



Susanne Aufmuth, Jürgen Dlugosch

Im Markt angekommen

Die theoretischen beziehungsweise technischen Vorteile von Servopressen gegenüber hydraulischen oder mechanischen Pressen sind seit Langem bekannt. Dank der stetigen Entwicklung im Bereich der High-Torque-Motoren, in der Steuerungstechnik oder auch bei Kondensatoren hat sich diese Technologie mittlerweile auch aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten als sinnvolle Alternative erwiesen und findet bei zahlreichen Herstellern mehr und mehr Anklang.

Zum Umformen verschiedenster Materialien waren lange Jahre zwei Pressentypen gängig: die hydraulischen und die mechanischen Pressen. Die Stärke der hydraulischen Pressen war seit jeher die hohe Kraftübertragung sowie die Regelbarkeit von Kraft und Geschwindigkeit. Problematisch sind bei diesem Pressentyp aber der hohe Energiebedarf und Wartungsaufwand sowie die geringe Dynamik und die dadurch eingeschränkte Produktionskapazität.

In vielen Fällen lassen sich die Nachteile der Hydraulik durch den Einsatz einer mechanischen Presse vermeiden. Dem Vorteil der deutlich höheren Produktionskapazität stehen hier jedoch die aufwendige mechanische Konstruktion und die begrenzte Presskraft gegenüber. Außerdem ist der Pressprozess in solchen Maschinen

nicht regelbar und dadurch sehr starr. Hinzu kommt: Bei mechanischen Pressen sind keine flexiblen Umkehrpunkte oder Geschwindigkeitseinstellungen möglich. Darum stecken Betreiber mechanischer Pressen oft in einer Zwickmühle. Sie müssen sich zwischen Produktivität und Qualität entscheiden. Hohe Geschwindigkeiten steigern die Hubzahl, aber schnelles Auftreffen auf das Material bringt oft Qualitätsprobleme mit sich. Außerdem ist durch die starre Funktionsweise die Vielfalt der Produkte, die auf den normalen mechanischen Pressen gefertigt werden können, stark eingeschränkt. Last but not least müssen für das Einrichten von Werkzeugen separate Probierrmaschinen angeschafft werden, da die Geschwindigkeit der Produktionspressen zu hoch ist und es beim Einrichten – dem sogenannten Tryout – zu Schäden

an den Werkzeugen kommen kann. Immer öfter werden darum Pressen mit regelbaren Servoantrieben ausgerüstet. Voraussetzung für diesen Vormarsch der Servopressen waren Entwicklungen in der High-Torque-Technologie. Durch deren stetig wachsende Leistungsfähigkeit sind heute in vielen Bereichen Servopressen einsetzbar, bei denen es bislang keine Alternative zur mechanischen oder hydraulischen Presse gab. So realisiert beispielsweise Baumüller aktuell Servopressen bis zu einer Presskraft von 2500 t.

„Auch die Anwender mussten sich erst an die neue Alternative gewöhnen“, sagt Markus Jaksch, Leiter technischer Vertrieb bei Baumüller. „Die Betreiber mussten sich erst davon überzeugen, dass sich der Kostenaufwand, der für Servopressen vergleichsweise höher ist, lohnt.“ Mittlerweile hat sich die höhere

(Bilder: Baumüller)

Produktivität der Servopressen jedoch bestätigt. Zudem sind aus der Technologie ganz neue Produktionsprozesse und Bearbeitungsmöglichkeiten entstanden. So können durch die freie Programmierbarkeit des Bewegungsprofils auf Servopressen Fertigungsprozesse realisiert werden, die zum Beispiel eine Haltezeit im unteren Totpunkt erfordern. Weitere Beispiele sind die Warmumformung oder das Hydroforming. Aufgrund dieser Flexibilität sind mitunter mehrere Pressen verschiedenen Typs durch eine einzige Servopresse ersetzbar. Und durch das immer weiter wachsende Angebot und die Zunahme von Anbietern weltweit haben sich mittlerweile auch die Preise auf einem Niveau eingependelt, das die Investition für viele Maschinenbetreiber interessant macht.

