

DIN 25475-2:2009-05 (D)

Kerntechnische Anlagen - Betriebsüberwachung - Teil 2: Schwingungsüberwachung zur frühzeitigen Erkennung von Änderungen im Schwingungsverhalten des Primärkreises von Druckwasserreaktoren

Inhalt	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Beschreibung der Überwachungstechnik	6
5 Anforderungen an das Schwingungsüberwachungssystem.....	9
5.1 Prinzipieller Aufbau und Auslegungskriterien	9
5.2 Messwerterfassung	11
5.3 Signalaufbereitung	21
5.4 Signalanalyse.....	21
5.5 Signaldarstellung	21
5.6 Kalibrierung	22
6 Inbetriebsetzung.....	22
6.1 Allgemeines	22
6.2 Systemprüfungen.....	22
6.3 Messungen während der Inbetriebsetzung der Reaktoranlage.....	23
7 Durchführung der Überwachung.....	23
7.1 Allgemeines	23
7.2 Voraussetzungen.....	24
7.3 Messungen.....	25
7.4 Überwachung.....	26
7.5 Überprüfung des Überwachungssystems	31
8 Dokumentation	32
Anhang A (informativ) Schwingungsüberwachung, Beispiel 1.....	34
A.1 Allgemeines	34
A.2 Überwachung der Komponenten des Primärkreises und der Reaktordruckbehälter-Einbauten	34
A.3 Frequenzselektive Überwachung der Wellenschwingungen der Hauptkühlmittelpumpen	36
Anhang B (informativ) Schwingungsüberwachung, Beispiel 2.....	46
B.1 Überwachung der Komponenten des Primärkreises und der Reaktordruckbehälter-Einbauten.....	46
B.2 Frequenzselektive Überwachung der Wellenschwingungen der Hauptkühlmittelpumpen	48
Anhang C (informativ) Beispiel für das Signalverhalten bei einem Wellenanriss.....	60
Literaturhinweise.....	62
Bilder	
Bild 1 — Prinzipielle schwingungstechnische Zusammenhänge am Primärkreis	7
Bild 2 — Beispiele von Signalverläufen und zugehörigen Autoleistungsdichtespektren.....	8

Bild 3 — Schema eines Schwingungsüberwachungssystems.....	10
Bild 4 — Beispiel einer Anordnung der Aufnehmer für eine 4-Loop-Druckwasserreaktoranlage	13
Bild 5 — Seismischer Absolutwegaufnehmer	16
Bild 6 — Fernkalibrierbarer Relativwegaufnehmer	17
Bild 7 — Piezoelektrischer Druckaufnehmer	18
Bild 8 — Neutronenionisationskammer	19
Bild 9 — Wellenschwingungsaufnehmer	20
Bild 10 — Peakänderungen bei Änderungen des Merkmals Frequenz, Magnitude und Form (idealisiert).....	24
Bild 11 — Mögliches Vorgehen beim Vergleich von Betriebsmessungen BM mit der gültigen Referenzmessung (hier RM 01)	26
Bild 12 — Beispiel für den optischen Vergleich zweier Autoleistungsdichtespektren aus Referenzmessung und einer Betriebsmessung	28
Bild 13 — Beispiel für den optischen Vergleich zweier Effektivwertspektren aus Referenzmessung und einer Betriebsmessung	30
Bild 14 — Trends der Effektivwerte	31
Bild A.1 — Autoleistungsdichtespektrum mit markierten Komponentenfrequenzen	37
Bild A.2 — Autoleistungsdichtespektrum mit markierten Komponentenfrequenzen und überwachten Frequenzbändern	38
Bild A.3 — Frequenztrend (Pendelschwingung des Reaktordruckbehälters) ohne Überschreiten der Aufmerksamkeitsschwellen.....	40
Bild A.4 — Frequenztrend (erste Schemelbiegeschwingung) mit Überschreiten einer Aufmerksamkeitsschwelle.....	40
Bild A.5 — Quotientenspektrum der Autoleistungsdichte aus Betriebsmessung und Referenzmessung eines Absolutwegaufnehmersignals	41
Bild A.6 — Wasserfalldarstellung von Autoleistungsdichtespektren eines Absolutwegaufnehmersignals	41
Bild A.7 — Wasserfalldarstellung von Quotientenspektren mit definierten Aufmerksamkeits-schwellen, berechnet für die Autoleistungsdichtespektren von Bild A.6, bezogen auf das Referenzspektrum von RM01	42
Bild A.8 — Vergleich des Effektivwertspektrums einer Betriebsmessung mit dem der Referenzmessung.....	43
Bild A.9 — Trends der Effektivwertspektren (Wasserfalldiagramm).....	43
Bild A.10 — Trends der drehzahlharmonischen Effektivwerte (Trenddiagramm)	44
Bild A.11 — Wellenorbis und Wellenschwingungssignale einer Betriebsmessung und einer Referenzmessung.....	45
Bild B.1 — Vergleich von Autoleistungsdichtespektren (Referenz- und Betriebsmessung) mit überwachten Frequenzbändern	51
Bild B.2 — Jahrestrendverläufe der drei überwachten Merkmale Frequenz, Magnitude und Diskriminante in den Frequenzbändern von Bild B.1 (im Original in Farbe).....	52
Bild B.3 — Ergebnisse der Schwingungsüberwachung in Form eines Statusplots (Ausschnitt): Spektren der Referenzmessung und der letzten Betriebsmessung mit farbcodierten überwachten Frequenzbändern, darunter jeweils zugehörige Trenddarstellungen des angewählten überwachten Merkmals (hier Frequenz).....	54
Bild B.4 — Spektrenfolge eines Relativwegaufnehmersignals in Wasserfalldarstellung mit einer Peakänderung (Magnitude) im nicht automatisch überwachten Frequenzbereich.....	55
Bild B.5 — Spektrenfolge eines Relativwegaufnehmersignals in Wasserfalldarstellung mit einer Peakänderung (Frequenz) im nicht automatisch überwachten Frequenzbereich.....	56
Bild B.6 — Effektivwertspektrum der Referenzmessung und Effektivwertspektren von Betriebsmessungen	57
Bild B.7 — Trends der Änderungen der drehzahlharmonischen Anteile zweier Wellenschwingungssignale einer Hauptkühlmittelpumpe in einem BEZ.....	58
Bild C.1 — Beispiel für Trends des maximalen Wellenausschlags und der drehzahlharmonischen Effektivwerte bei einem Wellenanriss.....	61

Tabellen

Tabelle 1 — Spektrenvergleich aus Bild 12	29
Tabelle A.1 — Beispiel einer ausgefüllten Tabelle zur Überwachung der Komponenten des Primärkreises.....	39
Tabelle A.2 — Auszug einer Überwachungstabelle für Hauptkühlmittelpumpen-Wellenschwingungen (Abkürzungen, siehe Legende zu Tabelle A.1).....	44
Tabelle B.1 — Beispiel einer ausgefüllten Tabelle zur Festlegung der Merkmale Diskriminante, Frequenz und Magnitude.....	50
Tabelle B.2 — Ergebnisse einer Schwingungsüberwachung mit Angabe der überwachten Merkmale, bei denen Aufmerksamkeitsschwellen überschritten wurden	53
Tabelle B.3 — Frequenzbänder, Bandgrenzen, Referenzwerte und Ansprechwerte am Beispiel zweier Wellenschwingungs- und Relativwegsignale	59