

VENTILFEDER- SCHWINGUNGEN

VON DER

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG DER

WÜRDE EINES DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

GENEHMIGTE

PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON

WILLY MARTI, DIPL. MASCH.-ING.

AUS AARBERG (BERN)

863

REFERENT: HERR PROF. DR. G. EICHELBERG

KORREFERENT: HERR PROF. DR. P. SCHERRER



BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR VORMALS G. BINKERT, A.-G.

1935

Ende der Geschwindigkeitskurve wird je ein kleines Dreieck abgeschnitten. Diese Dreiecke nach Gleichung 9 überlagert, ergeben nun ein spitzenreiches Schwingungsbild (Abb. 33). Eine

Uebereinstimmung mit dem Oszillogramm ergab sich jedoch nicht, da die Erschütterungen des Schlages sich ebenfalls auf den Quarz übertrugen und die Details im Oszillogramm verdeckten.

Zusammenfassung.

Man denke sich die ruhende Nockenwelle während der untern Rast und vor Beginn des ersten Hubes auf eine konstante Drehzahl beschleunigt. Zu Beginn des ersten Anhubes wächst die Beanspruchung linear mit der Geschwindigkeit des Federtellers, bis zur Rückkehr der am ruhenden Ende reflektierten Störung, welche sich dem ersten Vorgang überlagert. Der weitere Verlauf der Beanspruchung entspricht der Ueberlagerung aller hin und her laufenden Störungswellen und schwankt um eine, mit dem Hub linear ansteigende Mittellinie.

Nach dem ersten Hub bleibt eine Schwingung zurück, welche z. B. bei 10 Eigenschwingungen pro Umdrehung die 10., 20., 30. Harmonische usw. der Ventilgeschwindigkeitskurve enthält. Die Schwingungsamplitude berechnet sich schneller mit Hilfe der Ueberlagerungen, als mittelst harmonischer Analyse. Die Größe der nach dem ersten Hube angefachten Schwingung in Abhängigkeit der Anzahl Eigenschwingungen pro Umdrehung zeigt dem Konstrukteur, in welchem Drehzahlgebiet besonders große Resonanzschwingungen auftreten. An einem Beispiel wird gezeigt, wie man vorgehen muß, um ein möglichst breites, schwingungsarmes Drehzahlgebiet zu erhalten.

Beträgt die Eigenschwingungszahl genau ein Vielfaches der Nockendrehzahl, so würde sich die Schwingungsamplitude nach jedem Hub um denselben Betrag vergrößern. Infolge der Dämpfung wird jedoch Beharrung erreicht, sobald der Zuwachs pro Umdrehung gleich dem Dämpfungsverlust geworden ist. In einer Kurvenschar wird

ein Resonanzfaktor angegeben, mit dem die berechnete Amplitude des ersten Hubes multipliziert wird, um die Beharrungsamplitude zu erhalten. Der Resonanzfaktor verändert sich mit der Größe der Dämpfung und mit der Anzahl Schwingungen pro Umdrehung.

Die Dämpfung hängt nicht nur vom Luftwiderstand und von der inneren Materialreibung ab, sondern auch von der Art der Federabstützung (Reflexionsverlust). In Schmieröl ist die Dämpfung so groß, daß die Schwingungen bis zum nächsten Hub abklingen.

Die beschriebenen Vorgänge wurden durch zahlreiche Versuche mit Nocken und Federn bestätigt. Oszillographische Messungen des Kraftverlaufes an den Federenden stimmen befriedigend mit den vorausberechneten Kurven überein.

Vorliegende Arbeit ist während meiner freien Zeit im physikalischen Laboratorium der Firma Gebrüder Sulzer A.-G., Winterthur, entstanden. Die Firma hat mir für die Versuche in zuvorkommender Weise den Federprüfapparat, den Siemens-Universaloszillographen und die Quarzindikatoren zur Verfügung gestellt, wofür ich auch an dieser Stelle der Firma meinen besten Dank ausspreche.

Meinem Referenten, Herrn Prof. Dr. Eichelberg, danke ich für die liebenswürdige Aufmerksamkeit, welche er während der Entstehung dieser Arbeit meinen Untersuchungen entgegengebracht hat.