

Apparative Gestaltung von Metallhydridreaktoren am Beispiel eines Wasserstoffspeichers auf Natriumalanatbasis

Na Ranong, Ch.; Hapke, J.; Höhne, M.; Fieg, G.

Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg

Die Speicherung von Wasserstoff in Metallhydriden beruht auf einer reversiblen chemischen Reaktion zwischen Wasserstoff und bestimmten Metallen bzw. Metalllegierungen. Weil der Wasserstoff chemisch gebunden ist, kann er für eine unbegrenzte Zeit bei vernachlässigbaren Leckraten sicher gespeichert werden. Beim Speichern wird der Wasserstoff vom Hydridmaterial exotherm absorbiert. Die Desorption des Wasserstoffs erfolgt endotherm. Damit sind Wärmezufuhr und Wärmeabfuhr entscheidend für die Speicherbe- und -entladung. Wegen der Besonderheiten der reversiblen chemischen Reaktion zwischen Hydridmaterial und Wasserstoff existieren neben der Speicherung eine Reihe weiterer Anwendungen für Metallhydridreaktoren. An der TU Hamburg-Harburg wurden verschiedene Metallhydridsysteme wie Wasserstoffspeicher, Wasserstoffkompressoren, Wärmespeicher und Wärmetransformatoren konstruiert und erprobt. Hierzu wurden modellgestützte Simulationswerkzeuge entwickelt, die es ermöglichen, die umgesetzten Wasserstoffmassen und Energien als Funktion der Zeit für beliebige Reaktorkonzepte und -geometrien vorauszurechnen.

Im Vortrag wird die Vorgehensweise bei der apparativen Gestaltung von Metallhydridreaktoren vorgestellt. Die Bauformen von Metallhydridreaktoren lassen sich anhand von Gestaltungsmerkmalen systematisieren. Gestaltungsmerkmale sind zum Beispiel Packungsaufbau, Wasserstoffverteilung im Reaktor, Wärmeübertragung an den Wärmeträger, Intensivierung des Wärmetransports in der Packung und Freiraum für die Volumenänderung der Packung. Die Ideen für die möglichen Ausführungsformen der einzelnen Gestaltungsmerkmale werden gesammelt und in einem morphologischen Kasten systematisch zusammengestellt. Anschließend wird das Konzept eines Metallhydridreaktors für eine vorgegebene Aufgabenstellung erarbeitet, indem die Ausführungsformen mit Hilfe des morphologischen Kastens zu verschiedenen Varianten kombiniert werden, bis die optimale Lösung gefunden ist. Diese Vorgehensweise wird am Beispiel des Prototypen eines Wasserstoffspeichers auf Basis der Leichtmetallverbindung Natriumalanat demonstriert. Neben der verfahrenstechni-

schen Auslegung mit Hilfe des Simulationswerkzeugs und der festigkeitsmäßigen Auslegung, die in die Zertifizierung der Konstruktion nach der EU Druckgeräterichtlinie 97/23/EC eingeht, müssen einige Besonderheiten bei der apparativen Gestaltung berücksichtigt werden. Diese sind vor allem die Durchführung der Druckprüfung, das Einfüllen des Hydridmaterials unter Inertgasatmosphäre ohne Schweißmöglichkeit, die Minimierung des Risikos von Wasserstoff- und Metallhydridleckagen, die zuverlässige und sichere Handhabung des Speichers und die Fertigungsmöglichkeiten der Werkstätten. Abschließend wird auf die alternativen Ausführungsformen einzelner Gestaltungsmerkmale anhand von Konstruktionsbeispielen eingegangen.