

Festigkeitsbetrachtungen für gebaute Kolben

von:

Prof. Dr.-Ing. habil. Gotthard Will
Lehrstuhl für Pumpen, Verdichter und Apparate
TU Dresden
Deutschland

Obering. Dr.-Ing. Johannes Nickol
Leiter F & E / Maschinentechnik
Neuman & Esser
Übach-Palenberg
Deutschland

Zusammenfassung

Die Niederdruckkolben, vornehmlich von mehrstufigen Kolbenkompressoren, müssen mit Rücksicht auf beherrschbare Massenkräfte oft im Sinne des Leichtbaus optimiert werden.

Dafür werden insbesondere Ausführungen in geschweißter oder verschraubter Form angewendet, die aus Halbzeugen oder Gussrohlingen gefertigt sind. Die Kolben sind rotations-symmetrisch oder mit Rippen hergestellt.

Für die Festigkeitsberechnungen solcher Kolben stehen FEM-Programme zur Verfügung, die eine Betrachtung der realisierten Geometrie ohne wesentliche Vereinfachung erlauben. Bei der praktischen Durchführung der Festigkeitskontrolle muss darauf geachtet werden, dass die zeitintensive Berechnung zielgerichtet für die Kurbelwinkel mit den extremen Belastungsänderungen erfolgt und die berechnete räumliche Spannungsverteilung eine zuverlässige Beurteilung, insbesondere mit den tatsächlich vorhandenen Werkstoffkennwerten, erfährt.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die kritischen Kurbelwinkel über eine eindimensionale Abschätzung der Biegespannung an der Einspannstelle des Kolbenbodens, die aus Druck- und Massenkräften folgt, relativ sicher vorausgesagt werden können.

Zur Bewertung der Spannungsverteilung kann eine örtliche Ausschlagspannung herangezogen werden. Der Vergleich dieser Ausschlagspannung mit einer Ausschlagfestigkeit, die aus der Dehngrenze unter Berücksichtigung des Mittelspannungs-, Temperatur- und Oberflächeneinflusses ermittelt wird, erklärt beobachtete Schadensfälle.

On the Strength of Built Pistons

by:

Prof. Dr.-Ing. habil. Gotthard Will
Chair for Pumps, Compressors and Apparatus
Dresden University of Technology
Germany

Obering. Dr.-Ing. Johannes Nickol
Head of the R & D Department / Machinery Systems
Neuman & Esser
Übach-Palenberg
Germany

Summary

Low-pressure pistons, mainly those in multi-stage piston compressors, often have to be optimised in terms of lightweight construction thereby taking into account the controllable inertia forces.

For this purpose, welded or screwed semifinished products or cast blanks are applied. The pistons are rotationally symmetrical or ribbed.

The strength behaviour of these pistons is calculated with FEM programs, which allow the examination of the obtained geometry without considerable simplification. As the strength is practically tested, attention should be paid to the fact that the time-consuming calculation is focussed on those crank angles, which are subjected to extreme load variations, and that the calculated spatial stress distribution is reliably assessed including the actual material parameters.

Experience shows that the critical crank angles can be predicted relatively reliably, as the bending stress, which results from pressure and inertia forces, is obtained by a one-dimensional estimation at the point where the piston head is fixed.

A local deflection stress can be used to evaluate the stress distribution. The comparison of this deflection stress with a deflection strength, which is obtained from the permanent elongation limit with due regard to the influences of the mean stress, the temperature and the surface, gives an explanation of damages observed.