KOHLEFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE UND IHRE VERWENDUNG IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE
АРМИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ ПЛАСТМАССЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Сорока Я.В.
Научный руководитель: ст. преподаватель Станкевич Н.П.
Белорусский национальный технический университет

Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (englisch carbon-fiber-reinforced carbon, CFRC, carbon-fiber-reinforced polymer, CFRP) gewinnen aufgrund ihrer hervorragenden mechanischen Eigenschaften an Bedeutung, insbesondere bei geringem Gewicht. Die Verwendung von Kunststoffteilen ist in der Automobilindustrie aus der Luftfahrt- und Windkraftindustrie angekommen, wo große Teile mit geringem Gewicht und ungewöhnlicher Form benötigt werden (zum Beispiel Rotorblätter für Windturbinen mit einer Leistung von mehr als fünf Megawatt, deren strukturelle und mechanische Anforderungen nur Kunststoff erfüllen kann). Infolgedessen wurden die meisten Legierungen durch CFRP ersetzt, wodurch Ressourcen effizienter genutzt werden konnten. Dennoch ist die Herstellung von Kunststoffen selbst ressourcenintensiv und kostspielig.

Kohlefaserverstärkte Kunststoffe bestehen aus Verstärkungsfasern, die in eine Kunststoffmatrix eingebettet sind. Die Eigenschaften der Fasern und des Matrixmaterials sowie die Art und Weise, wie die beiden Komponenten kombiniert werden, bestimmen die Eigenschaften des Kohlenstoffplastiks. Kohlenstofffasern haben einen Durchmesser von fünf bis neun Mikrometer. Für die Weiterverarbeitung in technischen Anwendungen werden zunächst mehrere tausend Einzelfasern zu Bündeln zusammengefasst, die als Rovings bezeichnet werden. Diese Rovings werden auf die Spulen gewickelt und können anschließend mit textiltechnischen Verfahren wie Weben oder Stricken weiterverarbeitet werden. Die Festigkeit und Steifigkeit von Kohlenstofffasern mit dem gleichen spezifischen Gewicht sind höher als Glas-, Aramid-und Metallfasern. Aus diesem Grund eignen sich Kohlenstofffasern besonders für Leichtbauten. Kohlenstofffasern haben neben guten mechanischen Eigenschaften eine geeignete Abrieb- und Korrosionsbeständigkeit. Darüber hinaus verfügen sie über eine ausgezeichnete elektrische und Wärmeleitfähigkeit.

Bei der Herstellung von Kohlenstofffasern werden grundsätzlich zwei verschiedene Verfahren verwendet, die sich in erster Linie in den verwendeten Vorstufen unterscheiden. Die industrielle Herstellung von Kohlenstofffasern aus Polyacrylnitril (PAN) ist weit verbreiteter als die Herstellung aus Pechfasern.

Die Herstellung von Polyacrylnitril-Fasern erfolgt kontinuierlich und ist aufgrund der hohen Temperaturen in den einzelnen Prozessschritten besonders energieintensiv. Der Vorgänger wird zuerst in eine Faser umgewandelt. Dann werden die Fasern bei hoher Temperatur karbonisiert. Anschließend wird die Faserfläche vor dem abschließenden Wickeln der Faser auf die Spule endgültig bearbeitet. Auf diese Weise können Kohlenstofffasern mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften je nach Prozesstemperatur während der Karbonisierung hergestellt werden.

Die Kohlenstofffasern können auch aus technischen Mischungen von Kohlenwasserstoffen wie Kohlenteer oder Erdölpech hergestellt werden. Zu Beginn des Verfahrens werden die Rohmischungen in ein Harz mit hohem Flüssigkristallgehalt umgewandelt. Während des Spinnprozesses werden Fasern aus Flüssigkristallen gebildet. Sie erreichen dann Temperaturen über 1600°C (HM-Fasern) oder über 2200 °C (UHM-Fasern) und können erst dann karbonisiert werden. Auf diese Weise hergestellte Kohlenstofffasern haben eine höhere Zugfestigkeit als die PAN-Fasern, jedoch eine geringere Reißfestigkeit.

