

Tausend Takte pro Minute

Elektrische Linearmotoren in hoch dynamischen Produktausstoßern



Wilhelm Jung

Bei dieser Überschrift mag man sich fragen: Wer braucht solche Taktzahlen? In der Fachwelt sind aber schnell laufende Maschinen bekannt, die sogar mit erheblich höheren Ausbringungsraten arbeiten und die unter Produktionsbedingungen z. B. 15 000 Zigaretten, 4 500 Taschentücher oder 1 500 Briefumschläge pro Minute fabrizieren! In solchen Anwendungen können die hier vorgestellten Linearmotoren ihre Vorteile ausspielen.

Dipl.-Phys. Wilhelm Jung, Jung Antriebstechnik u. Automation GmbH, Wettenberg

Diskontinuierliche Bewegungen, die für den Prozess benötigt werden, sind in der Regel in diesen Maschinen über Kurvenscheiben von der Maschinenhauptwelle abgeleitet! Die Bewegungsprofile sind durch die Form der Kurvenscheiben fest vorgegeben. Werden für diskontinuierliche Bewegungen jedoch verschiedene Positionen und variable Verfahrprofile benötigt, sind servoelektrische und servopneumatische Antriebssysteme im Einsatz! Hier erobern zunehmend Direktantriebe in Form von Linearmotoren Marktanteile!

Linearmotor in runder Bauform

Für die Anwendung in rauer Industrieumgebung bietet sich besonders der Einsatz von gekapselten, runden Linearmotorsystemen an (Bild 1). Linearmotoren dieser Bauart bestehen aus nur zwei Komponenten. Der runde Stator mit den vergossenen Antriebsspulen beinhaltet das integrierte Wegmesssystem, die Temperaturüberwachung und ein elektronisches Typenschild. Der Läufer besteht aus einem Edelstahlrohr mit integrierten Antriebsmagneten und Endkappen zur Lastanbindung. Durch die prinzipbedingte konzentrische

Bauform entstehen im Gegensatz zu flachen Linearmotoren keinerlei magnetische Anziehungskräfte zwischen Stator und Läufer! So sind diese Direktantriebe äußerst robuste Positioniersysteme, die der Schutzart IP67 genügen. Bereits in der Vergangenheit hat diese Linearmotor Bauart in vielfältigen dynamischen Applikationen gezeigt, dass sie als Alternative zu Zylindern und konventionellen Servovorschubsystemen eingesetzt werden kann. Durch die Verwendung neuer Magnetmaterialien konnte nun ein weiterer technologischer Schritt vollzogen werden, der eine erhebliche Leistungssteigerung der Motoren mit sich brachte. Auch bei den Servo-Controllern wurde der Trend zu kompakteren Bauformen mit der neuen Gerätegeneration B1100 fortgesetzt (Bild 1).

Anwendungen in Produktausstoßern

Für die Applikation Produktausstoßer kann man sich eine relativ einfach pneumatisch aufgebaute Schiebereinheit vorstellen (Bild 2). Anschaffung und Betrieb scheinen zunächst sehr kostengünstig und die Vermutung liegt nah, dass diese Einheit ihren Dienst robust versieht. Das mag auch zutreffen, solange man sich in Arbeitsbereichen bis zu 120 Takte pro Minute bewegt! Bei höherer Taktzahl allerdings nimmt der Ersatzteil-, Wartungs- und Luftbedarf zu. Alternativ sind Ausblaskorrekturen im Einsatz, die zwar verschleißfrei und schnell arbeiten, aber einen hohen Luftverbrauch und eine ebensolche Geräuschbelastung verursachen.

Mit dem Linearmotor in runder Bauform verfügt der Konstrukteur über einen Aktuator, der eine ähnliche Bauform wie ein Pneumatikzylinder besitzt, sich aber lagegeregelt, präzise und dynamisch auf einer

