

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Ebene Gelenkgetriebe
Übertragungsgünstigste Umwandlung einer
Drehschwing- in eine Schubschwingbewegung

VDI 2126

Planar mechanisms

Transfer of a rocker motion into a slider motion
with regard to optimum transmission angle

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Begriffe	4
3 Formelzeichen und Indizes	4
4 Umwandlung von Drehschwing- in Schubschwingbewegung mithilfe von Schubkurbeln und Schubschwingen	5
4.1 Problembeschreibung	5
4.2 Symmetrische Lage der Kurbel ($0^\circ < \varphi_H < 180^\circ$)	8
4.3 Unsymmetrische Lage der Kurbel ($0^\circ < \varphi_H < 270^\circ$)	11
4.4 Diagramm und Ablaufplan	17
4.5 Beispiele	21
5 Umwandlung von Drehschwing- in Schubschwingbewegung mithilfe von Schubschleifen	25
5.1 Problembeschreibung	25
5.2 Rechnerische Ermittlung der Abmessungen	27
6 Umwandlung von Drehschwing- in Schubschwingbewegung mithilfe von Kreuzschubkurbeln	28
6.1 Problembeschreibung	28
6.2 Rechnerische Ermittlung der Abmessungen	29
Schrifttum	31

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Terms and definitions	4
3 Symbols and indices	4
4 Transformation of a rocker motion into a slider motion using a slider-crank mechanism	5
4.1 Description of the problem	5
4.2 Symmetrical position of the crank ($0^\circ < \varphi_H < 180^\circ$)	8
4.3 Asymmetrical crank position ($0^\circ < \varphi_H < 270^\circ$)	11
4.4 Diagram and flow chart	17
4.5 Examples	21
5 Conversion of a rocker motion into a slider motion using slotted lever mechanisms	25
5.1 Description of the problem	25
5.2 Calculation of the dimensions	27
6 Transforming a rocker motion into a slider motion using Scotch Yoke mechanisms	28
6.1 Description of the problem	28
6.2 Calculation of the dimensions	29
Bibliography	31

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Getriebe und Maschinenelemente

VDI-Handbuch Getriebetechnik I: Ungleichförmig übersetzende Getriebe

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Diese Richtlinie behandelt die Aufgabe, wie mithilfe viergliedriger Gelenkgetriebe eine Drehschwingbewegung in eine Schubbewegung umgewandelt werden kann. Für diese Bewegungsaufgabe eignen sich die Schubschwinge (oder Schubkurbel), die Schubschleife und die Kreuzschubkurbel, siehe die Prinzipskizzen in Bild 1a bis Bild 1c. Bei einem vorgegebenen Hubwinkel φ_H (Antrieb) soll das Getriebe einen Hubweg s_H (Abtrieb) ohne Rücklauf aufweisen. Dabei interessiert hier vor allem die Güte der Bewegungsübertragung, also die Frage, welche Lösungen optimal oder akzeptabel hinsichtlich der Übertragungsgüte sind.¹⁾

Wie bekannt [1 bis 5], kann bei Gelenkgetrieben mit einem Schieber als Abtriebsglied der Übertragungswinkel μ – wie in Bild 1a bis Bild 1c eingezeichnet – zur Beurteilung der Übertragungsgüte herangezogen werden. Der Idealwert von μ ist 90° und μ weicht während der Bewegung mehr oder weniger davon ab. Weil große Abweichungen sowohl die kinematischen als auch die dynamischen Verhältnisse des Getriebes negativ beeinflussen können, sind zulässige Werte von μ_{\min} vornehmlich als Erfahrungswerte aus der Praxis für den ersten Entwurf des Getriebes anzusehen. Es müssen also diejenigen Getriebestellungen berücksichtigt werden, in denen μ , gemessen als spitzer Winkel, minimal ist.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Introduction

This standard deals with the problem of transforming a rocker motion into a slider motion using a four-bar linkage. This motion transformation can be achieved by means of a slider crank, slotted lever mechanism, or Scotch Yoke mechanism, see schematic diagrams in Figure 1a to Figure 1c. At a given stroke angle φ_H (input), the linkage is to generate a stroke length s_H (output) without an intermediate return movement (return stroke). The task here primarily focusses on the quality of motion transmission, i.e. the question of which solutions are the best possible solutions or which are at least acceptable with regard to transmission quality.¹⁾

