

锅炉的应力及位移有限元数值分析

叶红玲, 杜惠英, 刘赵森, 隋允康, 乔志宏
(北京工业大学 机械工程与应用电子技术学院, 北京 100022)

摘要: 利用美国 MSC 提供的 CAE 软件对锅炉的应力分布及位移变形进行了分析. 利用其便捷的前后处理软件 MSC/PATRAN 建立了几何模型和有限元分析模型, 并利用 MSC/NASTRAN 对模型进行了计算和分析. 同时, 利用材料力学的经典强度理论进行了计算和强度校核. 结果表明两种方法得到的计算结果基本吻合.

关键词: 有限元; 强度理论; 数值分析

中图分类号: O 39; TB 12

文献标识码: A

文章编号: 0254-0037(2001)04-0412-03

在化学工业中, 压力容器在受力状态下的应力分布和位移变形是工程技术人员非常关注的一个问题. 为预知结构破坏的位置, 常常需要找到应力集中和位移变形最大的地方. 作者利用大型软件 MSC/NASTRAN 对以锅炉为代表的压力容器在考虑自重的情况下, 进行了应力与位移的计算和分析. 同时, 用材料力学的第四强度理论进行了计算和强度校核, 最后将两者的计算结果进行了比较分析. 本文为设计和解决生产实践中的压力容器问题提供了一条可靠的途径.

1 材料力学计算模型

根据实际锅炉尺寸、形状, 建立如图 1 所示的模型. 已知锅炉材料密度为 7.8 t/m^3 , 内压 $p = 3.4 \text{ MPa}$, 取 $[\sigma] = 110 \text{ MPa}$, $E = 200 \text{ GPa}$, $\nu = 0.3$, 将其自重当做均布载荷处理, 按简支外伸梁计算^[1].

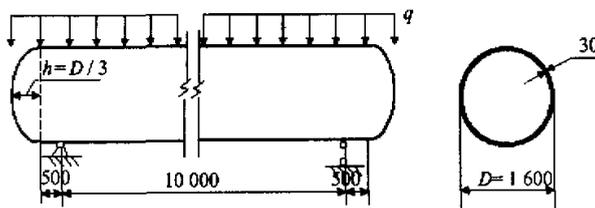


图1 材料力学几何模型

2 有限元计算

2.1 有限元模型的建立

作者利用 MSC/PATRAN 的几何建模功能建立了几何模型和有限元模型. 建立有限元模型时, 采用四节点壳单元, 按区域分网, 网格节点总数为 1156, 单元总数为 1040 (如图 2 所示). 约束一端按固定支座处理, 控制

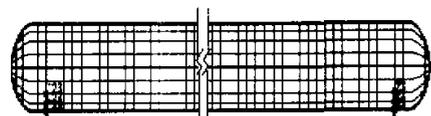


图2 锅炉有限元模型

收稿日期: 2000-12-27.
作者简介: 叶红玲(1972-), 女, 讲师, 硕士.

