

UNTERSUCHUNG DER DICHTHEIT VON DROSSELKOMPENSATOREN

Henryk G. Sabinia

Lehrstuhl für Heizungs- und Ventilationstechnik

Technische Universität Lodz

Wilfried Franke

Professur Anlagen- und Apparatebau

Technische Universität Chemnitz

In der Arbeit hat die Konstruktion und die Wirkuny ein Prüfstand zur Untersuchungen der Haltbarkeit von Drosselkompensatoren durgestellt. Der Prüfstand ermöglicht es, die Kompensatoren unter statischen und dynamischen Bedingungen zu erforschhen. Es ist auch ermöglichen, steige Regelung der Frequenz des Verschiebungshubes und seiner Größe, steige Regelung der Temperatur des durch den Kompensator strömenden Mediums. Die Prüfstand wird auch neben seinem Einsatz für Forschungsleistungen für die Industrie für didaktische Zwecke auch benutzt werden.

1. Einleitung

Am Lehrstuhl für Heizungs- und Ventilationstechnik der TU Lodz wurde ein Prüfstand zur Untersuchung der Haltbarkeit (Beständigkeit) von Drosselkompensatoren, die in Zentralheizungs- und Nutzwarmwasser-anlagen aus Kunststoffen eine besondere Verwendung finden, gebaut. Der Prüfstand ermöglicht es, die Kompensatoren unter statischen und dynamischen Bedingungen zu erforschen.

Er erfüllt die Bedingungen der Durchführung der Dichtheitskontrolle und der Beständigkeit gemäß der Norm PN-89/H-02650. Es besteht auch die Möglichkeit, an diesem Prüfstand weitere Forschungen - im Verhältnis zur angeführten Norm [1] - durchzuführen, die es ermöglichen festzustellen, ob der Kompensator vom gegebenen Typ zur Anlage (Installation) in der gegebenen Technologie geeignet ist. Desweiteren kann man mit Hilfe dieses Prüfstandes die Funktionsdauer von Kompensatoren bis zum Eintreten einer unzulässigen Leckage ermitteln.

2. Die Beschreibung des Prüfstandes

Das Übersichtsschema des Prüfstandes wurde auf Bild 1 dargestellt. Den Hauptteil des Prüfstandes bildet eine Wasserkammer mit einem Luftsack (2). Auf dem Kammerboden wurde der Kompensatorkörper angebracht (1). Die Arbeitsbewegungen des Kompensators werden von dem Kurbeltrieb (5) zusammen mit dem in einer langen Buchse geführten Stößel (4) simuliert.

