

Untersuchungen zur Aufarbeitung und physikalisch-chemischen Eigenschaften von modifizierten Kohlenstoffmaterialien aus der Sicht der praktischen Anwendung

Zusammenfassung

In letzter Zeit ist ein rapides Wachstum im Bereich der Spitzentechnologie, beinhaltet u.a. Elektronik, Nanotechnologie, Biotechnologie usw. zu verzeichnen. Daraus ergibt sich, dass es notwendig ist, die im Produktionsprozess verwendeten Materialien zu verbessern. Es werden in diesen technischen Prozessen annähernd alle Elemente, unter ihnen auch Kohlenstoff, verwendet. Das Anwendungsspektrum dieses Elementes hat sich im letzten Jahrhundert stark erweitert. Heutzutage begründet das Element Kohlenstoff ein individuelles Wissenschaftsfeld und überdeckt alle schon lange bekannten Materialien und erstreckt die Werkstoffe, die innerhalb des letzten Jahrzehnts entdeckt worden.

Abgesehen vom Angebot der auf reinem Kohlenstoff basierenden Materialien, geraten spezielle Materialien, die neben Kohlenstoff noch Beimengungen enthalten in den technologischen und wissenschaftlichen Interessensbereich. Der Grund dafür ist, dass diese Beimengungen oftmals einen großen Einfluss auf die Materialeigenschaften haben und sich damit die Möglichkeit ergibt, ihren Anwendungsbereich weiter auszudehnen.

Trotz ausgedehnter wissenschaftlicher Studien zum Modifikationsprozess von kohlenstoffreichen Materialien haben diese gezielt modifizierten Kohlenstoffmaterialien oftmals unerwünschte Nebeneigenschaften. In einigen Fällen kommt es sogar dazu, dass trotz exakter Wiederholung der Präparationszyklen, nicht zufrieden stellenden Materialien und Produkten mit unterschiedlichen Eigenschaften erhalten werden. Das ist der Grund dafür, dass sich diese Arbeit mit Möglichkeiten zur Überwindung dieser negativen Aspekte und Probleme befasst. Neben der Erforschung von Verbesserungsmöglichkeiten schon bekannter Methoden, wurden Untersuchungen zu neuen Techniken zur Anreicherung von Beimengungen in Kohlenstoffmaterialien durchgeführt. Solche, auf Kohlenstoff basierende Materialien, wie z.B. Aktivkohle mit TiO_2 -Beimengungen, mit Kupfer beschichtete Kohlefaser und mit Stickstoff angereicherte Aktivkohle wurden vom Verfasser untersucht. Die Präparationsprozedur und die Charakterisierung der auf Kohle basierenden, mit TiO_2 versetzten Aktivkohle sind in der vorliegenden Arbeit beschrieben.

Die mit TiO_2 angereicherte Aktivkohle wurde durch Tränken der Kohle mit TiO_2 -Precursor mit anschließender traditioneller Verkohlung und Aktivierung präpariert. Die Zerlegung des titanhaltigen Precursors, der in drei verschiedene Rohkohlearten eingebracht wurde, wurde mit Hilfe von XRD in unterschiedlichen Präparationsstadien charakterisiert. Die Einflüsse des Inkohlungsgrads und des beigemengten TiO_2 auf die poröse Struktur wurde gezeigt. Weiterhin wurden der Einfluss des Titangehalts und der Einfluss der Größe der TiO_2 -Partikel auf die poröse Struktur studiert.

Es wurde festgestellt, dass im Vergleich mit der traditionellen Imprägnierungsmethode, welche im Anschluss an die Aktivierung erfolgt, führt das Hinzufügen des TiO_2 zum Kohlenstoff-Precursor zu stärkeren Bindung des Titanoxids an die Aktivkohle. Dies spiegelt sich in einer geringeren TiO_2 -Aufnahme einer wässrigen Auswaschung wieder.

Eine neuartige Methode zur Herstellung von mit Kupfer beschichteter Kohlefaser ist beschrieben worden. Das Rohmaterial wurde durch Vermischen von isotropischer Pechkohle mit CuBr_2 und anschließender Faserherstellung. In dieser Art und Weise wurde eine mit Kupfersatz vermischter Kohlefaser mit gleichmäßiger Kupferverteilung hergestellt. Die rohe Faser wurde mit einer Behandlung mit Luft und einer Wasserstoffbehandlung bei 1143 K stabilisiert. XRD und XPS bestätigen die Anwesenheit von metallischem Kupfer in der so erhaltenen Faser. Zusätzlich wurde das Metall (mit Hilfe von EPMA Karten) vorwiegend in den Randgebieten der Faser detektiert. Diese Beschichtung war gleichmäßig und es waren keine Defekte durch SEM-Untersuchungen erkennbar.

Auf der Grundlage der erhaltenen Ergebnisse wurde ein Mechanismus zur Diffusion von Kupfer innerhalb des Kohlenstoffvolumens vorgeschlagen. Zusätzlich wurden noch allgemeine Richtlinien der Ausdehnung der Methode auf andere Materialien betreffend gegeben.

Im letzten Teil der Arbeit wurde die Behandlung von kommerziell genutzten Aktivkohlen mit erhöhten Ammoniakdrücken, wobei der Ammoniak aus einer stöchiometrischen Mischung aus NaOH und NH_4Cl in situ erzeugt wurde, studiert. Gestützt von Ergebnissen der XPS-Messungen, kann das Verfahren genutzt werden, um die Aktivkohle mit Stickstoff anzureichern. Die Erhöhung des Stickstoffsanteils wurde durch eine Behandlung mit Stickstoff im Autoklaven bei 473 K, was einer Behandlung mit trockenem Ammoniak bei 873 K und Normdruck entspricht, erreicht.

Bei erhöhten Drücken, waren keine wesentlichen Veränderungen der BET-Fläche detektierbar, wobei diese mit Hilfe der Stickstoff-Adsorptionsisothermen (77 K) bestimmt wurde. Dies wurde deutlich bei Vergleich mit der mit Ammoniak behandelten Aktivkohle, wobei diese einen signifikanten Anstieg der spezifischen Oberfläche aufweisen.

Die Veränderungsmethode hat einen Einfluss auf die Struktur der funktionellen Oberflächengruppen, was ebenfalls in der Arbeit studiert wurde. Ebenfalls wurde Studien zur Adsorption von Gasphasen und Flüssigkeitsphasen durchgeführt. Im Vergleich zur reinen Aktivkohlen weisen die mit Ammoniak behandelten Aktivkohleproben eine höhere Adsorptionsaktivität bezüglich Säure-Modellverbindungen auf. Adsorbens, welche im Autoklaven modifiziert (Normdruck, 873 K) wurden, weisen eine vergleichbare Effizienz bezüglich der Phenol-Adsorption aus Wasser und CO_2 und NO_2 aus der Luft auf. Dennoch konnte im Vergleich zur thermischen Methode bei der Veränderung unter erhöhten Drücken kein Ergebnis bezüglich einer erhöhten SO_2 -Adsorption aus der Luft detektiert werden.