xyz 3 个方向的位移, 一端按铰支座处理, 控制 yz 两个方向的位移, 考虑自重。

2.2 分析结果

利用 MSC/NASTRAN 对所研究的锅炉模型进行了结构稳定性分析。

图 3 给出了在自身重力和内部压力下变化的应力云图。可以看到在支座边缘处以及中间部分应力较大; 应力最大点在支座 682 节点处, 为 92.8 MPa。

图 4 给出了在自身重力和内部压力下变化的位移云图, 可以看到在铰支端处位移变化较大。位移变化最大值在右端部顶点 674 节点处, 为 1.3 mm。

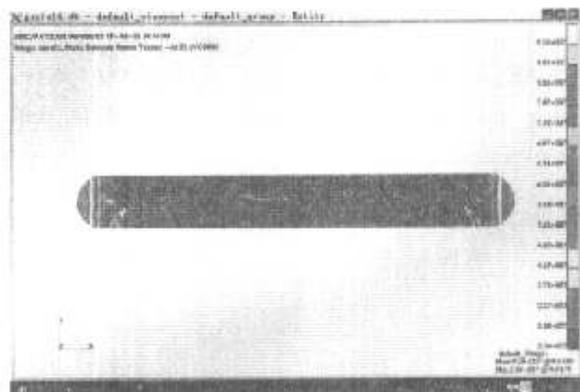


图3 锅炉应力分布云图

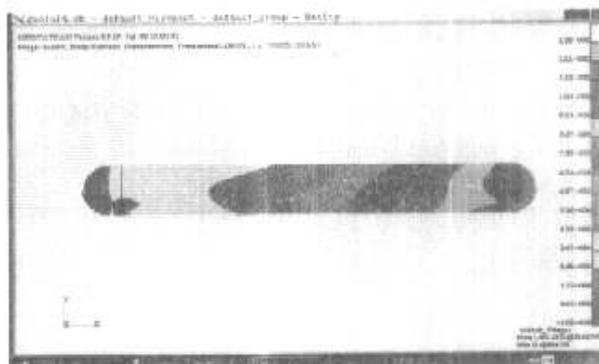


图4 锅炉位移变化云图

3 材料力学的计算结果及与有限元结果的比较

运用材料力学理论, 采用叠加法, 得到两种情况组合的应力。内压引起的应力按 $\sigma_x = PD / 4t$, $\sigma_y = PD / 2t$, $\sigma_z = -p$ 计算, 锅炉自重当做均布载荷处理, 引起的弯曲应力按 $\sigma_i = M / w_i$ 计算, 在跨中不考虑剪应力, 得梁中段的最大应力为 81.57 MPa, 在支座处考虑剪应力影响, 利用应力状态分析, 进行计算, 支座处最大应力为 106.17 MPa。

应用广义虎克定律求应变及变形, 梁沿轴向的位移为 1.3 mm。表 1 是两种计算结果的比较。

表1 有限元分析与材料力学计算结果比较

跨中最大应力 / MPa		支座处最大应力 / MPa		整体轴向变形 / mm	
NASTRAN	材料力学	NASTRAN	材料力学	NASTRAN	材料力学
78.3	81.57	92.8	106.17	1.3	1.3

4 结论

作者利用大型软件 MSC / NASTRAN 对以锅炉为代表的压力容器模型进行了有限元数值模拟分析, 并与用材料力学经典强度理论计算的结果进行了比较。可以看到两种方法的计算结果基本相符; 材料力学的结果稍显偏大, 而利用 MSC / NASTRAN 程序得到的有限元计算结果则与实际情况非常接近。利用 MSC / PATRAN 和 MSC / NASTRAN 程序计算实际工程问题比较简便、准确, 使用起来并不比材料力学麻烦, 为设计和解决生产实践中的压力容器问题提供了一条可靠的途径。

参考文献:

[1] 范钦珊. 工程力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1989.

万方数据

Finite Element Numerical Analysis of the Boiler's Stress and Displacement

YE Hong-ling, DU Hui-ying, LIU Zhao-miao, SUI Yun-kang, QIAO Zhi-hong

(College of Mechanical Engineering and Applied Electronics Technology,

Beijing Polytechnic University, Bijing 100022, China)

Abstract: The stress distribution and displacement of the boiler are investigated by CAE software. The geometrical model and the finite element analysis model are established by MSC/PATRAN, and these models are calculated and analyzed by MSC/NASTRAN. At the same time, the classical strength theory of material mechanics is applied to their calculation and strength check. It is shown that the numerical and theoretical methods have the same results.

Key words: finite element; strength theory; numerical analysis

我校自然科学版学报入围首轮“中国期刊方阵”

本刊讯 在刚刚结束的首轮“中国期刊方阵”评选中,我校自然科学版学报榜上有名

“中国期刊方阵”的评选是由国家新闻出版署组织的,旨在展示我国优秀期刊的整体实力,进一步提高我国期刊的整体质量,创出更多有世界影响的名牌期刊。参加中国期刊方阵评选的期刊,其前提条件之一必须是省、市、部级优秀期刊。在全国8700多种期刊中,有1994种期刊入围首轮“中国期刊方阵”。

中国期刊方阵的组建,将发挥名刊、大刊的积极作用,更好地满足读者的需求。为确保中国期刊方阵的质量,中国期刊方阵的评选将采取动态原则,每3~5年重新评定一次。此次北京市属期刊共有35家入围首轮“中国期刊方阵”。