



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 229 241 A5

4(51) G 21 C 17/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP G 21 C / 269 887 6	(22)	26.11.84	(44)	30.10.85
(31)	4102/83	(32)	30.11.83	(33)	HU

(71) siehe (73)
 (72) Frigyesi, Ferenc; Bacskó, Gábor, HU
 (73) Paksi Atomerőmű Vállalat, 7031 Paks, PF. 71, HU

(54) Verfahren zur wiederholten integralen Prüfung der Dichtigkeit hermetischer Räume von mit Lokalisationsturm versehenen Blöcken des Typs VVER-440 in Atomkraftwerken

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur wiederholten integralen Dichtigkeitsprüfung des hermetischen Raumes von mit einem Lokalisationsturm versehenen Blöcken vom Typ VVER-440 in Atomkraftwerken. Während der Prüfung wird der Primärkreis des Reaktors einer Druckprobe unterworfen und unter Anwendung der Zirkulationsbetriebsweise in den aufgefüllten Zustand gebracht. Der Druck des hermetischen Raumes wird auf einen bestimmten niedrigen Druck, vorzugsweise einen Druck bis zu 0,12 MPa erhöht und sodann wieder reduziert. Dieser Vorgang wird zyklisch solange wiederholt, bis gleichzeitig der erwähnte niedrige Druck und ein relativer Feuchtigkeitsgehalt von weniger als 70% erreicht werden, woraufhin dann diese zyklischen Arbeiten eingestellt und der Druck stabilisiert wird. Sodann werden die Menge, die Temperatur und der Druck der Füllluft, sowie die Temperatur, der Druck und der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft des hermetischen Raumes kontinuierlich, vorzugsweise 6 bis 12 Stunden lang kontrolliert.

Verfahren zur Dichtigkeitsprüfung von hermetischen
Räumen in Atomkraftwerken

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, mit dem die Dichtigkeit von hermetischen Räumen von mit Lokalisationstürmen versehenen Blöcken des Typs VVER-440 in Atomkraftwerken sowohl vor der Inbetriebsetzung als auch während des Betriebes nach jeweiliger Zerlegung des hermetischen Raumteils geprüft werden kann.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Der Zustand des mit einem Lokalisationsturm versehenen Blocks vom Typ VVER-440 in Atomkraftwerken stellt eine der wichtigsten Zuverlässigkeitscharakteristiken eines Atomkraftwerks dar. Die Dichtigkeit des die zum Primärkreis gehörenden Einrichtungen aufnehmenden hermetischen Raums bzw. Raumteils stellt die letzte Stufe des Schutzsystems bei Betriebsstörungen dar. Das bedeutet, daß bei jeder denkbaren Betriebsstörung der technologischen Systeme die Umgebung keinen Schaden erleidet.

Zur Zeit steht keine befriedigende Methode zur sogenannten sich wiederholenden Prüfung des hermetischen Raums der mit einem Lokalisationsturm versehenen Blöcke des Typs VVER-440 in Atomkraftwerken während des Betriebs zur Verfügung. Infolge der abweichenden Gestaltung der bisher bekannten Technologien können die bekannten Prüfungsmethoden bei den Blöcken des erwähnten Typs nicht angewendet werden, desgleichen ist das für die Überprüfung der Blöcke entwickelte integrale Dichtigkeitsprüfverfahren während der Inbetriebsetzung infolge der sich auf den Strahlenschutz beziehenden Vorschriften und der technologischen Umstände während des Betriebes ungeeignet.

Ziel der Erfindung:

Ziel der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zu entwickeln, das zur wiederholten integralen Dichtigkeitsprüfung des hermetischen Raums von mit einem Lokalisationsturm versehenen Blöcken des Typs VVER-440 in Atomkraftwerken geeignet ist.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß die Stillstandszeit des Blockes bedeutend verringert werden kann, wenn die Prüfung bei einem niedrigen Druckwert durchgeführt werden kann, was erst dann möglich ist, wenn die Mehrheit der technologischen Systems außer Betrieb gesetzt ist und die Temperaturverhältnisse des hermetischen Raums günstig sind. Es wurde festgestellt, daß die Bedingungen bei einem aufgefüllten Zustand des Primärkreises und bei einer natürlichen Zirkulationsbetriebsweise eingehalten werden können.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Demnach bezieht sich die Erfindung auf die wiederholte integrale Dichtigkeitsprüfung des hermetischen Raumes von mit einem Lokalisationsturm versehenen Blöcken vom Typ VVER-440

in Atomkraftwerken, bei der der Primärkreis des Reaktors einer Druckprobe unterworfen und bei einer Zirkulationsbetriebsweise in einen aufgefüllten Zustand gebracht wird, wobei der Druck des hermetischen Raumes auf einen bestimmten niedrigen Druck, vorzugsweise von bis zu 0,12 MPa erhöht, und danach wieder reduziert wird. Dieser Vorgang wird zyklisch wiederholt. Nachdem gleichzeitig der niedrige Druck und ein 70 % unterschreitender relativer Feuchtigkeitsgehalt erreicht worden sind, wird die Wiederholung des Zyklus abgebrochen. Der Druck wird stabilisiert, und die Menge der Füllluft, die Temperatur und der Druck, sowie die Lufttemperatur, der Druck und der relative Feuchtigkeitsgehalt des hermetischen Raums werden kontinuierlich, vorzugsweise 6 bis 12 Stunden lang kontrolliert.

Ausführungsbeispiel:

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der beiliegenden Diagramme erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: Sickerungscharakteristiken bei einem Wert von

$$\frac{p_1}{p_k} = 1,2 ,$$

Fig. 2: Sickerungscharakteristiken bei

$$\frac{p_1}{p_k} = 1,3 ,$$

Fig. 3: Sickerungscharakteristiken bei

$$\frac{p_1}{p_k} = 1,7 ,$$

Fig. 4: Sickerungscharakteristiken bei

$$\frac{p_1}{p_k} = 2,5.$$

Um die Stillstandzeit des Blocks zu verkürzen, ist es zweckmäßig, die Kontrollmessungen bei einem niedrigeren Druck durchzuführen. Demzufolge muß jener Grenzwert bestimmt werden, der bei diesem Druck gültig ist und dessen Einhaltung auch die Erfüllung des oben erwähnten Kriteriums sichert.

