

Forschungsberichte Strömungslehre und Aerodynamik

Band 22

Monika Mühlbauer

**Modelling wall interactions of a high-pressure,
hollow cone spray**

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Aachen 2009

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2009

Copyright Shaker Verlag 2009

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8645-3

ISSN 1610-3114

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

Kurzzusammenfassung

Gemischbildung und Emissionen moderner direkt einspritzender Ottomotoren werden entscheidend durch Spray/Wand-Wechselwirkungen beeinflusst. Die damit verbundenen, komplexen Phänomene sind bisher jedoch kaum verstanden - insbesondere nicht im Hinblick auf die beträchtliche Anzahl an Parametern, die mit jeweils großem Wertebereich im Motorbetrieb vorkommen. Die Modellierung von Spray/Wand-Wechselwirkungen stellt deshalb einen Schwachpunkt in der zu einem Großteil mittels numerischer Simulationen durchgeführten Motorenentwicklung dar.

Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf den Aufprall dichter Hohlkegelsprays für den die Unzulänglichkeit existierender Modelle detailliert aufgezeigt wird. Nach bestem Wissen der Autorin gab es bisher kein für diesen Spraytyp geeignetes Wandwechselwirkungs-Modell, was zudem mit einem völligen Mangel an quantitativen experimentellen Daten verbunden ist.

Deshalb werden zunächst mittels Phasen Doppler Anemometrie (PDA) Daten zum normalen Aufprall eines Isooktansprays mit 50 bar Einspritzdruck auf ein halbkugelförmiges Kupfertarget gewonnen. Letzteres ist beheizbar, wobei Wandtemperaturen bis 200°C betrachtet werden. Zudem kann ein Ölfilm auf die Oberfläche aufgebracht werden, um den für die Kolbenbewegung entscheidenden Schmierfilm auf einer Zylinderbuchse nachzustellen. Durch unterschiedliche Abstände zwischen Target und Injektor wird beim Aufprall eine Variation der Reynoldszahl im Bereich von 2000 bis 3000 erreicht.

Da die Fragestellung, wie PDA Daten bezüglich Spray/Wand-Wechselwirkungen auszuwerten sind, bisher nicht ausreichend untersucht wurde, werden fundamentale Aspekte zur Datenauswertung analysiert und in der Arbeit dargestellt. Die Ergebnisse sind dabei nicht auf dichte Hohlkegelsprays beschränkt, sondern können als allgemeine Anleitung für zukünftige Datenauswertungen dienen.

Im Rahmen der Messauswertung wird der Aufprallmechanismus bei dichten Hohlkegelsprays diskutiert, wobei Filmfluktuationen, die zum Aufbruch von Ligamenten führen, identifiziert werden. Bei den betrachteten hohen Reynoldszahlen dominieren Trägheitskräfte alle anderen Kräfte, was zu einem vernachlässigbaren Parametereinfluss der Reynoldszahl und der Wandtemperatur führt. Ein Ölfilm wird durch das aufprallende Spray sehr schnell verdrängt. Dies verdeutlicht, wie Spray/Wand-Wechselwirkungen auf der Zylinderbuchse die Funktionsfähigkeit des Motors gefährden können.

Schließlich werden auf Basis der experimentellen Daten empirische Korrelationen zur Beschreibung des Sekundärsprays aufgestellt und eine einfache Extrapolation auf schiefe Aufprälle vorgeschlagen. Details der Implementierung dieses ersten empirischen Modells zur Wandwechselwirkung dichter Hohlkegelsprays in einem Lagrange-Ansatz werden erläutert. Anhand mehrerer Fälle wird das Modell für einen Aufprallwinkelbereich von etwa 30°-90° relativ zur Wand und für Einspritzdrücke von 50 bar und 200 bar mit sehr guten Ergebnissen validiert.