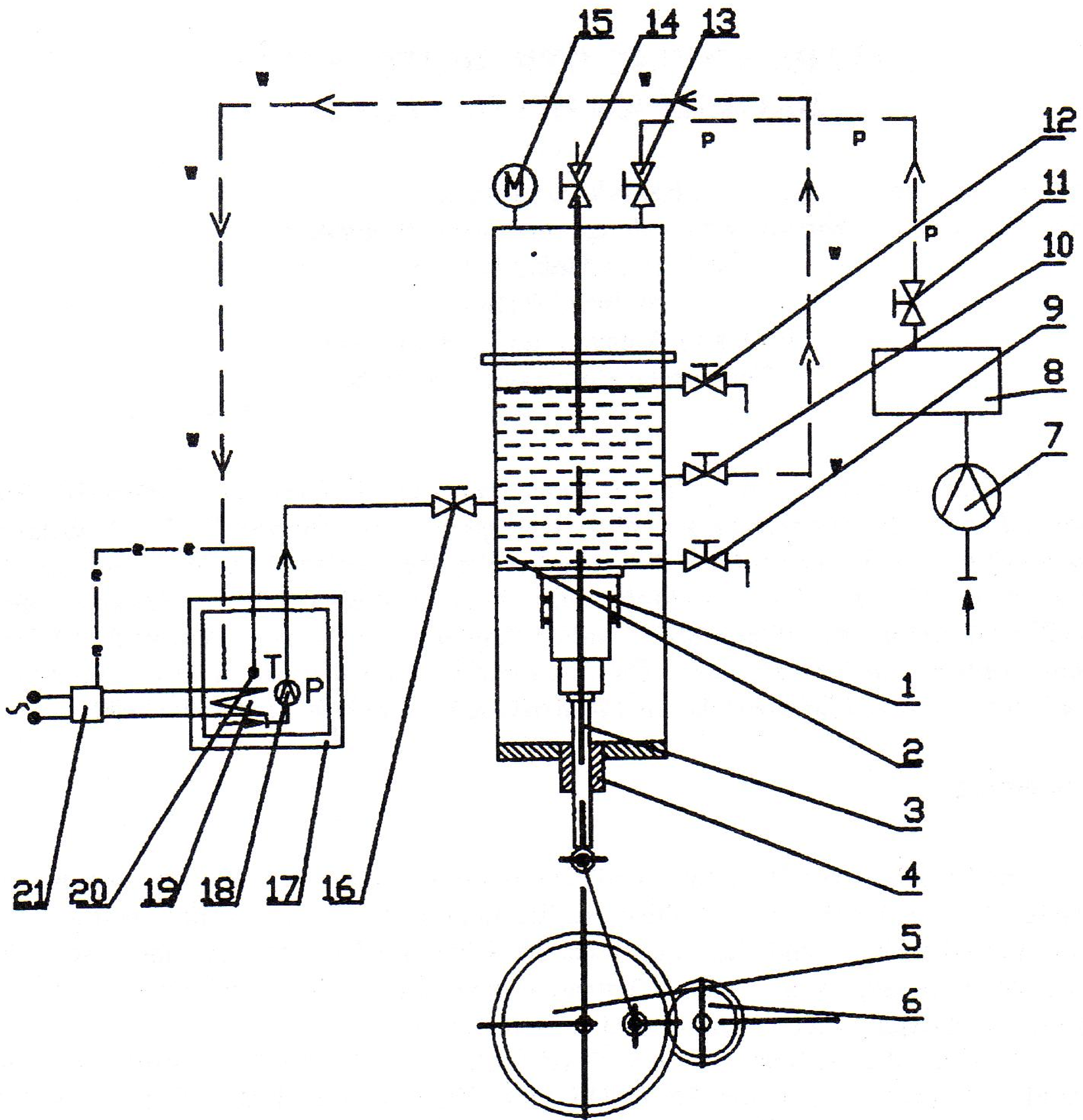


Bild 1. Schema des Prüfstandes für Drosselkompensatoren.

1. Geprüfter Kompensator. 2. Wasser-Luft-Kammer. 3. Stößel. 4. Stößelführung.
5. Kurbeltrieb. 6. Getriebemotor. 7. Luftverdichter. 8. Luftbehälter.
9. Wasserablaßventil. 10. Absperrventil. 11. Reduzierventil. 12. Überlaufventil.
13. Absperrventil. 14. Entlüftungsventil. 15. Manometer. 16. Absperrventil.
17. Ultrathermostat. 18. Zirkulationswasserpumpe (Umlaufwasserpumpe).
19. Tauchsieder. 20. Wassertemperaturfühler. 21. Temperaturregler.

Das Kurbelsystem wird von einem Getriebemotor (6) durch ein Zahngetriebe angetrieben. Der so realisierte Antrieb erlaubt die stetige Regulierung der Drehzahl des Kurbelsystems und dadurch auch die der Arbeitsbewegungen des untersuchten Kompensators. Die Kammer (2) wird bis zum Niveau des Überlaufventilstutzens (12) mit Wasser gefüllt. Der Wasserablaß aus der Kammer erfolgt mit Hilfe des Ablaßventils (9).

Der konstante Druck des Luftsackes in der Kammer wird durch ein hinter dem Druckluftkessel (8) angebrachtes Reduzierventil (11) erhalten. Er wird auf einem Manometer (15) abgelesen.

Das Entlüftungsventil (14) dient zur Entlüftung des Systems und zum Ausgleich des Luftsackdruckes mit der Umgebung.

Die im gegebenen Untersuchungszyklus vorausgesetzte Wassertemperatur in der Kammer (2) und die Temperatur des durch den Kompensator (1) strömenden Wassers wird durch den mit dem Ultrathermostat (17) verbundenem Wassenumlauf stabilisiert. Den Wassenumlauf zwischen Thermostat und Kammer realisiert eine Zirkulationspumpe (18). Das Heizsystem (19) hält die Wassertemperatur auf dem angegebenen Niveau, das durch einen Regler (21) und Temperaturfühler (20) gesteuert wird. Die Absperrventile (10) und (16) dienen zum Absperren des Wassersystems von der Kammer (2). Der Hub des Kompensators ist variabel und wird am Rad (5), des Kurbeltriebes eingestellt.