Vorteil Pendelhub

Anders als bei mechanischen Pressen sind bei Servopressen die Geschwindigkeit, Position und Richtung des Pressenstößels jederzeit regelbar. Zudem ist immer eine genaue Dosierung der Umformkraft realisierbar und über den gesamten Hub steht die komplette Nominalpresskraft zur Verfügung. Weitere wichtige Vorteile ergeben sich aus der Option Pendelhub. Hierbei kann die Hubhöhe der Presse minimiert werden, indem der Antrieb keine vollen Umläufe macht, sondern stetig die Drehrichtung ändert. Diese Möglichkeiten führen zu verkürzten Taktzeiten und damit zu Produktivitätssteigerungen von bis zu 100 %.

Zusätzlich zur erhöhten Produktivität trägt die Servotechnik zur Steigerung der Fertigungsqualität bei. Der Pressenstößel kann in Servopressen zum Beispiel zunächst auf maximaler Geschwindigkeit gefahren und dann kurz vor dem Anpresspunkt abgebremst werden, so dass beim Eintauchen ins Material die perfekte Bearbeitungsgeschwindigkeit besteht. Das geregelte Abbremsen führt außerdem dazu, dass der Werkzeugverschleiß und die Geräuschemission abnehmen. Und dank der frei regelbaren Geschwindigkeit kann bei Servopressen das Einfahren der Werkzeuge problemlos direkt im Schleichgang an der Produktionsmaschine erfolgen, so dass die kostspielige Anschaffung einer Probiemaschine entfällt.

Beim Einsatz von Direktantriebstechnik in Pressen ist der Motor direkt mit der Kurbelwelle verbunden. Es wird hier also nicht nur eine exakte Dosierung der Umform-Energie möglich, sondern es entfallen zudem Verschleißteile wie etwa die Kupplungseinheit. Auch ein Schwungrad als Energiespeicher ist nicht mehr erforderlich. Dadurch sinkt der Wartungsaufwand, die mechanische Komplexität wird reduziert und der Gesamtwirkungsgrad der Anlage steigt.

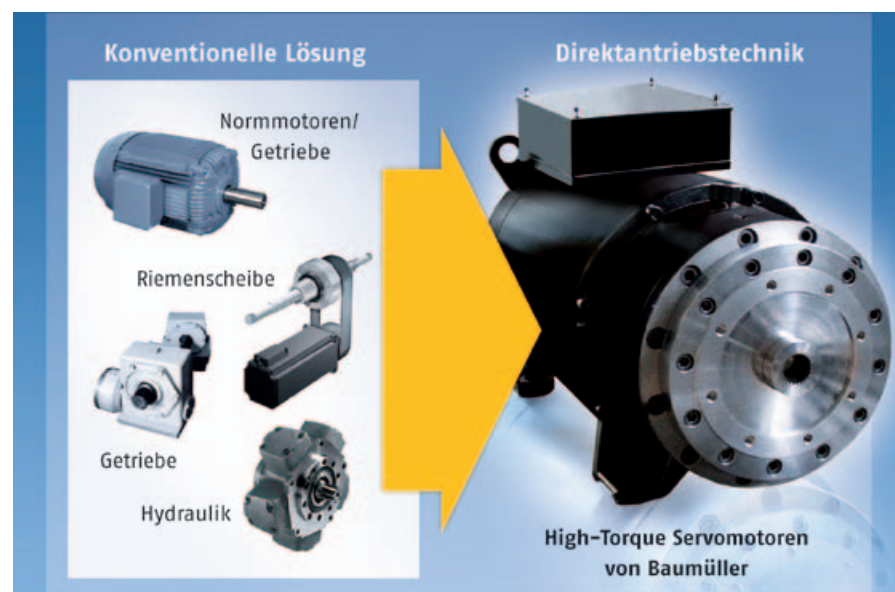
Leistungsstarke Direktantriebstechnik

Die Motoren für solche Pressenanwendungen und deren Anforderungen müssen allerdings entsprechend ausgelegt sein. Um die Vibrationen, die während des Pressvorganges entstehen, aufnehmen zu können, sind entsprechende konstruktive Maßnahmen nötig – etwa eine erhöhte Rüttelfestigkeit durch entsprechende Lagerung. Die mechanische Schnittstelle zwischen der Antriebswelle der Maschine und der Welle des Motors erfordert weiterhin Anpassungen an die Motorkonstruktion. Hier kommen spezielle Verzahnungstypen oder Spannelemente zum Einsatz, wobei eine Überbestimmung des mechanischen Systems zu vermeiden ist. Für schnelle Taktzeiten und damit hohe Produktivität müssen die Antriebe außerdem enorme Ansprüche an die Dynamik erfüllen. Damit die Motoren trotzdem möglichst