Als Ausgangsbasis dienen die während des integrierten Dichtigkeitsprüfung des Blocks während des Inbetriebsetzung gewonnenen Messergebnisse. Wie es bekannt ist, haben die Messungen bewiesen, daß die Sickerung des Systems innerhalb der vorgeschriebenen Grenze liegt. Die Prüfungen wurden bei nominellen Anfangsdruckwerten von 0,25, 0,17 und 0,13 MPa durchgeführt, wobei die Sickerungscharakteristik des hermetischen Systems bestimmt worden ist.

Bei der Wahl des im Laufe der wiederholten Prüfungen zu verwendenden Anfangsdruckwerts ist es vom Standpunkt der Auswertung der Meßergebnisse aus gesehen wünschenswert, wenn der Parameterbereich nicht erheblich abweicht. Unter Berücksichtigung weiterer Aspekte wird ein Anfangsdruckwert von

$$p_1 = 0,12 \text{ MPa}$$

angewendet. Der Grenzwert der Sickerung - der bei diesem Druck gültig ist - wird aus der vorhandenen Kennkurve durch Extrapolation in folgender Weise bestimmt.

Die durch Messungen bestimmten Abschnitte der Kennkurve werden mit einer Regressionskurve angenähert, die aus einer isothermisch-laminaren bzw. isothermisch-turbulenten Spaltströmung unterhalb der Schallgeschwindigkeit repräsentierenden Gliedern besteht. Für den vorliegenden Fall wird die

auf den Abschnitt des Nominaldrucks von 0,13 MPa gelegte Kurve von Interesse sein, da mit deren Hilfe die bei einem Druck von 0,12 MPa auftretende Sickerung, d.h. der Wert, der als Grenzwert deklariert werden soll, errechnet wird.

Unter Außerachtlassung der Ableitungen gestaltet sich die Annäherungsfunktion wie folgt:

$$G = \frac{f_L d^2 L}{64 \lambda_L} \frac{p_K^2}{RT} \left[\left(\frac{p}{p_K} \right)^2 - 1 \right] + f_N \sqrt{\frac{d_N}{\lambda_N}} \sqrt{\frac{p_K^2}{RT}} \left[\left(\frac{p}{p_K} \right)^2 - 1 \right] \quad 1.$$

wobei:

G	kg/s	den Sickerungsmassenstrom
f	m ²	den Sickerungsquerschnitt
d	m	den durchschnittlichen hydraulischen Durchmesser der Spalten
l	m	die durchschnittliche Spaltenlänge
p	N/m ²	den Druck des hermetischen Systems
p _K	N/m ²	den atmosphärischen Druck (Luftdruck)
R	J/kgK	Gaskonstante
T	K	die Durchschnittstemperatur des hermetischen Raums
λ		den Reibungsfaktor der Strömung (Nikuradze)
μ	kg/ms	dynamische Viskosität der Luft
L	Index	laminar
N	Index	turbulent (Nikuradze)

bezeichnen.

Unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate wird auf die gemessenen Abschnitte der Kennkurve die folgende Funktion gelegt:

$$G = L \left(\left(\frac{p}{p_K} \right)^2 - 1 \right) + N \left(\left(\frac{p}{p_K} \right)^2 - 1 \right)^{1/2} \quad (2)$$

Im Laufe der Regression bestimmt man die Werte der Indizes L und N. Mit der durch die Korrelation (2) gelieferten analytischen Repräsentation der einzelnen Abschnitte der Charakteristik wird das Rückzählen des Sickerungsteils folgenderweise ermöglicht:

$$L_{SH} = \frac{8,64 \cdot 10^6}{p_1 - p_2} \int_{p_2}^{p_1} \frac{G \left(\frac{p}{p_K} \right)}{M_1} dp \quad (3)$$

wobei

L_{SH}	%/d	den Bruttowert der durchschnittlichen prozentuellen Sickerung (inbegriffen die SUS-Räume),
M	kg	die Masse der in dem hermetischen Raum eingeschlossenen Luft,
1	Index	den Beginn der Messung,
2	Index	das Ende der Messung

bezeichnen.

Der Wert p_2 wurde, gestützt auf die Dichtigkeitsprüfmessungen des Blocks, unter Anwendung der den Druckabfall des Raumes in Abhängigkeit von der Zeit beschreibenden Regessionskorrelationen - verschiedene Meßzeiten annehmend - bestimmt.

Aufgrund der Berechnungen gelangt man zu der folgenden Beziehung:

$$\frac{L_{SH}}{p_K} = K_1 \left(\frac{p_1}{p_K} \cdot \Delta \tau \right) + K_2 \left(\frac{p_1}{p_K} \cdot \Delta \tau \right) \sqrt{\frac{\Delta T}{p_K}} \quad (4)$$

wobei

p_K bar den atmosphärischen Druck (Luftdruck),
 h die Dauer der Sickerungsprüfung
 bezeichnen.

Die obige verallgemeinerte Beziehung ermöglicht die Bestimmung des Durchschnittswertes der prozentualen Sickerung auch unter Bedingungen, die von dem bei der Ausmessung der als Basis dienenden Charakteristik bestehenden Luftzustand abweichen. Die Werte

$$K_1 \left(\frac{p_1}{p_K}, i \Delta \tau \right) \text{ und } K_2 \left(\frac{p_1}{p_K}, i \Delta \tau \right)$$

sind in den Fig. 1 bis 4 enthalten.

Der aus der Beziehung 4 definierte Sickerungswert gibt denjenigen Zustand des hermetischen Systems wieder, der während der integralen Prüfungen des Blocks I bestand. Wie bereits erwähnt, gilt folgendes: ist dieser günstiger als der zulässige Wert, bedeutet dies eine geringere Sickerung. Bei den bei einem reduzierten Druck durchgeführten wiederholten Prüfungen wird nun vorgeschlagen, den so berechneten - in der Richtung der Sicherheit abweichenden - Wert als Grenzwert zu betrachten. Diese Überlegung wird durch die Annäherungen der bereits beschriebenen Berechnungsmethoden, die verwendete Extrapolation, aber auch durch die geänderten Verhältnisse der wiederholten Prüfungen nahegelegt, (so kann z.B. der Lokalisationsturm nicht entwässert werden), die zur Erhöhung des Fehlers des durch Messungen bestimmten Werts führen können.

