

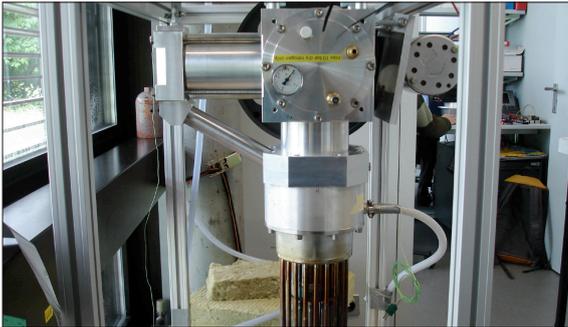


Karin
Betschart

Diplomandin	Karin Betschart
Examinator	Prof. Dr. Benno Bucher
Experte	Dr. Jürg Neuenschwander, Empa, Dübendorf ZH
Themengebiet	Energie- und Umwelttechnik

Wärmeübertragung bei Niedertemperatur-Stirlingmotoren

Auslegung, Konstruktion und Design eines Wärmetauschers für einen Niedertemperatur-Stirlingmotor



Stirlingmotor Typ ST05G mit bestehendem Rohrbündelwärmetauscher

Ausgangslage: Die effiziente Wärmeübertragung stellt bei vielen technischen Anlagen einen Schwachpunkt dar. Für den Betrieb von Stirlingmotoren ist die von aussen zugeführte Wärme die einzige Energiequelle. Folglich ist die Wärmeübertragung ins Arbeitsgas bei Stirlingmotoren essenziell, um einen guten Wirkungsgrad zu erreichen. Zudem gilt das physikalische Gesetz, dass der Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen grundsätzlich sinkt, je niedriger die höchste Betriebstemperatur ist. Ein kleiner Temperaturgradient zwischen Arbeitsgas und Wärmequelle vermindert zusätzlich einen Wärmetransport. Aus diesem Grund kommt der effizienten Wärmeübertragung bei Niedertemperatur-Stirlingmotoren eine besonders hohe Bedeutung zu.

Ziel der Arbeit: Für einen bestehenden Stirlingmotor soll ein neuer Wärmetauscher zwischen Wärmequelle und Arbeitsmedium konzipiert, ausgelegt und konstruiert werden. Der Betriebspunkt soll 200 °C betragen. Am Ende der Bachelorarbeit soll ein verbesserter Wärmetauscher für den bestehenden Stirlingmotor realisiert und ausgemessen sein.



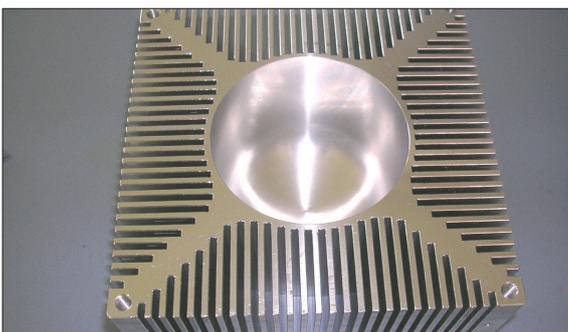
Konstruierter Wärmetauscher mit Regenerator

Ergebnis: Während der Bachelorarbeit wurde ein Wärmetauscher ausgelegt, konstruiert und realisiert. Folgende Punkte wurden im Gegensatz zum bestehenden Wärmetauscher verbessert:

- Die Strömung um den Wärmetauscher wurde kanalisiert und kann nun kontrolliert durch den Wärmetauscher geleitet werden. Die Strömungsgeschwindigkeit ist somit viel grösser.
- Als Material wurde Aluminium gewählt, da die Wärmeleitfähigkeit grösser ist als diejenige von Stahl und die Verarbeitung von Aluminium sehr einfach ist.
- Die Oberfläche wurde wesentlich vergrössert.
- Im Inneren konnte das Totvolumen reduziert werden.

Die Wärmetauscher wurden im Versuchsaufbau getestet. Dabei konnten 29,77% der Eingangswärme durch den bestehenden Wärmetauscher transportiert werden. Beim neuen Wärmetauscher sind es 31,58%, was 546 W bei einem Eingang von 1730 W bei 160 °C entspricht. Die durchgeführten Versuche können allerdings nicht direkt miteinander verglichen werden, da der neue Wärmetauscher aus technischen Gründen nicht am Motor getestet werden konnte. Deshalb wurde für den neuen Wärmetauscher ein Ersatzversuch durchgeführt. Weiter konnte der Versuchsstand verbessert werden, indem:

- in der Kühlwasserzufuhr ein Druckregelventil und eine Drossel eingebaut wurden, um den Durchfluss konstant zu halten.
- zwei temperatur- und luftmengenregelbare Heissluftquellen installiert wurden.



Wärmetauscherblock mit Kolbenbohrung