wenig Bauraum beanspruchen, kommen hier in der Regel flüssigkeitsgekühlte Antriebe zum Einsatz.

Optimierte Steuerung

Das Bewegungsprofil mechanischer Pressen wird durch die konstruktiven Eigenschaften der Presse festgelegt. Eine Änderung des Profils ist nachträglich meist nur hinsichtlich der Verarbeitungsgeschwindigkeit möglich. Ein Abbremsen der Presse, ein Stillstand oder sogar Umkehren der Bewegung lässt sich daher nur sehr schwer realisieren. Durch die Direktantriebstechnik mit Servoantrieben ist es hingegen machbar, ein frei definiertes Bewegungsprofil abzuarbeiten. Um die Mechanik zu schonen, müssen diese Profile möglichst ruckfrei sein. Hierfür eignen sich die Polynome 5. Grades aus der VDI-Richtlinie. Des Weiteren kann durch energetisch optimierte Profile Antriebsleistung eingespart werden. Auch die Steuerungssysteme sind mittlerweile so auf die Anwendung in Servopressen eingestellt, dass Maschinenbetreiber frei wählbare Pendelpunkte optional bezogen auf den Kurbelwinkel oder aber auf die Werkzeugposition programmieren können. In Technologiebibliotheken lassen sich vorprogrammierte Bausteine speichern sowie Pressprofile ablegen und damit jederzeit wiederverwenden. Baumüller beispielsweise stellt außerdem eine Technologiebibliothek für Servopres-



Stark verlustbehaftete Normmotoren und wartungsintensive Getriebe oder hydraulische Systeme können sinnvoll durch Direktantriebstechnik ersetzt werden.



Zur Anwendung in Servopressen stehen verschiedene Typen von High-Torque-Motoren zur Verfügung, zum Beispiel in Ausführungen mit Hohlwelle (*links*) oder mit Vollwelle (*rechts*) oder aber als hybride Lösung mit sogenannter Sacklochwellen.

bildung und Simulation der Presse erlauben und damit die Prozesse vereinfachen.

Baumüller verwendet beispielsweise ein Softwarepaket, in das sich 3D-CAD-Daten der Servopresse einbinden lassen. Der Servomotor kann damit aufgrund seiner Kenndaten, vom maximalen Drehmoment und der Drehmomentkonstante bis hin zum thermischen Verhalten, simuliert werden. Darüber hinaus lassen sich Energiespeicher, Ausgleichszylinder und eine hydraulische Tiefzieheinrichtung im Zusammenspiel mit den anderen Komponenten modellieren. Durch die Möglichkeit, eine Animation des Modells zu erstellen, sind nicht zuletzt selbst komplexe Abläufe wie zum Beispiel die Werkstückzuführung simulierbar.

Zusammen mit dem Maschinenhersteller, der die mechanischen Kenndaten der Servopresse liefert, kann damit das gesamte System berechnet werden, und kostenintensive Überdimensionierungen von Motor oder Antrieb sind vermeidbar.

Stromspitzen meistern

Klassische mechanische Pressen verfügen über Schwungräder. Diese dienen der Speicherung von Energie und haben eine hohe Eigenträgeit, die mit einer bestimmten Geschwindigkeit rotiert. Soll der Pressvorgang durchgeführt werden, wird über eine Kupplung die Pressenmechanik angekuppelt. Durch die Umformarbeit wird das Schwungrad etwas abgebremst, die kinetische Energie wird dabei dem Schwungrad

entnommen. In der Pause zwischen Hub und Hub beschleunigt ein Elektromotor das Schwungrad wieder auf die ursprüngliche Drehzahl. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Anschlussleistung der Presse nahezu konstant auf einem niedrigen Wert liegt, welcher in etwa der effektiven Leistung der Presse entspricht. Nachteil ist, dass diese Trägheit nicht in großem Umfang beschleunigt oder abgebremst werden kann.

