

Rechnergestützte Analyse von Heizungsrohrnetzen

Von der Universität Stuttgart
zur Erlangung der Würde eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigte Abhandlung

vorgelegt von
Franz Grammling
geboren in Jagstfeld

Hauptberichter: Prof. Dr.-Ing. H. Bach
Mitberichter: Prof. Dr.-Ing. G. Lein

Tag der Einreichung: 6. Mai 1988
Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juli 1988

Institut für Kernenergetik und Energiesysteme der
Universität Stuttgart
1988

Übersicht

Es wird ein Verfahren zur rechnergestützten experimentellen Analyse der Hydraulik von bestehenden Heizungsrohrnetzen vorgestellt. Das Verfahren stützt sich lediglich auf die Messung von Differenzdruck und Volumenstrom an der Umwälzpumpe und auf die Kenntnis der Netzstruktur. Grundlage der Analyse ist ein Rechenmodell des zu untersuchenden Heizungsnetzes mit minimierter Zahl an Widerständen, das "Ersatznetz". Es kann gezeigt werden, daß bei Heizungsnetzen mit hinreichender Genauigkeit mit einem einheitlichen Exponenten in den Funktionen aller Widerstände des Ersatznetzes gerechnet werden kann und damit der Aufwand bei der Analyse gering bleibt. Durch Versuche im Labor wird die praktische Anwendbarkeit bis hin zur gezielten Einregulierung eines Netzes nachgewiesen.

Abstract

A procedure for a computer aided experimental analysis of the hydraulic networks in existing heating systems is developed. The procedure is based on the measurement of pressure drop and flowrate at the pump and on the knowledge of the structure of the network. The basis of the analysis is a mathematical model of the regarded heating network using a minimized number of resistances the so called "Ersatznetz". It can be shown that for heating networks it is allowed to use the same exponent for each resistance of the "Ersatznetz" and therefore the effort will be small. The practicability of the procedure is demonstrated by laboratory tests. Furthermore the method is used for controlled adjustment of a hydraulic network.

Häufig verwendete Bezeichnungen

1	Einleitung	1
2	Vorliegende Verfahren zur Rohrnetzanalyse	4
2.1	Versorgungsrohrnetze	4
2.2	Heizungsrohrnetze	6
3	Rechnergestützte Analyse von Heizungsnetzen	11
3.1	Analyse durch Betriebsvariation	11
3.2	Modellbildung	23
3.3	Analysemethode	30
3.4	Zulässigkeit der vereinfachenden Annahmen	33
3.4.1	Rohrleitungswiderstände	34
3.4.2	Einzelwiderstände	42
3.4.3	Ventilwiderstände	43
3.4.4	Verzweigungswiderstände	46
3.4.5	Typische Widerstandsverteilung in Heizungsnetzen	48
3.4.6	Teilstrangwiderstände	52
3.4.7	Verteilleitungswiderstände	60
4	Rechenprogramm NETAN zur Analyse von Heizungsrohrnetzen	65
4.1	Aufbau von NETAN	65
4.2	Meßumfang	68
4.3	Fehlerbestimmung durch Rohrnetzsimulation	70
4.3.1	Verfahren zur Rohrnetzsimulation	71
4.3.2	Verfahrensbedingte Fehler	77
4.3.3	Meßfehlersensibilität	88

	Seite	
5	Experimentelle Erprobung	96
5.1	Aufbau des Rohrnetzes	96
5.2	Messungen	100
5.3	Meßunsicherheiten	103
5.4	Meßergebnisse	105
5.4.1	Analyse eines Heizungsnetzes	105
5.4.2	Einregulierungsversuche	114
6	Zusammenfassung	120
7	Schrifttum	123