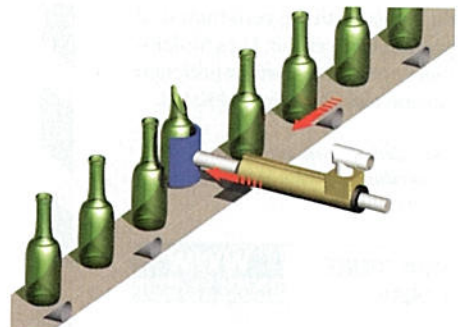


Bild 2: Schematischer Aufbau eines Ausstoßers

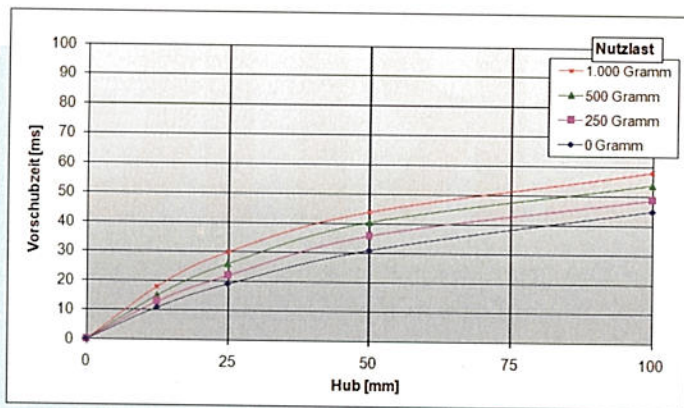


Bild 3: Minimale Vorschubzeiten des Motors P01-37x120F-HP für verschiedene Hübe und Nutzlasten

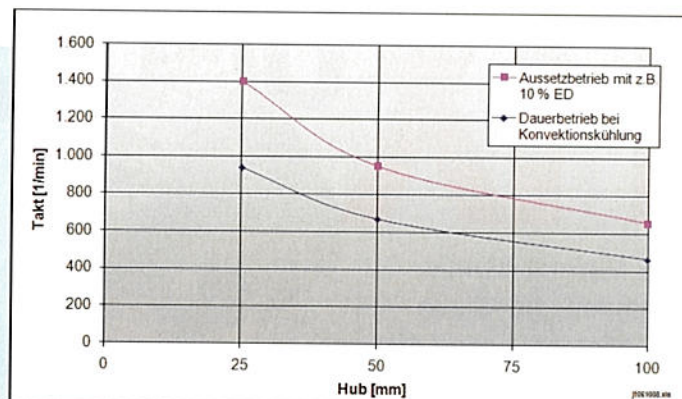


Bild 4: Maximaler Takt (Motor P01-37x120F-HP) für verschiedene Hübe und Betriebsarten

vorgebbaren Bahnkurve bewegt. So ist der gesamte Bewegungsablauf des Produkt-ausstoßers physikalisch berechenbar und unterliegt keinerlei Einflüssen, wie sie bei Pneumatikzylinder durch Verschleiß und durch variablen Betriebsdruck verursacht werden. Eine Geräuschbelastung ist praktisch nicht vorhanden.

Betrachtet man einen hochdynamischen linearen Positioniervorgang, so wird die Positionierzeit beim Linearmotor in erster Näherung durch die Motor Spitzkraft F_{max} , die bewegte Eigenmasse des Motors m_m und die maximale Geschwindigkeit des Motors v_{max} bestimmt! Generell sollten für dynamische Positioniervorgänge die Parameter v_{max} und F_{max}

möglichst groß und mm möglichst klein sein.

Die aktuelle Linearmotorbaureihe aus der High-Performance Familie erfüllt diese Forderungen und bietet gegenüber früherer Motorgenerationen bei gleicher Bauform eine 50% höhere Spitzkraft F_{max} . Auch die Spitzengeschwindigkeit

Bei weniger sicherheitsrelevanten Produkten wird nach der Inspektionsstation jedes Schlechteil ausgestoßen. Diese Betriebsart stellt für den Produktausstoßer klassischen Aussetzbetrieb dar.

Für die Betriebsart Dauerbetrieb ist die maximale Dauerkraft des Linearmotors von entscheidender Wichtigkeit. Auch hier kann

Der Antrieb erreicht eine Geschwindigkeit von 3 m/s und beschleunigt dabei mit 40facher Erdbeschleunigung

v_{max} erheblich gesteigert werden. Die bewegte Eigenmasse m_m wurde hierbei nicht erhöht.