It is known [1 to 5] that the transmission angle μ – as shown in Figure 1a to Figure 1c – can be used to rate the transmission quality of linkages with a slider as the output link. The ideal value of μ is 90° and μ deviates from this value to different degrees in the course of the motion. Since large deviations can have a negative influence on the kinematic as well as on the dynamic conditions of the linkage, permissible values of μ_{\min} should be largely considered as values based on practical experience which are to be used for an initial design of the linkage. Therefore, the linkage positions at which μ , measured as an acute angle, has its minimum value have to be taken into consideration.

¹⁾ Die umgekehrte Aufgabe, Umwandlung einer Schubschwingbewegung in eine Drehschwingbewegung, behandelt die Richtlinie VDI 2125. /

The opposite problem, i.e. the transformation of a slider motion into a rocker motion, is discussed in standard VDI 2125.

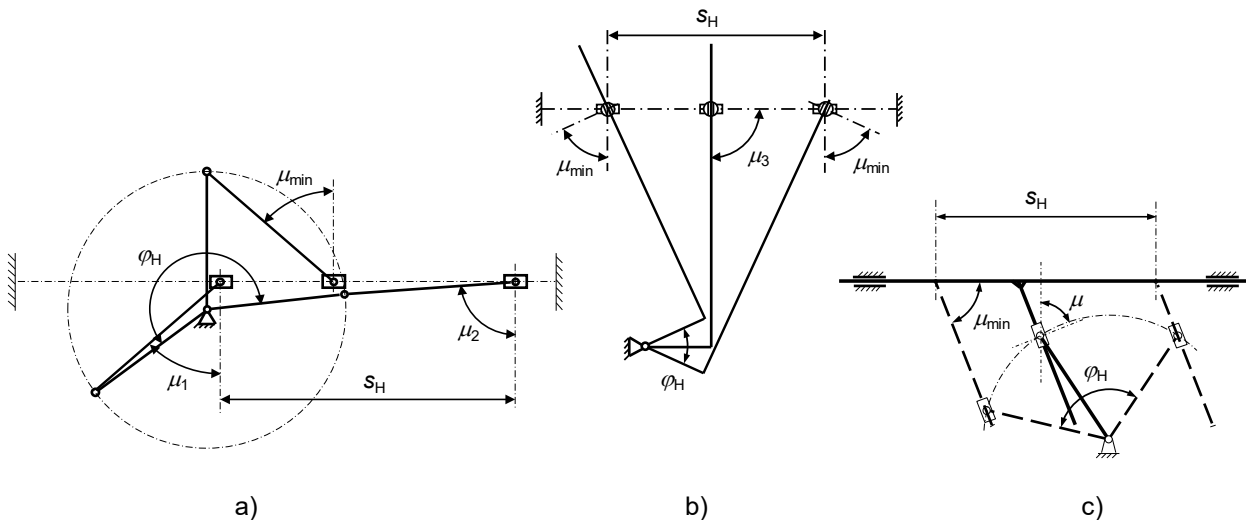


Bild 1. Prinzipskizzen (siehe VDI 2145)

- a) Schubkurbel oder Schubschwinge
- b) Schubschleife
- c) Kreuzschubkurbel

Figure 1. Kinematic diagrams (see VDI 2145)

- a) slider crank
- b) slotted lever mechanism
- c) Scotch Yoke mechanism

Wie die Übertragungsfunktion $s(\varphi)$ des berechneten Getriebes im Detail verläuft, ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Naturgemäß ist die Übertragungsfunktion nicht linear, und es wird nur gefordert, dass im Verlauf kein Rücklauf auftritt. Eine Totlage am Anfang oder am Ende des Hubwegs s_H wird als Grenzfall der Lösung akzeptiert. Für den Fall, dass jedoch eine gewisse Linearität erwünscht ist, wird angegeben, wie diese auf Kosten der Übertragungsgüte oder der Baugröße erreicht werden kann.

Die Baugröße des Getriebes wird relativ zur Länge des Hubwegs s_H beurteilt. Lösungen mit verhältnismäßig großen Gliedlängen können durch Ausnutzen der Entwurfsfreiheiten vermieden werden.