Zuletzt soll noch erwähnt werden, daß aufgrund der Fig. 2, 3, 4 der Wert der bei einem höheren Druck zu erwartenden Sickerung - aufgrund des bei 0,12 MPa gemessenen Wertes gut an-

genähert werden kann. Die Art und Weise der Umrechnung sind aus der folgenden Beziehung ersichtlich:

$$\left(L_S \right)_{p_1} = \left(L_{SH} \right)_{p_1} \cdot \left(\frac{\left(L_S \right)_{p_1 = 0,12}}{\left(L_{SH} \right)_{p_1 = 0,12}} \right) \quad (5)$$

wobei

- $\left(L_{SH} \right)_{p_1}$ %/d die zu erwartende Sickerung beim Anfangsdruck p_1 (aus der Korrelation (4)),
- $\left(L_{SH} \right)_{p_1}$ %/d den Grenzwert der Sickerung beim Anfangsdruck p_1 ,
- $\left(L_S \right)_{p_1 = 0,12}$ %/d den beim Anfangsdruck $p_1 = 0,12$ MPa gemessenen Sickerungswert,
- $\left(L_{SH} \right)_{p_1 = 0,12}$ %/d den Sickerungsgrenzwert bei einem Anfangsdruck von $p_1 = 0,12$ MPa (aus der Korrelation (4)).

bezeichnen.

Aufgrund der obigen Ausführungen wird vorgeschlagen, als Anfangsdruckpegel der wiederholten Prüfungen 0,12 bar zu wählen; da die Festigkeitsforderungen der Baustruktur es nicht begründen, scheint es unnötig, die integrale Dichtigkeitsprüfung bei dem Demensionierungsdruckwert in allen fünf Jahren durchzuführen.

Bei dem vorgeschlagenen Druckpegel beläuft sich die Prüfungsdauer - die technologischen Vorbereitungsarbeiten inbegriffen - auf 24 Stunden.

Danach ist zu bestimmen, wann die Durchführung der wiederholten Dichtigkeitsprüfung in der Zeitspanne der Rückfahrt des Blockes zweckmäßig ist. Während der Rückfahrt des Blockes

soll die wiederholte Prüfung nach erfolgter Beendigung der Revision durchgeführt werden.

Es muß ein Zeitpunkt bestimmt werden, bei dem die Temperaturverhältnisse des hermetischen Raumes günstig sind, bei dem die Mehrheit der technologischen Systeme außer Betrieb gesetzt ist und bei dem die Vorschriften hinsichtlich des Strahlenschutzes weitgehend eingehalten werden können.

Während der neuen Ausfahrt des Blockes können die obigen Bedingungen - nach einer Druckprobe bei 4 bar und bei aufgefülltem Zustand des Primärkreises unter Anwendung der Zirkulationsbetriebsweise erfüllt werden.

Die technologischen Systeme sind in den folgenden Ausgangszustand zu bringen;

Ausgangszustand der zu dem Primärkreis gehörenden technologischen Systeme. Einrichtungen des Reaktors und des Schachtraumes.

- Der Reaktor ist zusammengebaut, ist aufgefüllt und entlüftet.
- Die Verkoppelung zwischen den Zwischenstangen und den SUS-Antrieben wurde kontrolliert, gleichermaßen wurde die Kontrolle des Trägheitsmoments der SUS-Antriebe vorgenommen.
- Die Bedienungsbühne des oberen Blockes und die Wärmeisolierung sind angeordnet.
- Der die Position der SUS-Antriebe anzeigende Fernsender, die die Temperatur innerhalb des Behälters und die den Neutronfluxus messenden Meßstutzen bzw. die Meßblenden sind abgeschlossen.
- Die Rohrleitungen in den Schachträumen der intermediären Kühlkreise sind installiert.

- Die Kabelstecker für die Messung der Reaktortemperatur und des Neutronfluxus, sowie die positionanzeigenden und Starkstrom- Kalbestecker sind mittels der Steckdosen angeschlossen.
- Die Dichtigkeitsprobe des Primärkreises mit einem Druck von 4 bar wurde erfolgreich beendet.
- Die Schleuse zwischen dem Ruhbecken und dem Reaktorschacht und das hermetisierende Element sind an ihren Plätzen.
- Die Schutzglocke wurde auf den Reaktorschacht aufgesetzt und abgedichtet.
- Das Ruhbecken und der Schacht Nr. 1 sind auf den Betriebsstand entleert.
- Das Dichtigkeitskontrollsystem des Ruhbeckens und des Schachtes 1 ist ausgebaut.

Hauptumlaufleitungen

Die Hauptumlaufleitungen sind aufgefüllt, entlüftet, zwei Schleifen nehmen an der natürlichen Zirkulation teil.

Hauptumlaufpumpen

Die Hauptumlaufpumpen sind aufgefüllt, entlüftet und elektrisch abgetrennt.

Dampferzeuger

Die Dampferzeuger sind an der Primärseite und an der Sekundärseite aufgefüllt, zwei von ihnen nehmen an der natürlichen Zirkulation teil.

Rauminhaltsausgleichendes System

Das rauminhaltsausgleichende System ist aufgefüllt und entlüftet. Die Heizkörper des Rauminhaltkompensators sind elektrisch abgetrennt.

Reinigungssystem des Wärmeträgers im Primärkreis

Das System ist mit Harz (Wärmeträger) aufgefüllt und entlüftet.