Durch den Einsatz der Servotechnik hingegen wird eine dynamische Geschwindigkeitsanpassung möglich, das Schwungrad und die Kupplung fallen aber weg. Die Anschlussleistung wird nicht mehr durch das Schwungrad ‚geglättet‘, weshalb während des Pressvorgangs netzseitig eine hohe Spitzenleistung zur Verfügung gestellt werden muss. Da sich die Kosten des Stromanschlusses bei den Energieversorgern aber nach dieser Spitzenlast berechnen, wird damit der Anschluss für die Servopresse im Vergleich zu einer mechanischen Presse gleicher Presskraft teurer. Ergo muss zur Kostenreduktion bei Servopressen die Aufgabe der Energiespeicherung, die bislang das Schwungrad übernommen hat, durch andere Maßnahmen ersetzt werden.

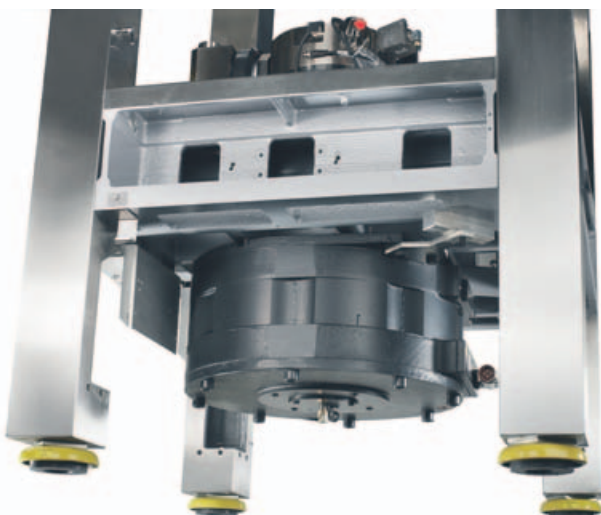
In erster Linie kommen hier Speicher zum Einsatz, die auf der Fähigkeit des Kondensators zur Ladungsspeicherung beruhen. Dabei kann es sich zum Beispiel um Folienkondensatoren handeln, die anders als Elektrolytkondensatoren bei größerem Volumen durch ihre Fähigkeit zur Selbstheilung eine vergleichsweise lange Lebensdauer haben. Je nach maximaler Anschlussleistung der Presse kann es sein, dass zusätzlich zu den Kondensatoren ein unterstützender kinetischer Energiespeicher notwendig wird. Als Faustregel sind hier etwa 1000 t zu nennen. Dabei wird ein über Umrichter angetriebener Asynchronmotor in der Drehzahl so moduliert, dass er dem Zwischenkreisverbund zum Zeitpunkt des Pressvorganges Brems-Energie zuführt. Aber auch dann lässt sich nicht gänzlich auf Kondensatoren verzichten, die kurzzeitige Energiespitzen puffern können.

Da Servopressen also meist Spitzenlastanwendungen sind, muss die Antriebstechnik bei relativ kleinen Nenn-

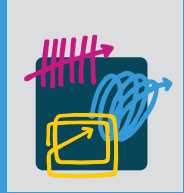
sen zur Verfügung, die die Möglichkeit bietet, vordefinierte Kurven für verschiedene Prozesse aufzurufen. Im Funktionsbaustein Kurvengenerator sind zum Beispiel bereits Funktionen wie ruckfreier Start und Stopp, Stopp im oberen Totpunkt, Schnellstopp bei Not-Aus, automatisches Verfahren in den oberen Totpunkt und stufenlos einstellbare Verfahrensgeschwindigkeit implementiert. Mit einem solchen Gesamtpaket ist die Programmierung von Servopressen mittlerweile sehr zeitsparend realisierbar. Vordefinierte Visualisierungen ermöglichen dem Anwender der Servopresse schließlich eine intuitive Bedienung seiner Maschine.