3. Untersuchungsmethodik

Der zu untersuchende Drosselkompensator (1) wird auf dem Prüfstand montiert (Bild 1). Danach wird der Kompensatorhub festgelegt. In den Untersuchungen betrug er 0,8 vom maximalen Hub und von der Frequenz. Es werden auch die Wärme- und Druckbedingungen der Versuchsdurchführung festgelegt.

Am Prüfstand wurde bisher die Untersuchung von 4 Drosselkompensatoren der auf Bild 2 dargestellten Konstruktion durchgeführt.

4. Untersuchungen der Drosselkompensatoren

Um zu prüfen, ob die Konstruktionsvoraussetzungen und technische Möglichkeiten des Prüfstandes erfüllt worden waren, wurden 4 Drosselkompensatoren untersucht. Man hat das gemischte Untersuchungssystem, individuell für jeden Kompensator angewendet.

4.1. Untersuchungen des Kompensators Nr. 1

Kompensator Nr. 1 wurde vor den Beständigkeitsuntersuchung einem statischen Druck ausgesetzt. Der statische Druck wurde in Minutenabständen von 0,1 MPa bis 0,9 MPa vergrößert. Es wurde auch die Druckstabilität geprüft und visuell die Dichtheit des Kompensators kontrolliert (Leckage Nieseln und Tropfen). Dann wurde der

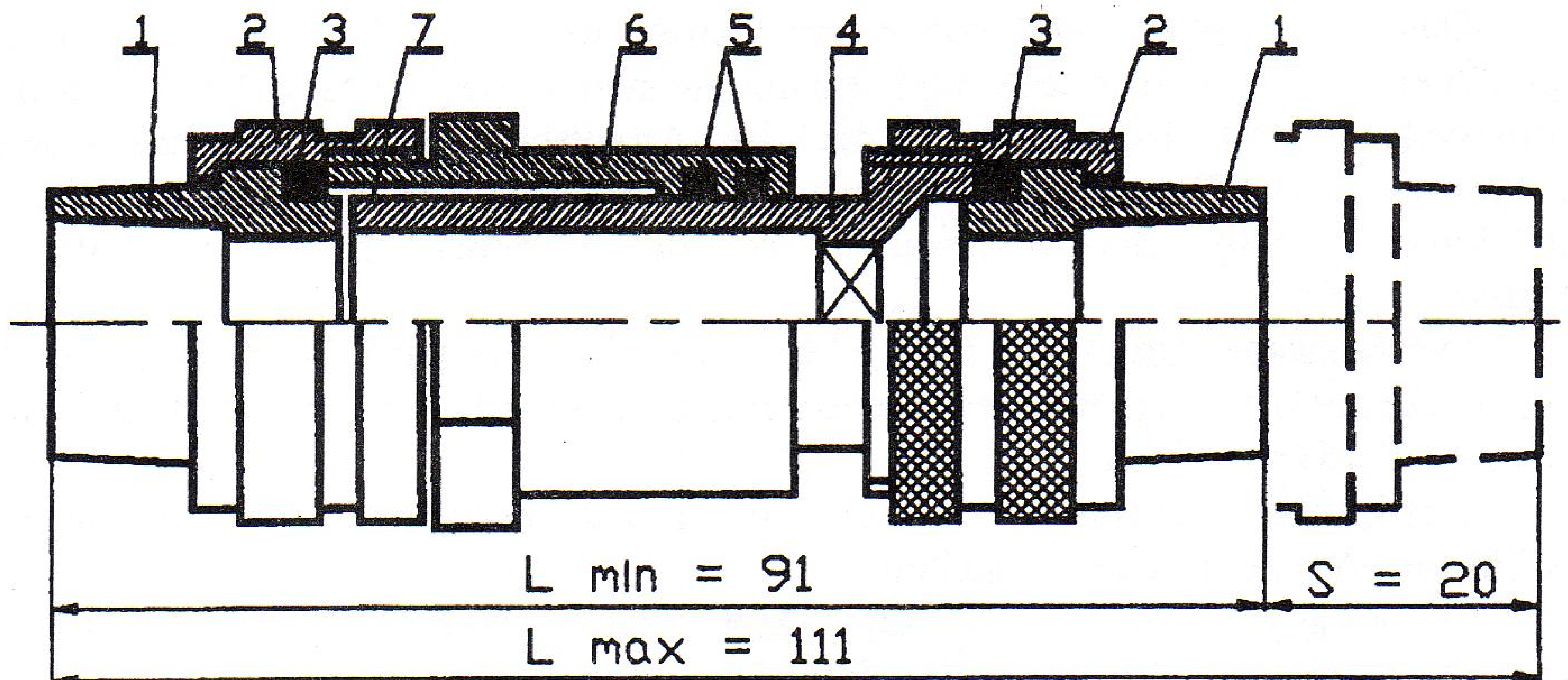


Bild 2. Zeichnung eines Drosselkompensators

1. Rohrnippel zum Verkleben mit der Rohrleitung. 2. Gerändelte Mutter. 3. Gummidichtung. 4. Bloßes Ende der Drossel. 5. Abdichtende Ringe ("O-Ringe"). 6. Kompensatorkörper. 7. Sprengring.

