H5 Pneumatische Antriebe

D. G. Feldmann, Hamburg; S. Bartelmei, Wilhelmshaven

Eigenschaften der Pneumatikantriebe sind:

Vorteile. Große Strömungsgeschwindigkeiten ermöglichen sehr hohe Drehzahlen (30 000 U/min bei Motoren, bis 200 000 U/min bei Turbinen, Drehzahlreduktion mit Getrieben) und, bei gleichzeitig kleiner Masse der Druckluft, hohe Umsteuerfrequenzen (Hämmer usw.). Große Elastizität der Luft, dadurch fast konstante Presskraft auch bei Lageänderung (Spannzylinder, Luftfederung).

Unempfindlichkeit gegenüber Temperaturänderungen, allerdings besteht Gefahr des Einfrierens von Kondenswasser in Leitungen und Ventilen.

Luftführung in Leitungen bis 40 m/s, Leitungslänge wirtschaftlich bis 150 m. Geringer Leitungsaufwand, da Luft nach Energieabgabe abgeblasen wird. Kleine Undichtigkeiten sind technisch bedeutungslos (jedoch Kostenfaktor), keine Verschmutzungsgefahr bei empfindlichem Gut (Lebensmittel, Medizinbereich). Meist mit geringem Aufwand zu installieren, da in vielen Fällen auf vorhandenes Druckluftnetz zurückgegriffen werden kann. Für niedrigen Druck Kunststoffleitungen hinreichend.

Nachteile. Infolge der Elastizität ist Anwendung im Linearbereich auf Triebe mit mechanisch oder kraftmäßig begrenzter Endlageneinstellung begrenzt. Durch den niedrigen Betriebsdruck nur zur Übertragung kleiner Leistungen geeignet. Mäßige Dynamik. Druckluftenergie relativ teuer.

H5.1 Bauelemente

Verdichter. Speisung von Pneumatikanlagen fast ausschließlich aus Leitungsnetz mit zentraler Drucklufterzeugung. Verdichter vgl. [P.3](#).

Motoren. Drehmotoren werden vorzugsweise als Flügelzellen- oder Zahnradmotoren gebaut, für Bohr- und Schleifmaschinen auch als Turbinen. Da erstere die Expansionsarbeit nicht ausnutzen (Volldruckmaschinen), ist ihr Wirkungsgrad klein. Wegen starker Geräuschentwicklung Auslassschalldämpfer erforderlich. Schwenkmotoren in Zahnstangenbauweise. Schubmotoren (Zylinder) sind von prinzipiell gleichem Aufbau wie Hydrozylinder, jedoch dem niedrigeren Druckbereich entsprechend leichter gebaut (Alu- oder Kunststoffzylinderrohre, Kompaktbildungen). Für kleine Hübe eignen sich Membranzylinder, bei denen der Kolben durch eine zwischen Kolbenstange und Zylindermantel eingespannte, gestützte Elastikmembran, für größere Hübe als Rollmembran ausgeführt, ersetzt ist. Bei großen Durchmessern ein- oder mehrwulstige Balgzylinder.

Für Schneid-, Stanz- und Prägearbeiten, die auf einem sehr kurzen Teil des Hubes ausgeführt werden, sind Schlagzylinder mit Ausnutzung der Expansionsenergie der Druckluft wirtschaftlicher als Volldruckzylinder. Hierbei wird die Druckluft in einer Vorkammer gespeichert und zum Schlag durch eine große Übertrittsbohrung in den Zylinderbodenraum expandiert. Dabei beaufschlagt sie die große Kolbenfläche und erteilt dem System hohe kinetische Energie.

Ventile entsprechen bei Pneumatikanlagen in Aufbau, Funktion und Betätigungsart weitgehend den Hydroventilen

(s. [H2.3](#)). Der niedrigere Druck und die höheren Strömungsgeschwindigkeiten lassen jedoch kleinere Abmessungen und die Verwendung von Aluminium und Kunststoff als Werkstoffe zu. Verbreitete Verwendung der Sitzventile, da diese die größere Betriebssicherheit aufweisen und keiner Schmierung bedürfen. Begrenzung auf 2/2- und 3/2-Wegeventile.

Für kompliziertere Schaltbilder Wegeventile in Schieberbauart. Bei kleinen Baugrößen Schieberkolben eingeschliffen oder in Elastomer-Dichtelementen laufend. Flachschieber mit Keramikdichtplatten (siehe Druckluftöler). Größere Ausführungen sind meist durch in Gehäuse oder Kolben eingelegte O-Ringe gedichtet, da Einläppen auf die erforderliche Passungsgüte zu teuer.

Vorschaltgeräte Druckluft für pneumatische Antriebe ist von Staub und Zünderteilchen zu reinigen, soll trocken sein und das für den Betrieb der Geräte nötige Schmiermittel in Nebelform mitführen. Der Luftdruck soll unabhängig vom Netzdruck in richtiger Höhe konstant vorliegen. Den Antrieben werden daher sog. Wartungseinheiten vorgeschaltet, eine Kombination von Filter, Druckregler und Öler.

Filter bestehen meist aus einer Kombination einer Wirbelkammer zum Ausschleudern grober Verunreinigungen mit einem nachgeschalteten Metallgewebe-, Textil- oder Sinterfilter. Schmutz und Kondenswasser sammeln sich in einem durchsichtigen Gefäß, das die Kontrolle des Verschmutzungszustandes erlaubt.

Druckregler wiegen den hinter dem Drosselorgan herrschenden Druck mit Hilfe einer Membran gegen eine einstellbare Federkraft ab. Steigender Sekundärdruck erhöht die Drosselwirkung, bei weiterem Anstieg, z.B. durch treibende Last, öffnet sich ein Auslassquerschnitt. Die Regelgüte wird gesteigert durch zusätzlichen Ausgleichskolben zur Kompensation des Primärdruckes.

Druckluftöler: Durch das Druckgefälle an einer Düse wird aus einem zur Kontrolle des Ölstandes durchsichtigen Vorratsgefäß Öl angesaugt und im Luftstrom vernebelt. Bei besonderen Ansprüchen an die Ölnebelgüte Mikroöler einsetzen, bei denen durch Teilung des Luftstromes zu große Tropfen innerhalb des Ölers wieder abgeschieden werden. Das Öl in der Abluft belastet die Atemluft, daher Entwicklung schmierfreier Bauformen der Ventile und Motoren durch Gleitteile aus Keramik oder Sinterwerkstoff.

H5.2 Schaltung

Automatisierte Anlagen mit Folgesteuern sind gegenüber Zeittaktsteuerungen sicherer in der Funktion, da die Fortschaltung zum nächsten Schritt an die Ausführung des vorhergehenden gebunden ist (erfolgsquittierende Schaltung). Aufbau der Steuerungen entweder als sog. Logiksteuerung, d.h. aus Verknüpfung von Einzelschaltelementen, oder als Speichersteuerung, in der jeder Schritt einem Speicherelement zugeordnet ist (z.B. Taktstufensteuerung, Bandspeicher, zunehmend verbreitet SPS-Anlagen). Steuergeräte lassen sich sowohl mit elektrischer Signalgabe als auch vollpneumatisch mit Tasterventilen ausführen. Letztere Bauart hat den Vorteil, dass die gesamte Anlage nur auf die Energiequelle Druckluft angewiesen ist. Elektrische Signalführung ermöglicht die weitgehende Automatisierung durch Verknüpfung mit elektronischer Datenverarbeitung. Handsteuerung für Werkzeugmaschinen (Schrauber, Schleifer usw.) und für einfache Arbeitsgeräte (Pressen, Spannvorrichtungen).