

Im Faserwickelverfahren gefertigte CFK-Spalttöpfe

Volker Schimmelpfennig & Ralph Funck

CirComp GmbH
Marie-Curie-Str. 11
67661 Kaiserslautern, Deutschland
www.circomp.de

Kurzfassung— Diese Veröffentlichung befasst sich mit der Fertigung von Carbon - Spalttöpfen in Faserwickeltechnik. Spalttöpfe werden in Magnetkupplungspumpen verbaut und schirmen dort den Motor vom Fördermedium ab. Das Drehmoment des Motors wird über Magnete, welche um den Spalttopf rotieren, auf das Pumpenrad übertragen. In Faserwickeltechnik gefertigte Spalttöpfe bieten eine hohe mechanische Belastbarkeit bei gleichzeitig geringer Wandstärke, sodass der Abstand zwischen den Magnetrotoren minimiert werden kann. Gleichzeitig bleibt der Faserverbund im Gegensatz zu metallischen Bauarten nahezu vollständig frei von Wirbelströmen und ermöglicht somit eine signifikante Effizienzsteigerung der Pumpen.

Schlagworte— Pumpe, Wirbelstrom, Magnetkupplungspumpe, Faserverbundwerkstoff, Spalttopf

I. EINLEITUNG

Ein über die Jahre gestiegenes Bewusstsein für Umwelt- und Arbeitsschutz führt zu immer strenger werdenden Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften in jeglichen Industriezweigen. Besonders im Betrieb chemischer und petrochemischer Anlagen ist es wichtig den Austritt aggressiver und giftiger Medien möglichst gering zu halten. Ein Manko üblicher Kreiselpumpen sind hier die Wellendichtungen. Sie können verschleifen und werden undicht, wodurch das Fördermedium austritt. Regelmäßige Wartungen aufgrund des Verschleißes sind kostenintensiv und reduzieren die Verfügbarkeit der Anlage [1].

Abhilfe schafft der Einsatz von Magnetkupplungspumpen. In ihnen wird der Motor durch einen Spalttopf vom Medium getrennt. Das Drehmoment wird mithilfe zweier Magnetrotoren von der Außen- auf die Innenseite des Spalttopfes übertragen. Da der Spalttopf lediglich statisch abgedichtet wird, ist diese Bauart vollkommen leakage- sowie wartungsfrei.

Üblicherweise werden Spalttöpfe aus dem elektrisch leitfähigen Werkstoff Hastelloy[®] C gefertigt. Aufgrund der um den Spalttopf rotierenden Magnete bilden sich in der Spalttopfwand Wirbelströme, welche den Wirkungsgrad der Pumpe senken und den Spalttopf erwärmen. Die Wärme muss aufwendig abgeführt werden und ein Trockenlauf der Pumpe kann sie bis zum Totalschaden überhitzen [2] [3]. Aus diesem Grund finden vermehrt Spalttöpfe aus Faserverbundwerkstoffen, insbesondere aus carbon – faserverstärktem Kunststoff (CFK) Verwendung. Durch den Einsatz solcher CFK-Spalttöpfe können Wirbelströme nahezu gänzlich vermieden und somit eine Erwärmung des Spalttopfes ausgeschlossen werden.

Im Rahmen dieses Projektes wurde ein CFK-Spalttopf mithilfe der FilaWin[®]-Faserwickeltechnologie gefertigt. Die Faserwickeltechnologie ermöglicht hohe Festigkeiten sowie eine gute Automatisierbarkeit des Fertigungsprozesses.

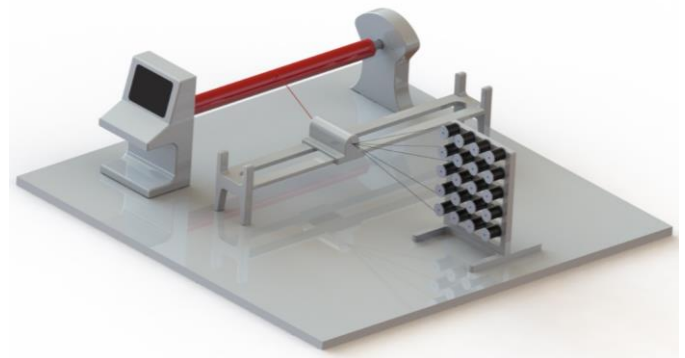


Abbildung 1: Faserwickeltechnologie.

