

Berichte aus dem Apparatebau

Matthias Rauth

**FEM-integrierendes Berechnungskonzept für
den Ermüdungsfestigkeitsnachweis von Behälter-
Stutzen-Verbindungen unter Berücksichtigung
von Innendruck und Rohrleitungslasten**

D 290 (Diss. Universität Dortmund)

Shaker Verlag
Aachen 2003

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Rauth, Matthias:

FEM-integrierendes Berechnungskonzept für den Ermüdungsfestigkeitsnachweis von Behälter-Stutzen-Verbindungen unter Berücksichtigung von Innendruck und Rohrleitungslasten/Matthias Rauth.

Aachen : Shaker, 2003

(Berichte aus dem Apparatebau)

Zugl.: Dortmund, Univ., Diss., 2002

ISBN 3-8322-1088-1

Copyright Shaker Verlag 2003

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-1088-1

ISSN 1437-7667

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit liefert einen Beitrag zu dem Problem der konzeptkonformen Beanspruchungsermittlung mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode auf Basis vollparametrisierter 3D-Modelle bei Behälter-Stutzen-Verbindungen unter zyklischer Einwirkung von Innendruck und zusätzlichen Rohrleitungslasten. Im Gegensatz zu früher durchgeführten FEM-Reihenuntersuchungen an vollparametrisierten Modellen spezieller Konstruktionsformen und Anpassung der Ergebnisse durch Formeln, die für eine spätere Beanspruchungsermittlung dienen, werden durch die vorliegende Arbeit dem Berechnungsingenieur hochwertige vollparametrisierte Modelle in Form von sogenannten batch-files an die Hand gegeben, mit denen er gezielt Bauteiluntersuchungen durchführen kann. Durch die Bereitstellung von batch-files für wesentliche, im Druckbehälterbau vorkommende Grundkörperformen, Stutzenstellungen und Stutzeneinschweißungen entfällt für den Berechnungsingenieur die aufwendige Modellierung.

Mit einem an die batch-files gekoppelten AD-S2-Tool gestattet es einem Berechnungsingenieur, ohne eigenen Modellierungsaufwand spezielle Festigkeitsanalysen durchzuführen.

Aus einem kritischen Vergleich zwischen den gültigen Regelwerken und den Nachweiskonzepten wurden Schlussfolgerungen für eine konzeptkonforme Modellbildung gezogen.

Für die im Apparatebau gebräuchlichen Grundkörperformen Zylinder, Konus, Halbkugel, Klöpfer- und Korbhaken wurden Varianten der Behälter-Stutzen-Verbindungen modelliert. Für die 3D-Vollmodelle sind sowohl der eingesetzte, der aufgesetzte und in Sonderfällen der durchgesteckte Stutzen modelltechnisch umgesetzt worden. Anhand des senkrechten und des axialgeneigten Stutzens auf zylindrischem Grundkörper werden ausführlich der Aufbau des Solid-Modells und die dazu erforderlichen geometrischen Grundkonstruktionen gezeigt, mit denen die singularitätsfreie Hohlkehle sowie die mit Übergangsradien versehene Flachkehle modelliert wurden. Bei der 3D-Modellierung wurde anhand des senkrechten Stutzens auf zylindrischem Grundkörper für den Lastfall Innendruck untersucht, mit welcher Vernetzung ein Optimum aus Rechenaufwand und Genauigkeit zu erzielen ist. Das Ergebnis dieser Optimierungsuntersuchung wurde auf die anderen Modelle übertragen. Mit den erarbeiteten Grundlagen wurde das Modulpaket AutoFatigue für die automatisierte Beanspruchungsermittlung als Voraussetzung für den Ermüdungsfestigkeitsnachweis mit einem AD-S2-Tool geschaffen und in Einzelschritten sowie an dem Beispiel eines Klöpferbodens mit achsparallelem Stutzen dargelegt.

Vergleichende Betrachtungen mit Ergebnissen aus der Literatur wurden angestellt. Die zum Teil vorhandenen Abweichungen wurden diskutiert. Darüber hinaus wurden an einem Versuchsbehälter Dehnungsmessungen mit Dehnungsmessstreifen durchgeführt. Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchung wurden anschließend mit Ergebnissen einer Finite-Elemente-Berechnung auf Basis des Modulpakets AutoFatigue für diesen Versuchsbehälter verglichen.