

Prom. Nr. 2156

Druckwellen-Spülung bei Zweitaktmotoren

(Berechnungen und Versuche)

VON DER
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN ZÜRICH
ZUR ERLANGUNG DER
WÜRDE EINES DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
GENEHMIGTE
PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON

Yian-Nian CHEN

aus China

Referent: Herr Prof. Dr. G. Eichelberg

Korreferent: Herr Prof. Dr. J. Ackeret



Zürich 1953 Dissertationsdruckerei Leemann AG

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden einige Berechnungsmethoden für ein-dimensionale instationäre Strömungen beim Überschreiten der Trennungsschicht zwischen Gasmassen von verschiedener Temperatur und mit verschiedenen Adiabatenexponenten entwickelt, Reflexionsprobleme von Verdichtungsstößen an verschiedenen Berandungen behandelt und instationäre Strömungen in einem innen mit einer Düse versehenen Rohr, sowie die Möglichkeit des Entstehens einer Überschallströmung in demselben untersucht. Hierbei stellte sich heraus, daß ein Drucksprung hinter der Düse auftreten kann, und daß sich die zur Herbeiführung eines möglichst starken Verdichtungsstoßes in dem hinter der Düse liegenden Rohrteil günstigste Größe des Düsenquerschnittes berechnen läßt.

Anschließend wurden die entwickelten Berechnungsmethoden auf einen praktischen Fall angewendet, nämlich auf einen Zweitakt-Dieselmotor, bei dem durch Ausnützung der Energie instationärer Strömungsvorgänge in der Spül- und Auspuffleitung eine selbsttätige Spülung bewerkstelligt werden sollte. Die theoretischen Ergebnisse wurden mit Messungen an einem eigens hierfür gebauten Einzylinder-Versuchsmotor verglichen. Die Querschnitte der beiden Leitungen sowie die Höhen der Spül- und Auspuffschlitze waren gleich groß. Bei der Drehzahl $n = 1000$ U/min konnten mit selbsttätiger Spülung ein maximaler effektiver Mitteldruck von $p_{me} = 3,5$ at, ein Spülluftverhältnis von $\lambda_{sp} \approx 0,875$ und ein günstigster effektiver, spezifischer Brennstoffverbrauch von $b_e = 222$ g/PS_eh bei $p_{me} = 2,75$ at erreicht werden. Schon ein sehr geringer Überdruck der Spülluft von 0,05 at führt indessen zu einer erheblichen Verbesserung, indem sich ein maximaler effektiver Mitteldruck von $p_{me} = 4,9$ at und ein günstigster Brennstoffverbrauch von $b_e = 182$ g/PS_eh¹⁾ erzielen ließen.

Der theoretisch erwartete Effekt einer vollkommen selbsttätigen Spülung mittels instationärer Strömungsenergie wurde zwar erreicht, aber bisher nicht in dem erhofften Ausmaße. Weitere Verbesserungen dürften etwa auf folgende Weise möglich sein:

¹⁾ Der Leistungsaufwand für die Spülluft wurde nicht berücksichtigt.

1. Die Höhen der Spül- und Auspuffschlitze werden vergrößert, aber unter sich gleich gehalten. Die instationären Strömungsenergien in den beiden Leitungen können dann vollständiger ausgenützt werden, allerdings unter Einbuße an nutzbarem Hubvolumen des Motors.

2. Die Spülschlitze werden höher gemacht als die Auspuffschlitze, wodurch das Schwergewicht auf die Vorgänge auf der Spülseite gelegt wird. Der erste vom Zylinder in die Spüleleitung wandernde Wellenberg und die danach folgende Verdünnungswelle erhalten größere Amplituden und bewirken eine intensivere Durchspülung. Wie die weiteren Wellen sich auswirken, müßte zuvor durch Berechnung und Versuch abgeklärt werden.

3. Die Auspuffleitung wird (ähnlich wie beim Kadenacy-Motor) konisch erweitert und mit einer passenden Spüleleitung von konstantem Querschnitt kombiniert.