Die folgenden Armaturen des Systems sind geschlossen:

- die erste elektrische Armatur nach dem Nachkühler - 1 Zweig
- die erste elektrische Armatur nach dem Filter - 1 Zweig
- die erste elektrische Armatur nach dem Harzfänger - 1 Zweig
- die erste elektrische Armatur nach dem Nachkühler - 2 Zweige
- die erste elektrische Armatur nach den Filtern - 2 Zweige
- die erste elektrische Armatur nach dem Harzfänger - 2 Zweige

HUP-Ölsystem

Die innerhalb des hermetischen Raumes liegenden Rohrleitungen des Hup-Ölsystems und der Behälter für das verunreinigte Sickerungsöl der Hup-Ölssysteme sind geschlossen.

System für die Zufuhr von Chemikalien

Auch das System für die Zufuhr von Chemikalien ist entleert. Die folgenden Armaturen des Systems befinden sich im geschlossenen Zustand:

- die hermetisch abdichtenden Armaturen der in Richtung des Reinigungssystems des Wärmeträgers des Primärkreises verlaufenden Rohrleitungen und die neben diesen Armaturen vorhandenen elektrischen Armaturen.
- die mit der Hand verschließbaren Armaturen der in die Rezirkulation-Ventilationszentrale leitenden Rohrleitungen.

Intermediärer Kühlkreis des Hup-Ölsystems

Der intermediäre Kühlkreis des HUP-Ölsystems ist aufgefüllt. Die folgenden Armaturen des Systems sind geschlossen:

- eine elektrische Armatur im Vorlaufzweig an der Wand des hermetischen Raums und zwei elektrische Armaturen im Rücklaufzweig.

Intermediärer Kühlkreis im Sus-Antrieb

Der intermediäre Kühlkreis des Sus-Antriebs ist aufgefüllt. Die abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

Kühlsystem des Ruh- und Umladebeckens

Das Kühlsystem des Ruh- und Umladebeckens ist aufgefüllt. Die abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

Hochdruck-Zonenkühlsystem bei Betriebsstörungen

Das System befindet sich im betriebsbereiten Zustand, was die Mechanik, die Elektrik und die Teuertechnik betrifft. Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen. Die Hydroakkumulatoren sind bis zum nominellen Stand aufgeladen, sie sind vom Primärkreis durch elektrische Schieber abgetrennt.

Niederdruck-Zonenkühlsystem bei Betriebsstörungen

Das System befindet sich im betriebsbereiten Zustand und zwar hinsichtlich der Mechanik, der Elektrik und der Steuertechnik. Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems und die an den Bodenzuflußleitungen der Box, die zwi-

schen der Box und dem Wärmeaustauscher des Zonenkühlsystems bei Betriebsstörungen angeordneten elektrischen Armaturen sind geschlossen.

Druckreduzierendes System des hermetischen Raums

Zwei druckreduzierende Systeme des hermetischen Raums sind im betriebsbereiten Zustand und zwar ebenfalls hinsichtlich der Mechanik, der Elektrik und der Steuertechnik.

Der hermetische Raum wird über die Rohrleitungen des dritten Systems mit Preßluft aufgefüllt. Die abdichtenden Armaturen der beiden betriebsbereiten Systeme sind geschlossen. Die hermetisch abdichtenden Armaturen des dritten Systems sind während der Dauer der Auffüllung geöffnet, während die ersten Verschlußarmaturen der Rohrleitungen vor und nach der Pumpe, die während der Auffüllung unter Druck stehen, sowie die Bodenventile der sich den vorerwähnten Rohrleitungen anschließenden, die druck-, und mengenmessenden Impulse weiterleitenden Rohrleitungen geschlossen sind.

Regelsystem für Zusatzwasser und Bor

Das Regelsystem für Zusatzwasser und Bor befindet sich im betriebsbereiten Zustand. Im Primärkreis wird der Druck (4 bis 5 bar) mit einer der den Wärmeträger entziehenden Pumpen periodisch über den Druckkollektor der Ersatzpumpen aufrechterhalten. Während der Dauer einer eventuellen Nachfüllung müssen die entsprechenden Armaturen geöffnet werden.

System für das Reinkondensat

Das System für das Reinkondensat befindet sich im betriebsbereiten Zustand, Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

Stickstoffsystem

Das Stickstoffsystem ist betriebsbereit. Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen; die unmittelbar an beiden Seiten der hermetischen Wand angeordneten Armaturen der die hermetische Wand hindurchgehenden Rohrleitungen, die anstelle der abdichtenden Armaturen nur Armaturen für Normalbetrieb enthalten, sind ebenfalls geschlossen.

Wasserstoffbrenn- und Gasreinigungssystem

Das Wasserstoffbrenn- und Gasreinigungssystem ist im Betrieb. Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

Hochdrucksystem für die Probeentnahme

Das Hochdrucksystem für die Probeentnahme ist betriebsbereit. Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems, sowie die daneben angeordneten elektrisch betätigten Armaturen sind geschlossen. Die im Sinne der Betriebsvorschriften erforderlichen Probeentnahmen aus dem hermetischen Raum können während der Dauer der Auffüllung bzw. Entleerung vorgenommen werden.

System der organisierten Sickerungen

Das System befindet sich im betriebsbereiten Zustand. Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

Spezielles Kanalsystem

- Das spezielle Kanalsystem ist im Betrieb.
- Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

Abschlämmsystem der Dampferzeuger

Das Abschlämmsystem der Dampferzeuger befindet sich im betriebsbereiten Zustand. Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

Ausblasesystem der im hermetischen Raum angeordneten Impulsleitungen

Das System befindet sich im betriebsbereiten Zustand. Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

System zur Lokalisierung von Betriebsstörungen

Die Schalen des Systems sind bis zum Nominalstand mit borhaltigem Wasser in der vorgeschriebenen Konzentration gefüllt. Die Türen der Schalenreihe sind geöffnet. Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

Sicherheitskühlwassersysteme

Die Sicherheitskühlwassersysteme sind im Betrieb. Die innerhalb des hermetischen Raums angeordneten, mit Sicherheitskühlwasser gekühlten Wärmeaustauscher müssen unter dem Druck der das Sicherheitskühlwasser fördernden Pumpen stehen, und zwar so, daß die Austrittsarmaturen geschlossen sind, wodurch die Einrichtungen gegenüber ein durch eine eventuelle Dilatation des Wassers hervorgerufenen Schadhafwerden geschützt sind.

