

Schlussbericht

zu dem IGF-Vorhaben

Erprobung und Validierung von Kavitationsmodellen zur Berechnung der erosiven Aggressivität kavitierender Strömungen in Kreiselpumpen radialer Bauart

der Forschungsstelle

Technische Universität Darmstadt, Institut für Fluidsystemtechnik (FST)

Das IGF-Vorhaben 17842 N/1
der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. - FKM
wurde über die



im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Darmstadt, 22.03.2016

Ort, Datum

Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz

Name und Unterschrift des Projektleiters
an der (ggf. federführenden) Forschungsstelle

Kurzfassung:

Nach wie vor stellt das Auftreten von Kavitation ein Problem für den sicheren und effizienten Betrieb von Pumpen dar. Veränderungen der Kennlinie, das Vorhandensein von starker Schwingungen und Geräuschen sowie auftretende Werkstoffzerstörungen beeinflussen die Funktion und die Zuverlässigkeit dieser Maschinen massiv. Im Rahmen des hier beschriebenen Projektes wurde Kavitation in einer Radialpumpe mit Hilfe von High-Speed Visualisierungen untersucht. Aus dem gewonnenen Bildmaterial lassen sich neue Erkenntnisse über die dominierenden Faktoren kavitierender Strömungen in Radialpumpen ableiten. Neben der Variation der Betriebspunkte wurden dabei auch die Oberflächenbeschaffenheit der Schaufeln, die Schaufelzahl (drei und sechs Schaufeln) und der Gasgehalt der Flüssigkeit variiert.

Die physikalische Modellierung der Kavitationsvorgänge in einer Pumpe erweist sich als schwierig, da viele Phänomene (Spaltkavitation, Einfluss der Rauheit, Einfluss des Gasgehalts, dreidimensionale Strömung) gleichzeitig auftreten. Um die kavitierende Strömung vollständig verstehen zu können, müssen die einzelnen Aspekte separat untersucht und anschließend zu einem Gesamtbild zusammengesetzt werden.

Die ursprünglich geplante Vermessung verschiedener Rauheiten auf verschiedenen Schaufeln zur selben Zeit ist aufgrund des ungewissen Einflusses lokaler Randbedingungen nicht möglich bzw. sinnvoll. Alle Schaufeln sind mit derselben Rauheit zu beaufschlagen, um reproduzierbare und aussagekräftige Untersuchungen durchführen zu können. Daneben ist die Verwendung eines Dreischaufellaufrades zwar für optische Untersuchungen vorteilhaft, doch wird das Kavitationsgebiet durch komplexe Phänomene (rotierende Kavitation) zu stark beeinflusst. Die am Sechsschaufellauf-rad durchgeführten Experimente haben gezeigt, dass hier keine rotierende Kavitation auftritt und dieses Laufrad somit zweckdienlicher ist.

Hohe Gasgehalte und das damit einhergehende Auslösen großer Mengen Gas in Bereichen niedrigen Druckes haben einen erheblichen Einfluss auf die auftretenden Kavitationsgebiete. Die wesentlichen Untersuchungen wurden bei niedrigen Gasgehalten durchgeführt, da die Auswirkungen eines hohen Gasgehaltes und des Auslösens von Gas nicht quantifizierbar und messtechnisch nur schwer unterscheidbar sind.

Die Untersuchungen am Sechsschaufellauf-rad waren erfolgreich und es konnten neue Erkenntnisse gewonnen werden. Zum einen konnte gezeigt werden, dass die Rauheit einen erheblichen Einfluss auf die Ausprägung der kavitierenden Strömung hat. Außerdem wurde deutlich, dass die Spaltströmung und die auftretende Spaltkavitation die Kavitation auf den Schaufeln enorm beeinflussen. Die Spaltkavitation sorgt sowohl für eine Initiierung als auch für eine Anfachung der Kavitation auf den Schaufeln.

Neben den Untersuchungen der Radialpumpe wurde an der Forschungsstelle parallel das Themengebiet „Keime und Keimbildung“ bearbeitet. Die hier erarbeiteten Ergebnisse sind von großer Bedeutung für das Verständnis kavitierender Strömung und sind ergänzend bzw. aufbauend zu den Untersuchungen der Radialpumpe und der Modellierung des Schichtwachstums aus dem Vorgängerprojekt zu verstehen.

Die gängigen Theorien zu freien Keimen und Porenkeimen sind seit vielen Jahren in der Kavitationsforschung etabliert und anerkannt. Die Keimbildung, das Bindeglied zwischen Porenkeimen und freien Keimen, ist hingegen nur wenig erforscht und es gibt keine umfassenden und experimentell validierten Modellvorstellungen.

Untersuchungen des Zusammenhangs von freien Keimen, wandgebundenen Keimen und Rauheiten haben neue Erkenntnisse zu diesem bisher wenig erforschten Themengebiet gebracht. Freie Keime können Rauheitselemente aktivieren, die dann selbst durch das Ausgasen der Flüssigkeit weitere freie Keime produzieren können. Werden viele nebeneinanderliegende Rauheitselemente aktiviert, ergibt sich das aus den Experimenten bekannte Bild der Schichtkavitation.

Hinweis:

Weitere Informationen und der Schlussbericht zu diesem Vorhaben können bezogen werden über:

Das Forschungskuratorium
Maschinenbau e.V. (FKM)



Lyoner Straße 18
D 60528 Frankfurt am Main
www.fkm-net.de
info@fkm-net.de

Den Forschungsfonds
Pumpen



Lyoner Straße 18
D 60528 Frankfurt am Main
pu.vdma.org
Harald.Frank@vdma.org