Kompensator einer Bewegungsdichtheitsprobe bei einer Wassertemperatur von $t_w = +20^\circ\text{C}$ und variablem Druck des Wassers ausgesetzt.

Der Wasserdruck wurde um 0,1 MPa nach jeweils 2500 Zyklen der Kompensatorverschiebung von 0,1 MPa bis 0,6 MPa vergrößert.

Die Dichtheit des Kompensators wurde ununterbrochen kontrolliert, indem der Druckabfall auf dem Manometer und die Leckage aus der Betriebsverbindung des Kompensators beobachtet wurden.

4.2. Untersuchungen der Kompensatoren Nr. 2 und Nr. 3

Die Kompensatoren Nr. 2 und Nr. 3 wurden der Druckprobe im Betrieb ausgesetzt, dabei wurde die Kompensatorverbindung mit dem Druck 0,4 MPa belastet.

Die Temperatur des durchströmenden Wassers war sprungweise variabel (wechselhaft). Während der ersten 5000 Zyklen der Kompensatorbewegung betrug die Wassertemperatur $+60^\circ\text{C}$, dann wurde die Wassertemperatur bis $+90^\circ\text{C}$ vergrößert. Bei der Temperatur von $+90^\circ\text{C}$ führten die Kompensatoren die nächsten 5000 Verschiebungszyklen aus. Bei diesen Untersuchungen wurde ununterbrochen die Kompensatordichtheit, so wie im Unterkapitel 4.1. beschrieben, beobachtet.

4.3. Untersuchung des Kompensators Nr. 4

Der Kompensator Nr. 4 wurde unter extremen Bedingungen, die in den Zentralheizungsanlagen auftreten können, untersucht.

Der Kompensatorhub betrug 80 % der maximalen Kompensations-verschiebung. Der Druck war während der ganzen Untersuchung konstant und betrug 0,6 MPa. Die Temperatur des durchströmenden Wassers war auch konstant und betrug +90°C.

Der Kompensator hat 10000 Verschiebungszyklen ausgeführt; in dieser Zeit wurde ununterbrochen die Kompensatordichtheit kontrolliert.

5. Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der Dichtheituntersuchungen einzelner Drosselkompensatoren wurden in den Tabellen 1 - 4 zusammengestellt.

Zyklenzahl	Druck der durch den Kompensator strömenden Wassers	Temperatur des durch den Kompensator strömenden Wassers	Dichtheit*	Bemerkungen
-	MPa	°C	ja / nein	
0	0,1	+20	nein	Statische Probe
	0,2	+20	nein	
	0,3	+20	nein	
	0,4	+20	nein	
	0,5	+20	nein	
	0,6	+20	nein	
	0,7	+20	nein	
	0,8	+20	nein	
	0,9	+20	nein	
2 500	0,1	+20	nein	
5 000	0,2	+20	nein	
7 500	0,3	+20	nein	
10 000	0,4	+20	nein	
12 500	0,5	+20	nein	
15 000	0,6	+20	nein	

* nein - keine Zeichen (Symptome) der Undichtheit.

Tabelle 1. Untersuchungsergebnisse der Dichtheit vom Kompensator Nr. 1.

Zyklenzahl	Druck der durch den Kompensator strömenden Wassers	Temperatur des durch den Kompensator strömenden Wassers	Dichtheit*	Bemerkungen
-	MPa	°C	ja / nein	
5 000	0,4	+60	nein	
10 000	0,4	+90	nein	

* nein - keine Zeichen (Symptome) der Undichtheit.

Tabelle 2. Untersuchungsergebnisse der Dichtheit vom Kompensator Nr. 2.

Zyklenzahl	Druck der durch den Kompensator strömenden Wassers	Temperatur des durch den Kompensator strömenden Wassers	Dichtheit*	Bemerkungen
-	MPa	°C	ja / nein	
5 000	0,4	+60	Nein	
10 000	0,4	+90	Nein	

* nein - keine Zeichen (Symptome) der Undichtheit.