Hochdruckluftsystem

Das Hochdruckluftsystem befindet sich unter Betriebsdruck und sichert den geschlossenen Zustand der hermetisch abdichtenden Armaturen.

Dosimetrisches Kontrollsystem

Das dosimetrische Kontrollsystem ist im Betrieb. Bei den zur Probeentnahme dienenden Leitungen sind die Elektromagnetventile des Systems geschlossen. In einem außerordentlichen Fall kann die wiederholte integrale Dichtigkeitsprüfung unterbrochen werden, wobei unter Öffnung der Elektromagnetventile des Systems das dosimetrische Probeentnahmesystem in Betrieb gesetzt werden kann.

System des gekühlten Wassers

Das System für das gekühlte Wasser ist im betriebsbereiten Zustand. Die im hermetischen Raum angeordneten Wärmeaustauscher müssen unter dem Druck der Pumpen stehen, und zwar so, daß die Austrittsarmaturen geschlossen sind. Es ist streng verboten, das Wasser in den Wärmeaustauschern einzuschließen.

Ausgangszustand der technologischen Systeme im Sekundärkreis

Hauptdampfsystem

Der Bedienungsanleitung entsprechend bedient das Hauptdampfsystem die Kühlung des Reaktors über die beiden Dampferzeuger. Die Armaturen sind der Bedienungsanleitung entsprechend eingestellt.

Abkühlsystem

Das Abkühlsystem ist im Betrieb und nimmt an der Kühlung des Reaktors teil. Die Armaturen sind entsprechend der Bedienungsanleitung eingestellt.

Speisewassersystem der Dampferzeuger

Entsprechend der Bedienungsanleitung dient das Speisewassersystem der Dampferzeuger zur Kühlung des Reaktors über zwei Dampferzeuger.

Heißwassersystem im Hauptgebäude

Die Armaturen des Heißwassersystems des Hauptgebäudes sind innerhalb des hermetischen Raums geschlossen.

System für das Heizheißwasser

Der Zustand des Heizheißwassersystems ist nicht bestimmt.

Feuerschutzwassersystem

Das Feuerschutzwassersystem befindet sich im Betriebszustand.

Niederdruck-Luftnetz

Das System befindet sich während der Dichtigkeitsprüfung im Betrieb, der Raum wird über die für die Auffüllung des hermetischen Raums vorgesehene Leitung aufgefüllt. Die an die Füllluft gestellten qualitativen Forderungen sind:

Temperatur 20 bis 25°C

Ölgehalt < 5 mg/m³

Ausgangszustand der Belüftungssysteme und -einrichtungen

Rezirkulations-Reinigungssystem des hermetischen Raums

Die Ventilatoren des Systems sind dem Test gemäß abgetrennt, die hermetischen Klappen vor und hinter den Filtern sind ge-

öffnet. Das Betriebsdrucksystem des hermetischen Raums: die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

Wartungsdrucksystem des hermetischen Raums

Die an der Oberführung der hermetischen Wand des Systems vorhandenen hermetischen Klappen sind geschlossen.

Wartungssaugsystem des hermetischen Raums

Die hermetisch abdichtenden Armaturen des Systems sind geschlossen.

Ausgangszustand der steuertechnischen Vorrichtungen

Die prozeßführende Rechenanlage des Blocks befindet sich im betriebsbereiten, eingeschalteten Zustand, ausgenommen die vor der Messung absichtlich ausgeschalteten Teile für Messungen geringer Meßwirkung. Zur Aufnahme und Auswertung der Meßergebnisse der Dichtigkeitsprüfung des hermetischen Raums befindet sich die Rechenanlage im betriebsbereiten Zustand.

Vor Beginn der Messung müssen die Druckmesser geringer Meßwirkung des hermetischen Raums absichtlich ausgeschaltet werden, um eine Zerstörung der Geräte zu verhindern.

Ausgangszustand der elektrischen Einrichtungen

Die folgenden Einrichtungen sind testmäßig abgetrennt:

- die Ventilatoren der Rezirkulations-Reinigungssysteme des hermetischen Raums
- der Ventilator des Wartungs-Ventilationssystems des hermetischen Raums.

Die folgenden Einrichtungen sind getrennt:

- die Heizkörper des Rauminhaltkompensators,
- die Hauptlaufpumpen.

Bereitschaft der Elemente der hermetischen Abdichtung

Bereitschaft der Montageöffnungen

Die während der Wartung zerlegten hermetischen Montageöffnungen wurden plangemäß angeordnet, die örtliche Dichtigkeitsprüfung wurde an ihnen durchgeführt.

Falls während der Wartung weitere hermetisch abdichtende Elemente repariert oder verändert worden sind, muß die örtliche Dichtigkeitsprüfung auch bei diesen vorgenommen werden.

Gestaltung des Meßsystems

Zu der wiederholten integralen Dichtigkeitsprüfung werden die folgenden Meßergebnisse verwendet:

- Temperatur der Füllluft
- Menge der Füllluft
- Druck der Füllluft
- Druck des hermetischen Raums
- Lufttemperatur des hermetischen Raums (an 61 Stellen)
(ständig angeordnet Geräte)
- Feuchtigkeitsgehalt der Luft im hermetischen Raum,
an 10 Stellen gemessen (ständig angeordnete Geräte),

die Meßergebnisse werden nach dem vorbereiteten Auswertungsprogramm ausgewertet.

Nach den beschriebenen Vorbereitungsarbeiten wird die Messung wie folgt vorgenommen:

Die technologischen Einrichtungen und Systeme werden in den Ausgangszustand gebracht.

Der Beginn der Prüfung muß genehmigt werden. Die Niederdruck-Kompressorstation zur Auffüllung des hermetischen Raums ist im betriebsbereiten Zustand.

Mit der Genehmigung des Leiters der Dichtigkeitsprüfung werden die Niederdruckkompressoren eingeschaltet, die Auffüllung des hermetischen Raums bis zu einem Druck von 0,12 MPa wird in Gang gesetzt. Der Druck des hermetischen Raums wird mit Hilfe eines Meßsystems gemessen.

