

Abstract

Particle separation from hot gases is a challenging task, especially for nanoparticles. Therefore, it is usually avoided by quenching the hot gas to conduct particle separation at a more convenient temperature. In these cases, valuable high-caloric heat is either not utilized at all or only inefficiently because of particle deposition on the heat exchanger surfaces. Valuable potential is thus wasted, as high-temperature processes are already an essential part of many industries and become increasingly relevant for other industrial sectors (e.g., pyrolytic processes in the circular economy). To reduce operating costs and environmental impact, the efficient use of resources (especially fossil fuels) is an absolute necessity.

To tackle this pending problem, the concept of high-temperature electrostatic precipitation is investigated in this doctoral thesis. In an electrostatic precipitator, particles are charged by charge carriers produced in a corona discharge near the discharge electrode. Charged particles migrate due to the electric field and subsequently precipitate onto the collection electrode.

This doctoral thesis clearly demonstrates the feasibility of nanoparticle removal from hot gases at up to 1073 K (800 °C) using electrostatic precipitation while presenting novel insights into the charge carrier properties and their distribution, the influence of thermionic emission on the operation of electrostatic precipitators, and the fundamentals of particle charging at high temperatures.

Publication link: <https://cu villier.de/de/shop/publications/8865-high-temperature-electrostatic-precipitation-fundamentals-phenomena-and-feasibility>

ISBN (Print): 9783736978393

ISBN (eBook): 9783736968394

Zusammenfassung

Die Partikelabscheidung aus heißen Gasen ist eine herausfordernde Aufgabe, insbesondere wenn Nanopartikel abzuscheiden sind. Aus diesem Grund erfolgt die Abscheidung häufig nach einer schlagartigen Abkühlung des Gases bei deutlich geringeren Temperaturen. In diesen Fällen wird die wertvolle hochkalorische Wärme deshalb entweder gar nicht genutzt oder aufgrund von Partikelablagerungen auf den Wärmeübertrager-Oberflächen nur ineffizient zurückgewonnen. Damit wird wertvolles Potenzial verschenkt, denn Hochtemperaturprozesse sind in vielen Industriezweigen unverzichtbar und werden auch in weiteren Industriezweigen immer relevanter (z. B. Pyrolyseprozesse in der Kreislaufwirtschaft). Um die Betriebskosten und die Umweltbelastung zu senken, ist die effiziente Nutzung von Ressourcen (insbesondere fossiler Brennstoffe) eine absolute Notwendigkeit.

Zur Verbesserung der Wärmerückgewinnung durch vorherige Partikelabscheidung wird in dieser Doktorarbeit das Konzept der elektrostatischen Abscheidung bei hohen Temperaturen untersucht. In einem Elektroabscheider werden Partikel durch Ladungsträger aufgeladen, welche in einer Koronaentladung nahe der Sprühelektrode erzeugt werden. Die geladenen Partikel wandern aufgrund des elektrischen Feldes in Richtung der Niederschlagselektrode, auf der die Partikel anschließend abgeschieden werden.

Diese Doktorarbeit demonstriert eindrücklich die Realisierbarkeit der Nanopartikelabscheidung aus heißen Gasen bei bis zu 1073 K (800 °C) mittels elektrostatischer Abscheidung. Gleichzeitig präsentiert sie neue Erkenntnisse über die Eigenschaften der Ladungsträger und deren Verteilung, den Einfluss der thermionischen Emission auf den Betrieb von Elektroabscheidern sowie die Grundlagen der Mechanismen zur Partikelaufladung bei hohen Temperaturen.