

statt bei allen Temperaturen in gleicher Entfernung vom Aufhängungspunkte zu bleiben, bei beiden Pendeln um das gleiche Stück a höher in die Höhe rückt, so wird das bei dem kurzen Pendel eine 9 Mal grössere Gang-Differenz hervorbringen, als bei dem langen; oder wenn dadurch das kürzere Pendel 9 Sekunden früher geht, wird das längere nur um eine Sekunde früher gehen.

5. Das lange 3-Sekundenpendel hemmt das Werk in jeder Minute 20 Mal, dagegen das kurze 1-Sekundenpendel 3 Mal soviel, sonach 60 Mal, also kommen die Reibungen auf der Ankerpalette bei dem kurzen Pendel 3 Mal so oft vor.

Wenn man ferner annimmt, dass durch schlechte Eingriffe verminderte Kraft wirkt, so wird das lange Pendel dadurch nur 20 Mal grössere oder kleinere Bögen schwingen, während das kurze Pendel 3 Mal so oft seine Schwingungsbögen ändern kann; hieraus geht hervor, dass die Einwirkungen bei dem langen Pendel bedeutend geringer sind, als bei dem kurzen.

Aus allen diesen Betrachtungen sieht man, dass das lange und schwere Pendel bei Grossuhren, besonders für öffentliche Gebäude, dem kurzen und leichteren gegenüber wesentliche Vortheile aufzuweisen hat, wie sich dies ganz augenscheinlich auch bei unserer Hausuhr herausgestellt hat. Dieselbe ist jahrelang mit solcher Genauigkeit und Stetigkeit gegangen, dass keinerlei Korrektur am Gange vorzunehmen war. Ermuthigt durch diese ausgezeichneten Ergebnisse, beabsichtigte mein Vater eine ähnliche Uhr, aber mit einem 5-Sekundenpendel bei dem damals neu erbauten Kgl. Polytechnikum in Dresden anzubringen, und schlug vor, dass bei Anlage der Gebäude der erforderliche Hohlraum für Pendel und Uhrkammer gleich vorgesehen werden möge; doch verhielt sich der damalige Direktor des Polytechnikums, Herr Geheimrath Hülse, diesen Vorschlägen gegenüber ablehnend, so dass die Anbringung der Uhr leider unterblieb, und das Kgl. Polytechnikum weder mit dieser noch mit irgend einer anderen öffentlichen Uhr versehen worden ist.

Ich will nun zunächst zur Beschreibung des Pendels übergehen. Die Bauart unseres Hauses erforderte es, das vorher zusammengesetzte Pendel durch ein Dachfenster in den darunter befindlichen schornsteinartigen Hohlraum für das Pendel herabzulassen, und es kam daher darauf an, die Berechnung für Pendellänge und Kompensation, so genau auszuführen, dass keine, oder doch nur ganz unwesentliche Veränderungen an dem Pendel vorzunehmen waren. Das angefertigte Holz-Zink-Kompensationspendel stimmte mit der von mir nach den vorhandenen Gewichten und Massen ausgeführten Berechnung bis auf ein wenig überein.

Das Pendel besteht aus einem rostartigen Pendelstabe (Holzrahmen) aus Cedernholz (Cedernholz ist deswegen angewendet, weil es dasjenige von allen Hölzern ist, dessen Ausdehnungscoefficient mit ziemlicher Bestimmtheit festgestellt werden kann), auf dessen unterem Ende eine Zinksäule ruht, welche die Ausdehnung des Holzes, der Aufhängungs- und sonstigen Metalltheile des Pendels ausgleicht. Das Pendelgewicht (die sogen Linse) ist nicht linsenförmig, sondern besteht aus einem schweren Eisencylinder, durch dessen Mittelpunkt ein Eisenbolzen geht, welcher mittels einer Kappe auf der oberen Kante der Zinksäule ruht, so dass die Ausdehnung des Eisencylinders nicht, oder kaum in Frage kommt. Die cylindrische Form ist besonders bei langen Holzpendeln entschieden vorzuziehen, weil es an sich schwer hält, die Linse so zu befestigen und fest zu halten, dass ihre mittlere Fläche auch genau mit der (Fläche) Schwingungsebene übereinstimmt; bei einer noch so geringen Verdrehung der Holzstange wird auch die Ebene der Linse von der Schwingungsebene abweichen und erhebliche Gangfehler verursachen.