Nachdem der Druck in den Räumen des hermetischen Raums den Wert von 0,12 MPa erreicht hat, wird der Druck auf den atmosphärischen Druck reduziert, und zwar durch die Wiederholung des Zyklus von Druckerniedrigung und -erhöhung, und zwar solange, bis der relative Feuchtigkeitsgehalt des hermetischen Raums 70 % unterschreitet.

Wenn nun der Druck im hermetischen Raum 0,12 MPa beträgt und der relative Feuchtigkeitsgehalt nicht höher als 70 % beträgt, wird der Druck des hermetischen Raums stabilisiert. Der Druck des hermetischen Raums kann erst dann als stabil angesehen werden, wenn bei einer vom Wert 0,12 MPa ausgehenden Messung die Abweichung zwischen zwei aufeinander folgenden Sickerungswerten max. 2 % beträgt.

Bei der Druckstabilisierung des hermetischen Raums muß mit der Bestimmung der Sickerung des hermetischen Raums begonnen werden. Die Messungen werden 6 bis 12 Stunden lang durchgeführt.

Wenn die Messung ein positives Resultat ergab, muß der aus dem hermetischen Raum abgelassen werden.

Falls die Sickerung entsprechend der Auswertung der Meßergebnisse den zulässigen Wert überschreitet, muß der Druck des hermetischen Raums wiederholt auf 0,12 MPa erhöht werden, die äußere hermetische Umhüllung und die Elemente der hermetischen Abgrenzung sind zu überprüfen, die ermittelten Fehler sind zu beseitigen.

P a t e n t a n s p r u c h :

Verfahren zur wiederholten integralen Dichtigkeitsprüfung des hermetischen Raums von mit einem Lokalisationsturm versehenen Blöcken vom Typ VVER-440 in Atomkraftwerken, gekennzeichnet dadurch, daß der Primärkreis des Reaktors einer Druckprobe unterworfen und unter Anwendung der Zirkulationsbetriebsweise in einen aufgefüllten Zustand gebracht wird, daß sodann der Druck des hermetischen Raums auf einen bestimmten niedrigen Druck, vorzugsweise auf einen Druck bis 0,12 MPa erhöht wird, woraufhin der Druck wieder reduziert wird, daß dieser Vorgang zyklisch solange wiederholt wird, bis gleichzeitig der niedrige Druck und ein 70 % unterschreitender relativer Feuchtigkeitsgehalt erreicht worden sind, daß sodann dieser Zyklus unterbrochen wird, und daß sodann der Druck stabilisiert wird, woraufhin die Menge, die Temperatur und der Druck der Füllluft, sowie die Temperatur, der Druck und der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft im hermetischen Raum kontinuierlich, vorzugsweise 6 bis 12 Stunden lang, gemessen werden.

