizanlagen beladen, in denen die Werkstücke einzeln erhitzt werden. Wendel- und Stufenförderer benötigen in solchen Fällen eine Trennvorrichtung, weil die Abschnitte in einer Reihe hintereinander aus ihnen herauskommen. Der Roboter kann jede Form und Größe von Teilen beschicken, solange der Greifer und die Software darauf angepasst sind.

Der Nachteil kann eine zu lange Taktzeit sein, die etwa 15 Sekunden beträgt. Diese Begrenzung spielt jedoch keine Rolle, wenn der Takt bereits durch andere Einrichtungen in der Linie begrenzt wird, z. B. durch die Prozesszeit des Erwärmungs- oder Umformprozesses. Das Scannen selbst stellt hohe Anforderungen an die Lichtverhältnisse. Direkte Sonneneinstrahlung aus dem Dachfenster kann Probleme verursachen, daher muss für eine Beschattung gesorgt werden. Das Scannen glänzender Abschnitte ist ebenfalls problematisch. Da ein magnetischer Greifer verwendet wird, können nicht-magnetische Materialien nicht eingelegt werden. Der Roboter muss Kollisionen mit dem Transportbehälter vermeiden, was hohe Anforderungen an die Form, Genauigkeit und Positionierung des Behälters stellt. Die Rippen und Verstärkungen, die im Behälter hineinragen, erschweren die Entnahme des Abschnitts. Schmiedebehälter sind oft stark verformt, was ebenfalls zu Kollisionen führen kann. Daher werden manchmal spezielle Behälter für das Bin Picking verwendet, die eine genaue Form und glatte Innenwände haben.

Die Notwendigkeit, Kollisionen zu vermeiden, und die begrenzten Möglichkeiten des Greifers führen dazu, dass es in vielen Fällen nicht möglich ist, alle Abschnitte aus dem Behälter zu entnehmen. Die Erfolgsquote der Entleerung liegt zwischen 90 und 100 %. Zur besseren Entleerung wird der Behälter manchmal gekippt oder geschüttelt. Der Magnetgreifer kann sowohl die Mantel- als auch Grundfläche greifen, aber in einigen Fällen benötigt der Roboter eine Umgreifstation, wodurch sich die Taktzeit verlängert. Um einen Beschickungsausfall während des Austauschs dem hinter dem Schutzzaun platzierten Behälter zu vermeiden, kann ein automatisches Behälterwechselsystem, Abwechselndes Laden aus zwei Behälterpositionen verwendet werden oder der Roboter lädt während des Wechsels aus einem dafür vorbereiteten Magazin. Ein Greifer kann in der Regel nicht für das gesamte Sortiment verwendet werden, so dass für einen Austausch gesorgt werden muss. Für jede Kombination von Abschnittsmaßen muss in der Software ein Greifer ausgewählt und die Greifpunkte definiert werden [3].

Viele Probleme des Bin Pickings werden durch verschiedene zusätzliche Maßnahmen und Hilfsmechanismen erfolgreich gelöst, die jedoch die Gesamtlösung verteuern. Da Bin Picking noch relativ jung ist, erfordert seine Anwendung mehr Entwicklungs- und Testaufwand als konventionelle Zuführsysteme. Daher ist die Inbetriebnahme länger. In Anbetracht der gegenwärtig hohen Nachfrage nach Bin Picking in verschiedenen Industriezweigen ist zu erwarten, dass es weiter verbessert wird und sein Einsatz in den Betrieben zunehmen wird.

5 Schlusswort

Für die meisten Anwendungen der automatischen Zuführung in Schmieden ist der Wendelförderer aufgrund seiner Vielseitigkeit und Einfachheit die optimale Wahl. Für Anwendungen, die eine sehr schnelle Beschickung erfordern, wird ein Stufenförderer verwendet. Bin Picking ist eine teurere und aufwändigere Alternative zur automatischen Zuführung, bringt aber neue Vorteile. Es wird hauptsächlich für minimalen Geräusch, Einzelstück-Beschickung, Teilezählung und Chargen-Unterscheidung verwendet.

Quellen:

- [1] Navrátil Z., Jagoš P.: *Bin picking: Ruce nahrazuje robot, očima je 3D skener*. Zeitschrift Kovárenství. 2022, č. 76, s. 15-18. ISSN 1213-9289.
- [2] *Automated Bin-Picking Basics: Some Mistakes to Avoid | 2020-12-02 | FORGE. FORGE Magazine | Global Forging Industry News [online]*. Copyright ©2022. All Rights Reserved BNP Media. [cit. 07.11.2022]. Verfügbar unter: <https://www.forgemag.com/articles/85103-automated-bin-picking-basics-some-mistakes-to-avoid>
- [3] *Automated Bin Picking | Photoneo Focused on 3D. Machine Vision and Automation Solutions [online]*. Verfügbar unter: <https://www.photoneo.com/bin-picking-studio/>