II. FILAWIN[®]-SPALTTOPF

In Magnetkupplungspumpen mit metallischen Spalttöpfen verursachen Wirbelströme eine Verlustleistung von bis zu 10 % der übertragenen Leistung [2]. Zur Vermeidung dieser Verluste werden Spalttöpfe aus Materialien wie z.B. Kunststoffen oder Keramiken eingesetzt. Diese weisen besonders hohe elektrische Widerstände auf, sodass nahezu keine Induktion von Wirbelströmen mehr auftritt [2]. Der Einsatzbereich dieser Lösungen ist jedoch aufgrund der spezifischen Werkstoffeigenschaften auf niedrige Betriebsdrücke begrenzt [4].

Um Wirbelströme auch unter höheren Betriebsdrücken vermeiden zu können, werden Spalttöpfe vermehrt aus faserverstärkten Kunststoffen, meist handelt es sich hierbei um CFK, gefertigt. Die Kohlenstofffasern steigern Festigkeit und Steifigkeit der Spalttöpfe, sodass die Wandstärke im Spalt zwischen den beiden Magnetrotoren und auch die radiale Dehnung unter erhöhten Drücken stark reduziert werden kann. Gefertigt werden CFK-Spalttöpfe beispielsweise aus Faservorformlingen, welche mittels Harzinjektion, Resin-Transfer-Moulding (RTM) mit einem Harz durchtränkt werden [5]. Eine weitere Fertigungsvariante ist das Formen von Spalttöpfen aus einem mit Kohlenstofffasern verstärkten Thermoplast wie beispielsweise PPS (Polyphenylensulfid) oder PEEK (Polyetheretherketon) [6] [7].

Ziel dieses Projektes war es, einen CFK-Spalttopf mithilfe der FilaWin®-Faserwickeltechnologie zu fertigen. Bei der Faserwickeltechnik werden mit Harz getränkte Fasern durch eine CNC (Computerized Numerical Control) -gesteuerte, automatische Anlage auf einen rotierenden Wickelkern abgelegt (siehe Abbildung 1). Somit wird der Arbeitsschritt des Preformings eingespart und eine hohe Reproduzierbarkeit des Bauteils erzielt. Darüber hinaus lässt sich die Ausrichtung der Fasern beim Wickeln ideal auf die im Betrieb vorliegenden Belastungen abstimmen und so die Faserausnutzung im Vergleich zum Preforming verbessern. Der Laminataufbau und folglich auch der Luftspalt zwischen den Magnetrotoren können dementsprechend schmaler ausgeführt werden, was die Übertragung des Drehmoments verbessert.

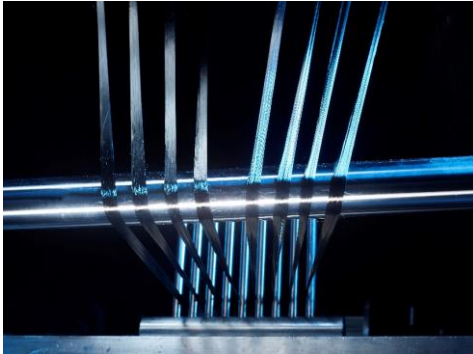


Abbildung 2: FilaWin®-Rovingführung.

Der Boden des Spalttopfes ist als flache Stahlplatte ausgeführt. Auf diese Weise wird die Aufdickung des Laminats in der Mitte eines gewickelten Bodens vermieden und der für den Spalttopf erforderliche Bauraum gering gehalten. Da sich in diesem Bereich keine Magnetrotoren befinden, entsteht hieraus auch keine Wirbelstromproblematik. Um die mechanisch tragende Behälterwand vor aggressiven Fördermedien zu schützen, wird die Innenseite des Spalttopfes mit einem PTFE-Liner ausgekleidet. Zudem gewährleistet der Liner, besser als das Traglaminat, die Dichtigkeit des Spalttopfes [8].

