DIN 25463-2:2008-03 (D)

Berechnung der Zerfallsleistung der Kernbrennstoffe von Leichtwasserreaktoren - Teil 2: Uran-Plutonium-Mischoxid (MOX)-Kernbrennstoff für Druckwasserreaktoren

Inhalt

Seite

Vorwort 4

Einleitung 5

1 Anwendungsbereich 6

2 Begriffe und Formelzeichen 7

3 Zerfallsleistung 10
3.1 Allgemeines 10
3.2 Leistungshistogramm 10
3.3 Berechnungsvorschrift 11
3.3.1 Allgemeines 11
3.3.2 Zerfallsleistung der Spaltprodukte und ihrer Zerfallsprodukte, P_S 12
3.3.3 Zerfallsleistung der Actinide und von aus Neutroneneinfangreaktionen in Spaltprodukten entstandenen Nukliden, P_R 13
3.3.4 Gesamte Zerfallsleistung, P_Z 13
3.4 Unsicherheit, ΔP_Z 13

Anhang A (normativ) **Lineare Interpolation der Wirkungsquerschnitte** 28
A.1 Allgemeines 28
A.2 Lineare Interpolation der Wirkungsquerschnitte auf die Brennstoffeigenschaften 29
A.3 Lineare Interpolation der Wirkungsquerschnitte auf den jeweiligen Abbrand 30

Anhang B (informativ) **Anwendungsbeispiel** 31
B.1 Spezifikation des DWR-MOX-Brennelements und des Leistungshistogramms 31
B.2 Rechenergebnisse 32

Literaturhinweise 43

Bilder

Bild 1 — Geltungsbereich der Kombination aus Pu_{fiss}-Anteil und Plutoniumgüte 6
Bild 2 — Leistungshistogramm 10
Bild 3 — Reaktionsketten zur Berücksichtigung der Actinide im Differentialgleichungssystem (2) 17
Bild 4 — Reaktionsketten zur Berücksichtigung der Neutroneneinfangreaktionen an Spaltprodukten im Differentialgleichungssystem (2) 18
Bild A.1 — Anwendungsbereich dieser Norm 28
Bild A.2 — 15 Stützstellen zur linearen Interpolation der Wirkungsquerschnitte innerhalb des Anwendungsbereichs 28
Bild A.3 — Beispiele für die Aufteilung des Rhomboids in Tetraeder 29
Bild B.1 — Vereinfachtes Leistungshistogramm 31
Bild B.2 — Spaltraten und Neutronenflussdichte 38
Bild B.3 — Anteile an der thermischen Leistung 39
Bild B.4 — Massen der Uran-Isotope 39
Bild B.5 — Plutoniummassen (gesamt, spaltbar, Isotope) 40
Bild B.6 — Massen der Np-, Am- und Cm-Isotope 40

Bild B.7 — Plutoniumzusammensetzung **41**
Bild B.8 — Zerfallsleistung und deren Beiträge **41**
Bild B.9 — Zerfallsleistung der Actinide und deren Beiträge **42**

Tabellen

Tabelle 1 — Formelzeichen zur Berechnung der Zerfallsleistung **8**
Tabelle 2 — Gesamte thermisch nutzbare Energie Q_i aus einer Kernspaltung des spaltbaren Nuklids *i* zur Anwendung in den Gleichungen (4) und (5) sowie die entsprechenden Unsicherheiten ΔQ_i **14**
Tabelle 3 — Koeffizienten für die thermische Spaltung der spaltbaren Nuklide ^{235}U, ^{238}U, ^{239}Pu und ^{241}Pu (siehe Gleichungen (9), (11) und (15)) **15**
Tabelle 4 — In Gleichung (12) zu berücksichtigende Radionuklide **16**
Tabelle 5 — Nukleare Konstanten der Actinide für Gleichung (12) und die Reaktionsketten im Differentialgleichungssystem (2) **19**
Tabelle 6 — Nukleare Konstanten der Spaltprodukte für Gleichung (12) und die Reaktionsketten im Differentialgleichungssystem (2) **20**
Tabelle 7 — Stützstellen zur linearen Interpolation der Wirkungsquerschnitte innerhalb des Anwendungsbereichs **21**
Tabelle 8 — Neutronenwirkungsquerschnitte der Actinide in cm² bei Abbrand 30 MWd/kg für die Parametersätze der Stützstellen 1 bis 8 [1] **22**
Tabelle 9 — Neutronenwirkungsquerschnitte der Actinide in cm² bei Abbrand 30 MWd/kg für die Parametersätze der Stützstellen 9 bis 15 [1] **23**
Tabelle 10 — Neutronenwirkungsquerschnitte der Spaltprodukte in cm² für die Parametersätze der Stützstellen 1 bis 8 [1] **24**
Tabelle 11 — Neutronenwirkungsquerschnitte der Spaltprodukte in cm² für die Parametersätze der Stützstellen 9 bis 15 [1] **25**
Tabelle 12 — Korrekturfaktor ξ zur Berücksichtigung der Abbrandabhängigkeit von Neutronenkernspaltungswirkungsquerschnitten der Actinide bezogen auf 30 MWd/kg Abbrand für die Parametersätze der Stützstellen 1 bis 15 (Definition, siehe Anhang A, Gleichung (A.5)) [1] **26**
Tabelle 13 — Korrekturfaktor ξ zur Berücksichtigung der Abbrandabhängigkeit von Neutroneneinfangwirkungsquerschnitten der Actinide bezogen auf 30 MWd/kg Abbrand für die Parametersätze der Stützstellen 1 bis 15 (Definition, siehe Anhang A, Gleichung (A.5)) [1] **27**
Tabelle B.1 — Interpolierte Wirkungsquerschnitte und weitere Daten der Actinide **33**
Tabelle B.2 — Interpolierte Wirkungsquerschnitte und weitere Daten für Spaltprodukte **34**
Tabelle B.3 — Neutronenflussdichte, Spaltraten und prozentuale Aufteilung der thermischen Leistung **35**
Tabelle B.4 — Masse aller Actinide in g im Brennelement und Brennelementabbrand in MWd/kg zu Beginn und Ende der einzelnen Bestrahlungsperioden in Tagen **36**
Tabelle B.5 — Brennstoffzusammensetzung zu Beginn und Ende der Bestrahlung **36**
Tabelle B.6 — Zerfallsleistung der Actinide und Spaltprodukte in W als Funktion der Abklingzeit in Sekunden **37**
Tabelle B.7 — Prozentanteile der Actinide und Spaltprodukte an der Zerfallsleistung als Funktion der Abklingzeit in Sekunden **38**