Wenn an das Getriebe noch weitere Anforderungen gestellt werden, bietet diese Richtlinie eine Vergleichsmöglichkeit mit der besten erreichbaren Übertragungsgüte. Das Ergebnis könnte gegebenenfalls auch eine Startlösung zur weiteren Optimierung der Getriebeabmessungen sein.

Die Richtlinie wurde so gestaltet, dass die Getriebeabmessungen näherungsweise unmittelbar aus Diagrammen abgegriffen werden können. Bei höheren Ansprüchen an die Genauigkeit ist die Bestimmung der Abmessungen meistens mithilfe einfacher Formeln möglich, die ebenfalls angegeben sind.

1 Anwendungsbereich

Motorische Antriebe mit schwingender Rotation kommen in der Praxis nur selten vor. Die An-

The detailed shape of the computed linkage's transfer function $s(\varphi)$ is not the subject of this standard. Naturally, the transfer function is not linear and the only requirement is that the locus does not include a return stroke. A dead centre at the beginning or end of the stroke s_H is considered to be a limit case of the solution and is accepted as such. However, in the event that a certain linearity is desired, this standard explains how this can be achieved at the expense of transmission quality or construction size.

The size of the linkage is assessed relative to the length of the stroke s_H . Solutions with relatively long links can be avoided by exploiting the free options of the design.

If further requirements are placed on the linkage, this standard offers a possibility for comparing a design with a linkage of the best possible transmission quality. If desired, the result could also be used as a starting solution for further optimisation of the linkage dimensions.

The standard has been designed to obtain the approximate linkage dimensions directly from the diagrams. If stricter requirements concerning dimension accuracy are needed, the dimensions can usually be ascertained by applying simple equations that are also included in this standard.

1 Scope

Motor drives with oscillating rotation are seldom used in practice. Therefore, the linkages described

wendungsmöglichkeiten der hier beschriebenen Getriebe liegen darum insbesondere in der manuellen Betätigung und in der Anordnung als Teilgetriebe in mehrgliedrigen Strukturen. Ein solcher Fall liegt z.B. vor, wenn eine Maschine konzipiert wird, die eine Schwinge als Abtriebsglied hat und ein zusätzlicher Schieber mitbewegt werden soll. Auch zur Hubvergrößerung sind diese Getriebe geeignet. Beispielsweise kann zur Erzeugung einer oszillierenden Schubbewegung einem Kurvengetriebe mit drehschwingendem Abtriebsglied eine Schubschwinge nachgeschaltet werden. Im Vergleich zu einem Kurvengetriebe mit direktem Schubabtrieb kann die Kurvenscheibe dadurch kleiner ausgelegt werden.

Zum Erreichen einer gesicherten Position des Schubglieds kann eine Totlage als Endlagensperre benutzt werden. Mithilfe einer Totlage kann auch vermieden werden, dass ein Stoß weitergegeben wird, oder dafür gesorgt werden, dass eine hohe Endkraft am Abtriebsglied (Presse, Schere) entsteht. Es gibt Anwendungen, bei denen das Getriebe mit Totlage auch die beste Übertragungsgüte hat. Die übertragungsgünstigste Schubschwinge für Hubwinkel $180^\circ < \varphi_H < 270^\circ$ weist z.B. eine Totlage in den *beiden* Endlagen auf.

in this standard are used in particular in manually operated drives, and also as linkages serving as part of multi-link structures. This is the case, for example, in a machine designed with a rocker as output link and in which an additional slider has to be moved together with this. These linkage forms are also suitable for increasing the stroke of a mechanism. For example, a slider crank can be attached to a cam mechanism with a rocker output link to create an oscillating sliding movement. This allows the use of a smaller cam as compared to that required in a cam mechanism with direct slider follower.

A dead centre can be used as end position detente to achieve a secure position of the slider. A dead centre can also help to avoid an impact being transmitted or can ensure that a high end force is created at the output link (press, scissors). There are applications in which the linkage with a dead centre produces the best possible transmission quality. For example, the crank-slider with the best possible transmission for stroke angle $180^\circ < \varphi_H < 270^\circ$ has a dead centre in *both* end positions.