- Hierzu 4 Blatt Zeichnungen -

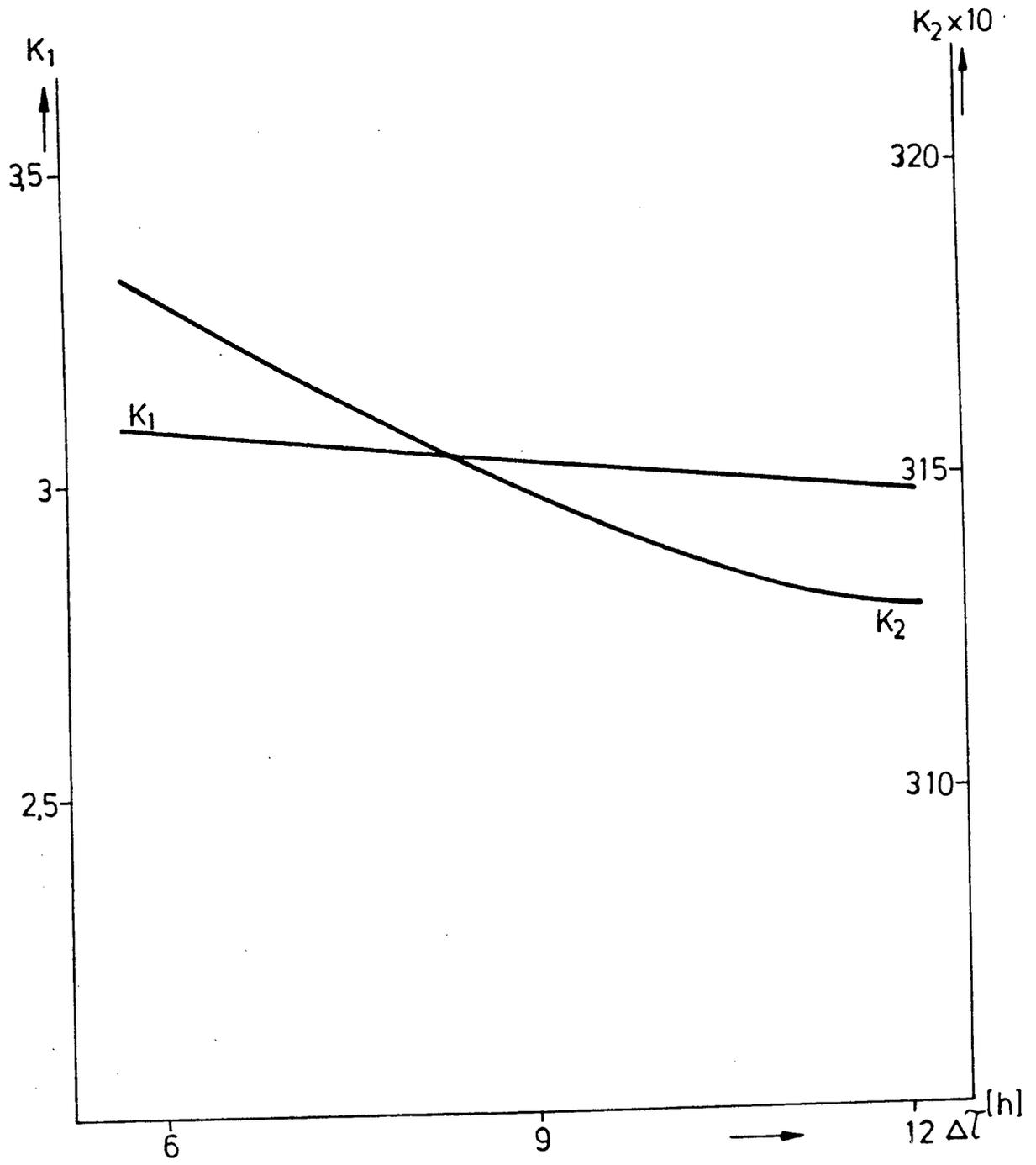


Fig.1

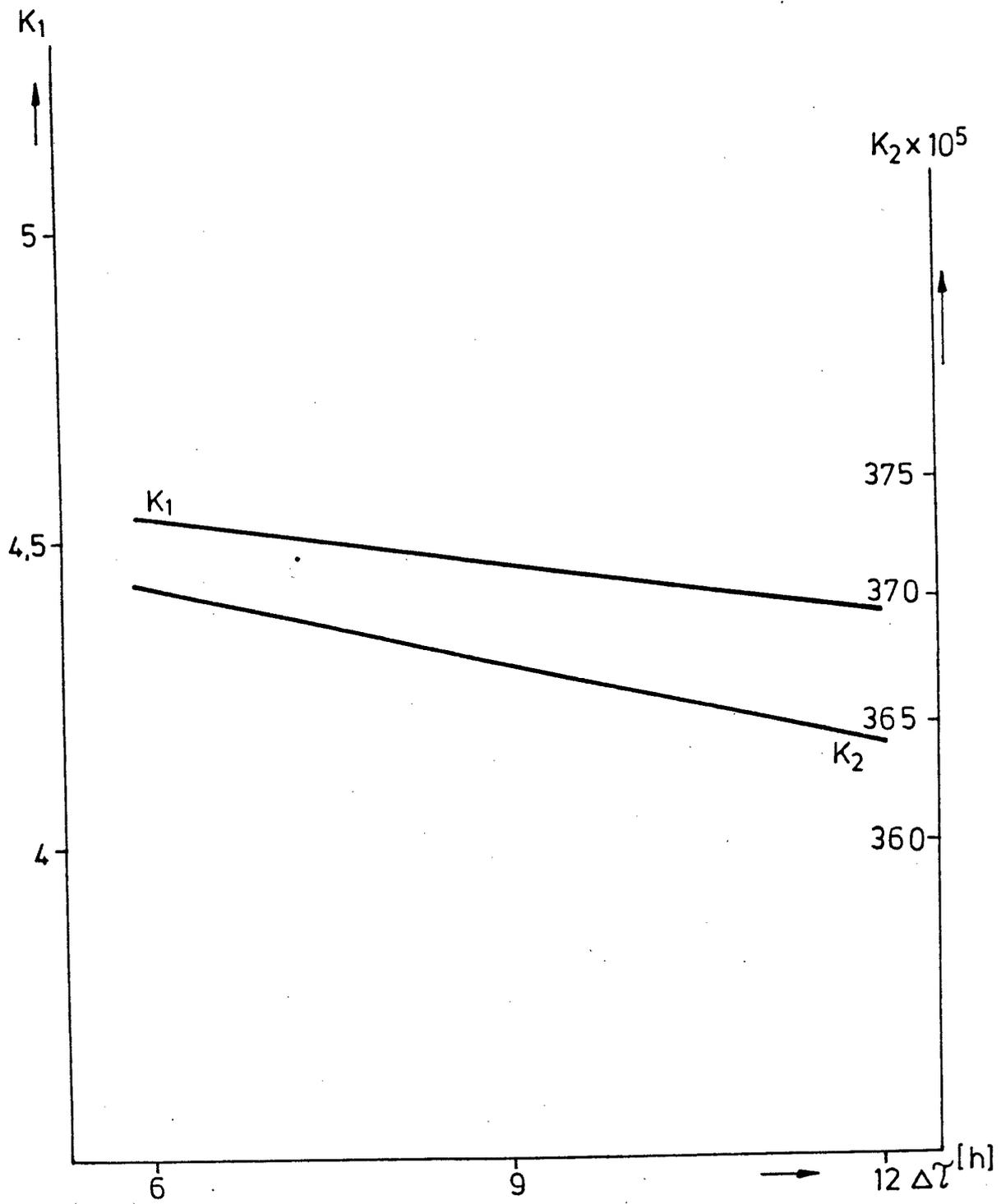