Der Gang der Rechnung ist nun folgender:

1. Man bestimmt für das betr. Pendel die Längenmasse der Aufhängungstheile (als: Feder, Messingstück, Haken) und nimmt für die Pendelstange eine Länge an, entweder ebensolang als die des mathematischen Pendels, oder gleich etwas länger.

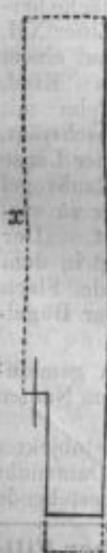
2. Ist die Ausdehnung dieser durch die Wärme sich abwärts dehnen Theile nach dem betr. Coefficienten für Längenausdehnung zu berechnen, und, um diese Ausdehnung auszugleichen, ist zu berechnen wieviel kompensirendes Metall nöthig ist, welches — weil am unteren Ende der Stange befestigt, sich ebensoviel nach aufwärts dehnt, als die Stange nach abwärts, damit der Schwingungspunkt des ganzen Pendels bei allen Temperaturen immer in derselben Entfernung vom Aufhängungspunkte bleibt.

Soll wie in dem ausgeführten, nachberechneten Pendel eine Eisenlinse in der Mitte ihrer Höhe auf dem oberen Ende der Zinksäule ruhen, so ist die berechnete Höhe für die Zinksäule nur einfach zu nehmen, weil dann der Schwerpunkt der Linse nicht mehr in der Mitte der Zinksäule, sondern im oberen Ende derselben ist. Der Eisencylinder müsste dann von solcher Form sein, dass der Schwerpunkt des ganzen Pendels sich am oberen Ende der Zinksäule befindet. Dehnt sich dann die Holzstange um das Stück a , Fig. 1, nach abwärts, so muss sich der Zinkcylinder um dasselbe Stück nach aufwärts dehnen, damit der Schwerpunkt x immer in derselben Entfernung vom Aufhängungspunkte bleibt. Die Länge des Eisencylinders muss möglichst gering sein, damit die Ausdehnung nicht sehr in Frage kommt.

3. Ist die Entfernung bis zum Schwingungsmittelpunkt beziehentl. auch bis zum Schwerpunkt zu berechnen und nachdem das Pendel praktisch ausgeführt, durch Auflegen des Pendels auf eine Schneide zu versuchen, ob dasselbe mit dem berechneten Pendel übereinstimmt.

4. Ist zu berechnen, ob der Schwingungsmittelpunkt bei einem solchen Pendel bei einer Temperaturveränderung (von beispielsweise 100°) auch in derselben Entfernung vom Aufhängungspunkte bleibt.

In jedem zusammengesetzten Pendel liegt der Schwerpunkt über dem Schwingungspunkt; beide rücken umso



näher, je leichter die Pendelstange, je schwerer die Masse des schwingenden Körpers (Linse) und je mehr dieselbe auf einen Punkt konzentriert ist.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber Fräsen für Metallbearbeitung.

Von Professor Carl Pfaff in Wien.

(A. d. „Maschinenbauer“).

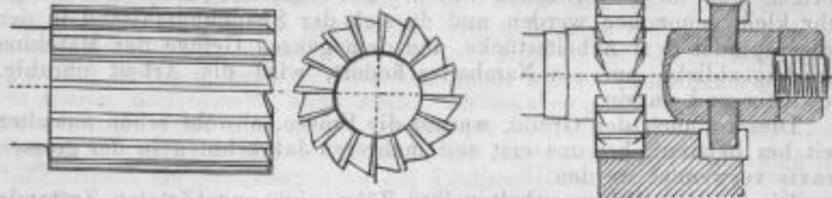
(Fortsetzung von No. 4.)

Fig. 13 zeigt eine kombinierte Fräse, die Mantelfräse und Stirnfräse zugleich ist.

Die Schneiden in der Mantelfläche können axial oder spiral stehen. Derartige Fräsen haben meistens keine Bohrung und werden nicht auf Axen oder Spindeln aufgesteckt, sondern sie erhalten Zapfen, mit denen sie in die Hauptspindel der Maschine eingesteckt werden, damit die Stirnfläche frei bleibt. Sie sind in mehrfacher Weise verwendbar, können bald als Mantelfräse, bald in beiden Eigenschaften zugleich dienen, wie bei dem Ausfräsen von Schlitzten und Nuten. Nicht immer bildet die Mantelfräse den überwiegenden Theil, es kommen vielmehr häufig kombinierte Fräsen, wie Fig. 14 vor, welche zweiseitige Stirnfräsen mit einer zwischenliegenden kurzen Mantelfräse sind. Derartige Fräsen können zu einzelner Verwendung mit Zapfen ausgeführt sein, sie erhalten aber meist Bohrungen, um auf einer Spindel aufgesteckt zu werden.

