

=Randbedingungen= zur Findung eines sinnvollen Reaktorkonzept sollten wir versuchen alle Baugruppen des Reaktors in Bezug auf Temperaturverträglichkeit, Korrosionsverhalten, Wärmeleitfähigkeit, Wärmeausdehnung, Duktilität, Brennstoff, Brennstoffmischung, Kühlflüssigkeit, Mischung bei Kühlflüssigkeiten, mögliche Eutektische Mischungen bei Brennstoff und Kühlflüssigkeit, Einsatz von Hochtemperaturkeramik untersuchen. Der Reaktor soll zwischen 600°C und 800°C Betriebstemperatur arbeiten.

Wir haben drei Primärbaugruppen:

Reaktor-Gefäß, Wärmetauscher, Brennstoff-Gefäß oder Brennstoff-Block

Wir wollen folgende Reaktorkonzepte beleuchten:

Brennstoff	Kühlmittel	Type
—	—	—
Metalleutektikum	Metalleutektikum	zwei Flüssigkeiten
Metalleutektikum	Salz	zwei Flüssigkeiten
Metalleutektikum	Feststoff	eine Flüssigkeit
Salz	Metalleutektikum	zwei Flüssigkeiten
Salz	Salz	zwei Flüssigkeiten
Salz	Feststoff	eine Flüssigkeit
Tetraeder masiv	Metalleutektikum	Suspension
Tetraeder mit flüssigem Kern	Metalleutektikum	Suspension

Für einen Wärmetauscher in einem schnellen Neutronenreaktor, der mit Salz-Metall- oder Metall-Metall-Systemen bei hohen Betriebstemperaturen von 600 bis 900°C arbeitet, sind die Materialanforderungen anspruchsvoll. Hier sind die zentralen Anforderungen:

1. **Strahlungsbeständigkeit:**

- Der Werkstoff muss gegenüber schneller Neutronenstrahlung resistent sein. Die Strahlung kann zu Versprödung und zur Bildung von Mikrorissen im Material führen. Materialien wie Nickelbasislegierungen oder spezielle hochlegierte Stähle (z. B. ferritische Stähle) sind oft widerstandsfähiger gegen Strahlungsschäden und besser geeignet.

2. **Hohe Temperaturbeständigkeit:**

- Der Werkstoff muss mechanisch stabil bei Temperaturen zwischen 600 und 900°C sein, ohne zu kriechen oder zu versagen. Materialien mit hoher Temperaturfestigkeit und thermischer Stabilität, wie Inconel-Legierungen (z. B. Inconel 625 oder 718) oder bestimmte Chromstahllegierungen, sind hier bevorzugt.

3. **Korrosionsbeständigkeit:**

- Besonders in einem Salz-Metall- oder Metall-Metall-System ist eine hohe Korrosionsbeständigkeit erforderlich, da die chemischen Bedingungen des Kühlmittels (z. B. flüssige Metalle wie Natrium oder eutektische Mischungen wie Blei-Bismut) korrosiv sein können. Die Materialien müssen chemisch inerten Charakter gegenüber den eingesetzten Salzen oder Metallen aufweisen, um Oberflächenkorrosion und strukturelle Schwächung zu vermeiden.

4. **Wärmeleitfähigkeit:**

- Eine hohe Wärmeleitfähigkeit ist entscheidend, um die Wärmeübertragung effizient zu gestalten und heiße Bereiche zu vermeiden. Materialien mit guter Wärmeleitfähigkeit wie Kupfer-Nickel- oder Nickelbasislegierungen sind oft vorteilhaft.

5. **Kriechbeständigkeit:**

- Langfristige Belastungen bei hohen Temperaturen führen zu Materialverformungen durch Kriechen. Der Werkstoff muss kriechbeständig sein, um eine langfristige strukturelle Integrität

zu gewährleisten. Nickelbasislegierungen und spezielle ferritische Stähle haben hohe Kriechfestigkeit und sind für den Einsatz bei hohen Temperaturen geeignet.

6. **Kompatibilität mit dem Kühlmittel:**

- Der Werkstoff muss mit dem verwendeten Kühlmittel (z. B. flüssige Metalle oder Salzgemische) kompatibel sein. Für Metallsysteme wie Natrium oder Blei-Bismut werden häufig Stahllegierungen oder spezielle korrosionsbeständige Beschichtungen verwendet. In Salzsystemen müssen Materialien gegen Ionenmigration resistent sein und dürfen sich nicht zersetzen oder die Salzchemie beeinflussen.

7. **Oxidationsbeständigkeit:**

- Bei hohen Temperaturen kann das Material leicht oxidieren. Für eine stabile Reaktorleistung und lange Lebensdauer ist daher eine hohe Oxidationsbeständigkeit erforderlich. Materialien mit Schutzoxidationsschichten, wie z. B. Legierungen mit hohem Chrom- oder Aluminiumgehalt, eignen sich gut für diese Anforderungen.

8. **Mechanische Festigkeit:**

- Der Wärmetauscher muss auch bei hohen Temperaturen strukturell stabil bleiben und den durch den Druck des Kühlmittels verursachten mechanischen Belastungen standhalten. Materialien mit hoher mechanischer Festigkeit, wie spezielle Inconel- oder Hastelloy-Legierungen, sind oft eine gute Wahl.

Geeignete Werkstoffoptionen:

- **Nickelbasislegierungen** wie **Inconel 625** oder **Incoloy 800H** bieten eine Kombination aus hoher Temperatur-, Korrosions- und Strahlungsbeständigkeit.
- **Hochchromhaltige ferritische oder martensitische Stähle** wie **HT-9** oder **T91**, die insbesondere in schnellen Neutronenfeldern für ihre Kriech- und Strahlungsbeständigkeit geschätzt werden.
- **Molybdän- und Wolfram-Legierungen** für extrem hohe Temperaturbereiche, da sie gute mechanische Stabilität bei hohen Temperaturen bieten, allerdings teurer und schwieriger zu verarbeiten sind.

Zusammengefasst muss der Werkstoff für den Wärmetauscher in einem schnellen Neutronenreaktor mit Salz- oder Metallsystem korrosions- und strahlungsbeständig, kriechfest und oxidationsresistent sein, um den extremen thermischen, mechanischen und chemischen Belastungen standzuhalten.

From:

<https://elliptics.duckdns.org/> - **Next Energy Wiki**

Permanent link:

<https://elliptics.duckdns.org/doku.php?id=start&rev=1730839208>

Last update: **2024/11/05 20:40**