Der Hauptvorteil von kohlenstoffverstärkten Kunststoffen mit thermoplastischer Matrix besteht darin, dass sie später geformt und verschweißt werden können. Da es hier keinen aufwändigen Härtungs- und Vernetzungsprozess gibt, ist das Material sofort einsatzbereit, nachdem die thermoplastische Matrix gekühlt wurde [1].

Die serienmäßige Produktion von Kohleplastik in der Automobilindustrie verzögerte bisher komplexe Produktionsprozesse. Der wichtigste Markt für Kohleplastik ist derzeit die Nischenproduktion von Komponenten für Autos der Klasse Sport, Luxus, Super-Suite und Elektroautos. Die erste Erwähnung von Karbon-Teilen in einem Serienfahrzeug gehört zum Lamborghini Countach Quattrovalvole (1985) [2]. Kohlenstofffaserverstärkte Kohlenstoffe wurden schon vor langer Zeit im Automobilsport eingesetzt, doch dank zahlreicher Forschung ist dies auch für herkömmliche Serienautos und Elektroautos möglich. BMW beispielsweise produziert seit 10 Jahren Dächer aus Kohleplastik für M3 und M6 in einer speziell entwickelten Produktionsanlage in Landshut. Das Dach aus Kohleplastik, das in der Standardausstattung des Sportabteils M3 enthalten ist, wiegt nur 4,5 kg, das sehr widerstandsfähig gegen Verdrehung ist und zwei Mal leichter ist als das Dach aus Stahl. Wie der Hersteller versichert, besteht das Elektroauto BMW i3 fast zur Hälfte aus Carbon, und das BMW Modell M7 2015 Motorhaube, Dach und Kofferraum komplett aus Carbon [3].

Betrachtet man Kohleplastik nicht nur durch positive Eigenschaften, muss man erwähnen, dass Carbon bei 250 °C einige seiner Eigenschaften verliert und bei über 650 °C Staub und Harz freisetzt, die nicht weniger gefährlich sind als Asbest, und nach einigen Studien der Bundeswehr für Luftwaffe kann es Krebs verursachen. Kohlenstoffplastik ist nicht nur bei Bränden und hohen

Temperaturen ein Problem, kohlenstoffhaltiges Material verhält sich deutlich anders als normale Stahlkonstruktionen beim Aufschneiden von Fahrzeugen, das Material knirscht und spaltet. Dies wird durch die Untersuchung der Bundeswehr bemerkt, wenn das Material scharf und zerbrechlich ist, kann es durch das Gewebe in die Haut eindringen und eine schwere Entzündung verursachen, so der Bericht [4]. Zu den Nachteilen gehört noch die Tatsache, dass es schwierig ist, bei Reparaturen zu überprüfen und herauszufinden, ob die Fasern schwer oder nur oberflächlich beschädigt sind.

Doch trotz der Produktionskosten und des geringen Wissens, so die McKinsey-Studie, wird die jährliche weltweite Nachfrage nach Kohlenstofffasern [5] 2020 etwa 130.000 Tonnen betragen, wovon etwa sechs Prozent auf den Automobilsektor fallen. Jährlich investieren die Automobilhersteller immer mehr und mehr in die Forschung des "Wundermaterials", wodurch es billiger, robuster und leichter wird und der Recyclingzyklus verbessert wird.

Литература

1. Kunststoffe im Fahrzeugbau – [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: https://www.ressource-deutschland.de. – Das Datum des Zugriffes: 20.01.2021.

2. Stoff aus der Zukunft [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2018/05/the-fabric-of-the-future.html. – Datum des Zugriffes: 23.01.2020.

3. Carbon im Auto [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: https://www.welt.de/motor/article128914187. – Datum des Zugriffes: 22.01.2020.

4. Leichtbau [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: https://www.springerprofessional.de/leichtbauwerkstoffe-in-der-automobilindustrie-von-morgen/17522014. – Das Datum des Zugriffes: 21.01.2020.

5. AVK [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: https://www.avk-tv.de. – Datum des Zugriffes: 21.01.2020.

VORZÜGE KÜNSTLICHER INTELLIGENZ IN DER LOGISTIK
ПРЕИМУЩЕСТВА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЛОГИСТИКЕ

Максимович А.В., Лебедевская А.С.
Научный руководитель: ст. преподаватель Станкевич Н.П.