Fig. 2

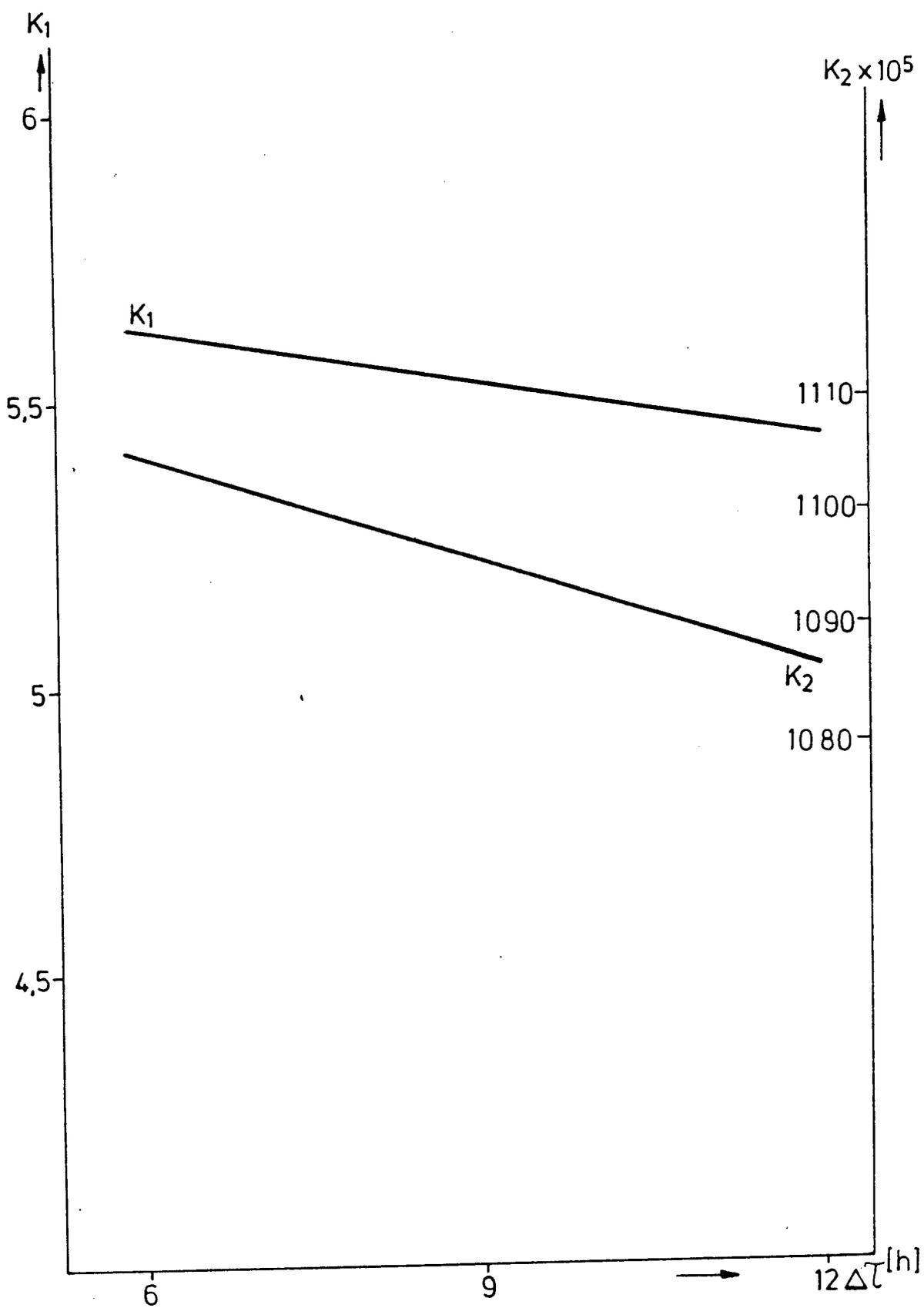


Fig.3

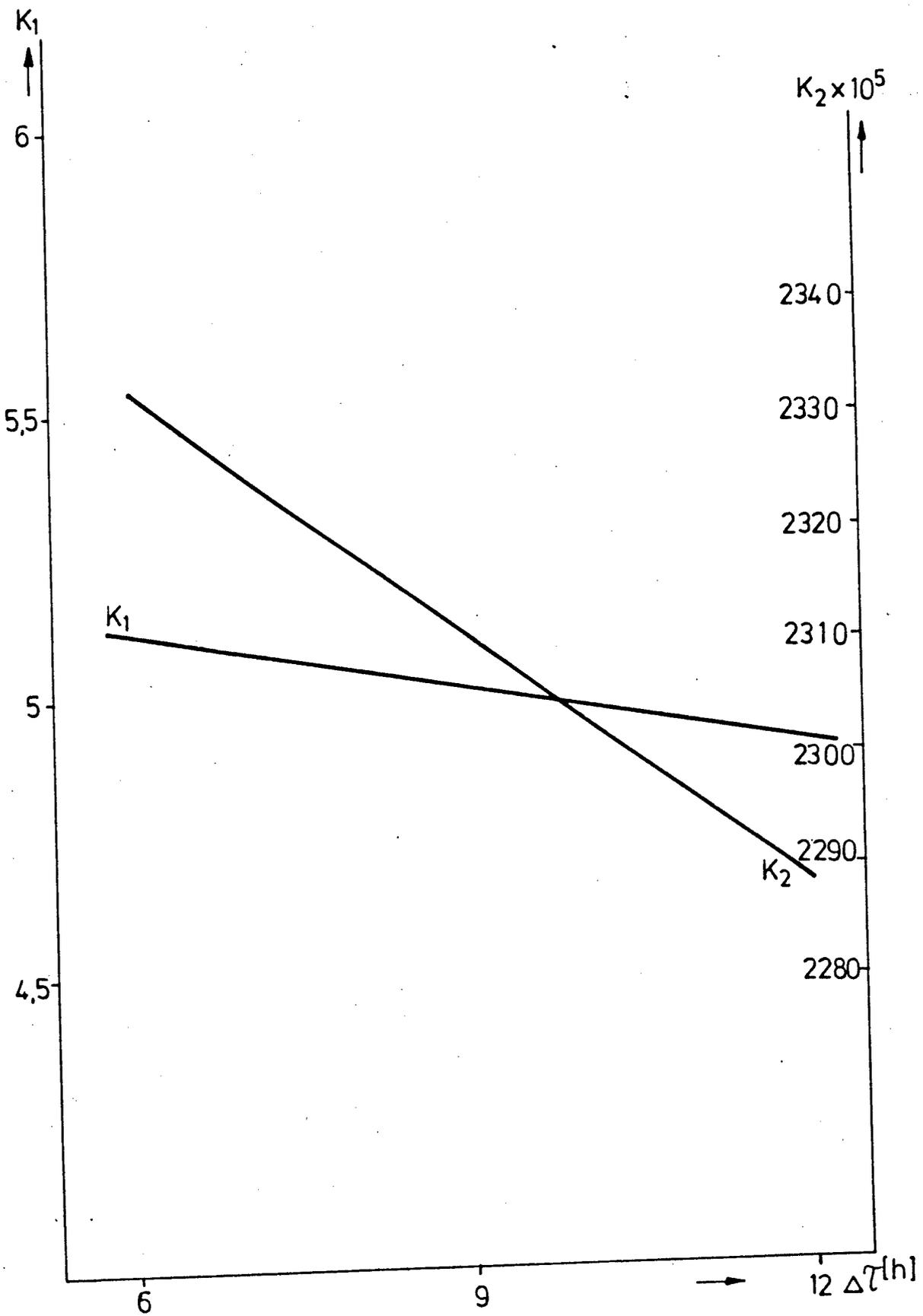


Fig.4