Fig. 13.

Fig. 14.



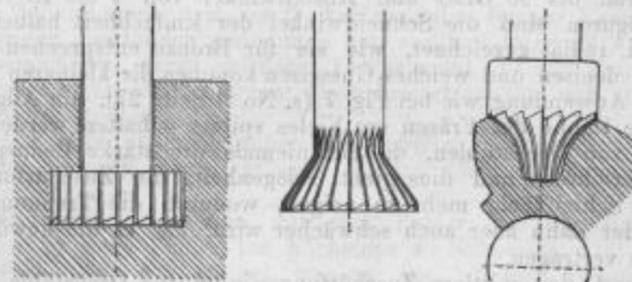
In unserer Figur sind zwei solcher Fräsen gezeigt, die durch einen zwischengelegten Ring auseinandergehalten werden und rechteckige Falze zu beiden Seiten einer geraden Leiste ausarbeiten. Die Entfernung der Fräsen kann leicht mittelst der Zwischenlagen verändert werden, bei hinreichend langer Spindel könnte auch in der Mitte noch eine Fräse angebracht sein, so dass zwei Falze und eine Nut oder drei Nuten zugleich hergestellt würden.

Die Ausarbeitung eines rechteckigen Schraubenschlitzes, wie sie bei Werkzeugmaschinen so vielfach vorkommen, kann aus dem vollen Materiale in der Weise erfolgen, dass zuerst ein gerader rechteckiger Schlitz von der Breite des oberen Schlitztheiles mit einer kombinierten Fräse wie Fig. 13 hergestellt wird. Sodann tritt die Fräse Fig. 15 in Thätigkeit und arbeitet die Erweiterung des Schlitzes aus. Falls die Schraubenschlitze, wie bei den meisten der Fall ist, wenigstens auf einer Seite ins Freie ausgehen, muss dort mit der Arbeit begonnen werden; sollten sie jedoch, was selten vorkommt, auf beiden Seiten geschlossen sein, so muss auf einer Seite ein Loch vom Durchmesser der Erweiterungsfräse vorgebohrt werden, was um so weniger schadet, als dasselbe ohnehin zur Einführung der Schraubenköpfe oder Muttern nothwendig ist. Ganz ähnlich sind schwalbenschwanzförmige Schlitzte herzustellen, wozu man sich der Fräse Fig. 16 bedient.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.



Eine ganz eigenthümliche Fräse ist die Zahnückenfräse Fig. 17. Sie wird beim Schneiden von Zahnradgetrieben angewandt, wenn auf einer oder beiden Seiten der Zähne zu deren Unterstützung Ränder vorspringen. Eine scheibenförmige Fräse würde zu viel Platz gebrauchen und ist daher nicht anwendbar. Die kleine, mit einem Zapfen in der Fräsen spindle steckende Fräse braucht aber auf jeder Seite des Zahnes nur Platz für ihren Halbmesser; sie endet die Zahnücken halbkreisförmig, also in einer sowohl der Festigkeit als auch dem guten Aussehen konformen Art. Trotzdem muss ihre Anwendung auf solche Zahnücken beschränkt bleiben, die seitlich geschlossen sein sollen, denn diese Fräsen werden so klein, dass man ihre Zahnücken oft nicht tief genug einschneiden und nur schwer die günstige Umfangs-, beziehungsweise Schnittgeschwindigkeit erzielen kann, so dass sie in der Leistung hinter den scheibenförmigen zurückbleiben.

Nachdem wir hiermit die gebräuchlichsten Fräsen vorgeführt haben, lassen wir diejenigen Bedingungen folgen, welche für das gute Arbeiten der Fräsen als unerlässlich gelten:

1. Alle Schneiden müssen bei einer vollzogenen Umdrehung gleichmässig zum Angriff kommen. Sie müssen das während einer Umdrehung abgenommene Material in gleichmässigen Spänen ablösen, eine so viel wie die andere. Aus diesem Grunde darf keine Schneide in einer und derselben rechtwinklig zur Drehachse liegenden Ebene mehr hervorstehen als die andere.