Betrachtet man die Positionierzeit des Linearmotors (Bild 3) zunächst ohne jegliche Nutzlast, so wird z. B. eine Verfahrestrecke von 40 mm in 30 ms abgefahren. Der Antrieb erreicht selbst bei diesem kurzen Hub eine Spitzengeschwindigkeit von 3 m/s und beschleunigt dabei mit 400 m/s^2 entsprechend 40facher Erdbeschleunigung. Die Grafik verdeutlicht, dass zusätzliche Nutzlasten eine eher untergeordnete Rolle spielen. Für das Beispiel Produktausstoßer mit 40 mm Hub ist dieser Linearmotor somit in der Lage, einen Vor- und anschließenden Rückhub innerhalb 60 ms in einer Bahnkurve abzufahren! Würde der Motor diese Bewegung im Dauerbetrieb durchführen, so entspräche dies einer Taktrate von 17 Hüben pro Sekunde beziehungsweise 1.000 Takte pro Minute.

In der Prozesstechnik gibt es für Produktausstoßer zwei grundsätzlich verschiedene Betriebsarten. Für sicherheitsrelevante Produkte, z. B. bei Artikeln der Pharmaindustrie, wird üblicherweise nach der Inspektionsstation jedes Gutteil ausgestoßen! Schlechteile laufen im Prozess geradlinig in den Ausschussbehälter! Hintergrund ist, dass bei einer Fehlfunktion unter keinen Umständen Schlechteile als Gutteile die Maschine verlassen dürfen. In dieser Betriebsart muss der Produktausstoßer zwangsläufig mit dem maximalen Produktionstakt im Dauerbetrieb arbeiten können.

die Linearmotorbaureihe aus der High-Performance Generation punkten. Mit einer ca. 70% höheren Effektivkraft gegenüber früheren baugleichen Motoren, ist auch die Leistung bei Dauerbetrieb erheblich gesteigert worden (Bild 4).

Bild 5 zeigt eine Anwendung einer Gutteil-Ausschleusung für Pharmaprodukte. Nach einer Inspektionsstation wird das Gutteil ausgeschleust. Hier wird der Linearmotor als Ersatz für eine Ausblasvorrichtung eingesetzt. So kann der Maschinentakt von 280 Produkte/min auf 500 Produkte/min gesteigert werden. Als positiver Randeffekt werden der extrem hohe Luftverbrauch und auch die Lärmbelastung eliminiert.

Bei der Anwendung in Bild 6 werden Schrauben mit einem magnetischen Förderband vor einer Inspektionsstation vorbeigefördert. Der Produktausstoßer arbeitet als Gutteil-ausschleuser und schiebt die Schrauben vom Förderband ab. Hier wurde der Linearmotor als Ersatz für einen Pneumatikzylinder verwendet. Die Ausbringungsleistung der Inspektionsstation konnte von 250 Takte/min auf 580 Takte/min gesteigert werden. Positiver Nebeneffekt: Durch den Einsatz des Linearmotors entfallen die wöchentlichen Wartungsintervalle für den Austausch des Zylinders.

Interessierte Leser erhalten mehr Informationen über den nachfolgenden ServiceLink

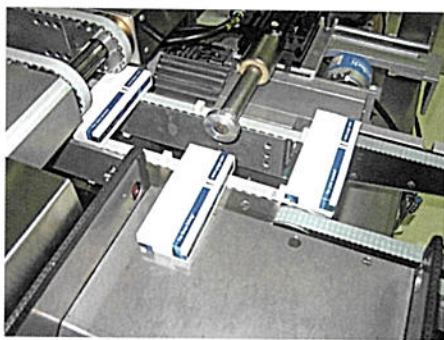


Bild 5: Produktausstoßer mit 500 Takte/min für die Gutteil-Ausbringung

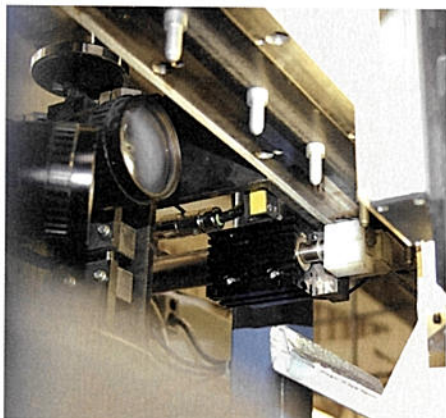


Bild 6: Produktausstoßer mit 580 Takte/min für die Gutteil-Ausbringung