Tabelle 3. Untersuchungsergebnisse der Dichtheit vom Kompensator Nr. 3.

Zyklenzahl	Druck der durch den Kompensator Strömenden Wassers	Temperatur des durch den Kompensator strömenden Wassers	Dichtheit*	Bemerkungen
-	MPa	°C	ja / nein	
10 000	0,6	+90	nein	

* nein - keine Zeichen (Symptome) der Undichtheit.

Tabelle 4. Untersuchungsergebnisse der Dichtheit vom Kompensator Nr. 4.

6. Beurteilung des Prüfstandes

Der Prüfstand bestätigte in vollem Maße seine Nützlichkeit für statische, dynamische und Daueruntersuchungen von Drosselkompensatoren, indem er ursprüngliche Konstruktions- und technische Voraussetzungen erfüllte.

1. Stetige Regelung der Frequenz des Verschiebungshubes und seiner Größe.
2. Stetige Regelung der Temperatur des durch den Kompensator strömenden Mediums sowie die Möglichkeit, sie in den Grenzen $\pm 0,25$ K konstant zu halten.
3. Stetige Druckregulierung und automatische Stabilisierung samt Meßgeräten, die die erforderliche Messungsgenauigkeit gemäß der Norm PN-89/H-02650 der am Prüfstand montierten Geräte übertreffen, lassen diesen Prüfstand zu Untersuchung von Kompensatoren aller Typen bestens geeignet sein. Besonders geht es dabei um die Kompensatoren, die in den aus Kunststoffen ausgeführten Zentralheizung- und Nutzwarmwasseranlagen verwendet werden.

Dieser Prüfstand wird auch neben seinem Einsatz für Forschungsleistungen für die Industrie für didaktische Zwecke benutzt werden.

7. Schlußfolgerungen

Obwohl die durchgeführten Untersuchungen der Drosselkompensatoren zum Ziel hatten, den Prüfstand zu betätigen und zu testen, kann man folgende Schlußfolgerungen über die Dichtheit der geprüften Kompensatoren formulieren.

1. Nach 10000 Zyklen der Verschiebungen vom Hub 0,85 max wiesen 4 untersuchte Drosselkompensatoren gute Dichtheit im ganzen Bereich der Temperaturveränderung dh. von $+20^{\circ}\text{C}$ bis $+90^{\circ}\text{C}$ und der Druckveränderung von $0 \div 0,6$ MPa, und in den statistischen Untersuchungen sogar bis 0,9 MPa auf.
2. Nach 10000 Betriebszyklen wurden am bloßen Ende (Rand) des Kompensators Längsmikrorisse beobachtet, die die Dichtheit des Kompensators aber nicht beeinflussten.
3. Dichtungen vom Typ "O-Ring" wiesen nach 10000 Verschiebungszyklen keine Verschleißspuren auf.
4. Die durchgeführten beschleunigten Beständigkeitsuntersuchungen entsprechen in der Wirklichkeit zwanzigjährigem Normalbetrieb dieser Elemente.
5. Unter Betriebsbedingungen kann die Kompensatorendichtigkeit (Beständigkeit der Abdichtung) durch den sich an den Kompensatorwänden ablagernden Schmutz und Kesselstein beeinflußt werden.
6. Die durchgeführten Untersuchungen waren beschleunigt und aus diesem Grund kann man die Alterungsgeschwindigkeit der Silikonelemente der Dichtung nicht beurteilen.
7. Die untersuchten Drosselkompensatoren erfüllten auch die in den Normen PN-92/M-74001 und PN-77/H-04419 enthaltenen Anforderungen.

Literaturverzeichnis

1. PN-89/H-02650. Armatur und Rohrleitungen. Druck und Temperatur.
2. PN-92/M-74001. Industriearmatur. Allgemeine Anforderungen und Untersuchungen.
3. PN-77/H-04419. Dichtheitsprobe der Metallrohre.

THE TESTS OF TIGHTNESS OF THE COMPENSATORS STUFFING

Summary

In the paper have shown desing and work of the research stand to test of a tightness of the compensators stuffing. The tests of tightness can to study in the statical and dynamical conditions. The research stand to afford possibilities for the glibly regulating of the feed velocity, the step and the water temperature. The preriminally test of the research stand to confirm, that it is a helpful to work of the tightness of the compensators stuffing.