Modellbildung und Simulation

Das Gesamtsystem Servopresse besteht aus mehreren Einzelsystemen wie Servoantrieb mit Energiespeicher, Hydraulik, nicht linear übersetzte Mechaniken (Schubkurbel) und Pneumatik (Ausgleichszylinder). Eine möglichst präzise Auslegung der Antriebskomponenten erfordert einen hohen mathematischen Aufwand. Auch hier kommen heute moderne Programme zum Einsatz, welche domänenübergreifend eine Modell-



Beispiel für den Einsatz der Direktantriebstechnik in einer Tablettenpresse.



THE OFFICIAL DAILY ZUR SPS IPC Drives 2015



„Heute lesen, welches die Innovationen von morgen sind.“

Martin Gugelmann, Vertrieb
exceed electronics AG



Offizieller Medienpartner
sps ipc drives
2015

Erscheinungstermine: 24. – 26.11.2015
Anzeigenschluss: 03.11.2015

Kontakt:
Mediaberatung der OFFICIAL DAILY
zur SPS IPC Drives 2015
Tel.: +49 89 25556-1308
Fax: +49 89 25556-1670
E-Mail: media@computer-automation.de
www.computer-automation.de



Mit Eingabemasken in einer übersichtlichen Visualisierung wird eine rasche und nutzerfreundliche Bedienung der Antriebe möglich.

momenten hohe Spitzenmomente zur Verfügung stellen können. Zudem sind enorme Maximalmomente erforderlich, um die benötigte Presskraft zu erzeugen und diese – wenn notwendig – auch zu halten. Da Motoren für die Direktantriebstechnik meist höhere Spitzenströme benötigen, als mit den vorhandenen Umrichtern erzeugt werden können, kommen häufig Motoren mit Mehrfachwicklung zum Einsatz, welche an mehreren Umrichtern betrieben werden. So teilen sich die Ströme auf. Wenn nötig, können mehrere Motoren an einer Servopresse verbaut werden, um die nötige Presskraft aufzubringen. Dabei kommt eine Master-Slave-Kopplung zur Anwendung, damit sich die Lastmomente zwischen den Motoren gleichmäßig aufteilen.

Ein weiterer Vorteil von Servopressen gegenüber mechanischen oder hydraulischen Varianten, der nicht vergessen werden darf, ist ihre Energie-Effizienz. In hydraulischen Pressen ist durchgehend der Öldruck aufrechtzuerhalten. An Ventilen und in Leitungen entstehen aber oft Verluste, die das verwendete Fluid erwärmen. Das hydraulische System muss somit verlustbehaftet gekühlt werden. Und in herkömmlichen mechanischen Pressen ist ständig das Schwungrad anzutreiben – auch hier entstehen Verluste durch Reibung.

Servopressen benötigen demgegenüber nur während des tatsächlichen Pressvorganges Energie, die in etwa gleich groß ist wie bei der mechanischen Presse. Zählt man aber die Neben- und Rüstzeiten dazu, während denen das Schwungrad gestoppt und wieder beschleunigt wird, lassen sich

mit Servopressen gegenüber mechanischen Pressen bis zu 30 % Energie einsparen. Nicht zuletzt geht die im Schwungrad gespeicherte Energie beim Ausschalten der Presse verloren – die Energiespeicher der Servopresse lassen sich zumindest noch teilweise entladen.

Kurzum: Durch Weiterentwicklungen und eine veränderte Angebotssituation sind Servopressen zu einer effizienten und wirtschaftlichen Lösung geworden. Die Vorteile reichen von höherer Produktivität und Produktqualität über höhere Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Prozesse, bis hin zu niedrigeren Schwingungs- und Geräuschentwicklungen und niedrigerem Energieverbrauch. Damit nicht genug: Die Pressen mit Direktantriebstechnik sind wartungsärmer, was zu einer Reduktion der Lebenszykluskosten führt, und ermöglichen ein breiteres Spektrum von Umformprozessen bei kürzeren Umstellzeiten.

gh



Susanne Aufmuth

ist Pressesprecherin bei Baumüller.



Jürgen Dlugosch

ist tätig im Bereich Technischer Vertrieb bei Baumüller.