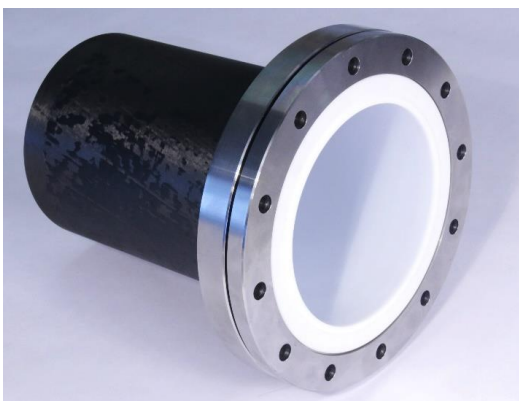


Abbildung 3: FilaWin®-Spalttopf aus CFK.

Einem Abdrücken auf 60 bar Innendruck über 30 s hält der FilaWin®-Spalttopf ohne Druckverlust stand. Im Berstversuch

wird bei der dargestellten Ausführung ein Höchstdruck von 100 bar erreicht.

TABELLE I: EIGENSCHAFTEN DES FILAWIN®-PROTOTYP SPALTTOPFES

Eigenschaften		
Berstdruck	bar	100
Innendurchmesser	mm	144
Wandstärke CFK	mm	1,0

III. FAZIT

Der Berstdruck von 100 bar dieses Prototyps mit einem Innendurchmesser von 144 mm und einer CFK-Wandstärke von 1 mm zeigt das große Potential mittels FilaWin®-Faserwickeltechnologie gefertigter Spalttopfe. Durch weitere Optimierung und Anpassung lassen sich je nach Anwendungsfall und kundenspezifischen Anforderungen auch weit höhere Drücke realisieren. Die Faserwickeltechnologie ermöglicht eine ideale Faserausnutzung und gewährleistet so höchste Festigkeiten bei geringen Wandstärken. CNC-gesteuerte Wickelanlagen gewährleisten eine hohe Reproduzierbarkeit des Bauteils und reduzieren dessen Fertigungszeit. Da der Faserverbund im Betrieb nahezu frei von Wirbelströmen bleibt, bietet der FilaWin®-Spalttopf der CirComp GmbH somit eine gute Alternative zur Effizienzsteigerung leistungsstarker Magnetkupplungspumpen.

LITERATUR

- [1] SONDERMANN Pumpen + Filter GmbH & Co. KG, „SONDERMANN Pumpen-Filtertechnik.“ [Online]. Available: http://www.sondermann-pumpen.de/files/sondermann/media/pdf/magnetkreislumpen/Prospekt_gesamt/Magnetkreislumpen_RM.pdf. [Zugriff am 24 08 2017].
- [2] J. F. Gülich, *Kreislumpen - Handbuch für Entwicklung, Anlagenplanung und Betrieb*, Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- [3] A. Scheuermann, „Chemietechnik,“ 27 11 2009. [Online]. Available: <http://www.chemietechnik.de/ct-trendbericht-magnetkupplungspumpen-2/>. [Zugriff am 27 07 2017].
- [4] D. T. Herbers, „CHEMIE TECHNIK,“ 29 04 2009. [Online]. Available: <http://www.chemietechnik.de/magnetkupplungspumpen-nichtmetallische-spalttopfe-steigern-energieeffizienz/>. [Zugriff am 07 12 2017].
- [5] 2C-Composites GmbH & Co. KG, „2C Composites Carbon & Ceramic,“ [Online]. Available: <http://www.2c-composites.de/Produkte/RTM-Bauteile>. [Zugriff am 27 07 2017].
- [6] A. Scheuermann, „CHEMIETECHNIK,“ [Online]. Available: <http://www.chemietechnik.de/ct-trendbericht-energieeffiziente-magnetkupplungspumpen/>. [Zugriff am 19 10 2017].
- [7] CirComp GmbH [Online]. Available: <http://www.circomp.de/produkte.html>
- [8] H. Schürmann, *Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.