

## **Ortwig Harald**

### **Zusammenfassung**

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die physikalischen Vorgänge im hochbelasteten Gleitspalt zwischen Flügeln und Hubring einer Flügelzellenpumpe systematisch zu untersuchen.

Hierzu wurde zunächst eine Belastungsrechnung durchgeführt, die zur Ermittlung der im Betrieb auf den Gleitkontakt Flügel/Hubring einwirkenden Beanspruchungen dienen sollte. Die Rechnung wurde umgesetzt in ein Simulationsprogramm, mit dem unter weitgehender Variationsmöglichkeit der Geometriedaten der Pumpe sowie ihrer Betriebsbedingungen die Radialkräfte und die Hertzschen Größen Druck und Kontaktbreite zwischen Flügeln und Hubring berechnet werden können.

Simulationsrechnungen ergaben, daß trotz der herstellerseitig konstruktiv vorgesehenen Druckentlastung am Flügel die Gleitstelle besonders im Saugbereich hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt ist. Durch eine Vergrößerung des Flügelspitzenradius können diese Belastungen ohne großen konstruktiven Aufwand deutlich verringert werden. Des Weiteren wurden über einen Ansatz zur Beschreibung des Reibungseinflusses bei der Radialbewegung der Flügel im Rotor Verschleißbilder, die bei Verwendung tribologisch ungünstiger Flüssigkeiten in Dauerversuchen aufgetreten waren, rechnerisch nachvollzogen. Es zeigte sich, daß bei Einsatz schlecht schmierender Druckmedien in bestimmten Zonen des Hubrings Kraftspitzen auftreten, während es in anderen zum Abheben der Flügel kommt. Hier kann durch Änderung der konstruktiven Gestaltung der Druckumsternuten in der Pumpe Abhilfe geschaffen werden.

Ausgehend von der Belastungsrechnung wurde ein mathematisches Modell zur Beschreibung der physikalischen Vorgänge im Gleitspalt zwischen Flügeln und Hubring abgeleitet. Wegen der hohen Kontaktbelastungen kamen hierbei die Gesetzmäßigkeiten der Elastohydrodynamik zur Anwendung. Das vollständige Modell des EHD-Kontaktes wurde jedoch nur die speziellen Belange der Gleitspaltberechnung in der Flügelzellenpumpe modifiziert. Da die Betrachtung des Flüssigkeitsverhaltens hier im Vordergrund stand, konnte nicht, wie sonst oft durchgeführt, isotherm gerechnet werden. Andererseits sind die Abweichungen explizit berechneter von idealisierten Spalt- und Druckverläufen gering.

Es wurde ein Ansatz gemacht, in dem der Druck- und der Spaltverlauf im Gleitkontakt mit Näherungsgleichungen bestimmt und der exakten Berechnung von Geschwindigkeits- Temperatur- und Viskositätsfeld im Spalt vorgegeben werden. Mit einem auf der Grundlage dieses Ansatzes erstellten Simulationsprogramm konnten die Spaltparameter unter Variation der äußeren Kontaktbelastungen, der -geometrie und der Fluideigenschaften berechnet werden.

Die Simulationsergebnisse zeigten, daß ein Druckmedium im Flügel/Hubring Kontakt extremen Beanspruchungen durch Drücke und Temperaturen ausgesetzt ist. Dagegen sind die Temperaturänderungen an den Wandungen der Gleitpartner auch bei hohen Belastungen vergleichsweise gering. Auch hier wurden Varianten mit modifizierten

Flügelspitzenradien gerechnet. Es wurde deutlich daß auch die thermische Beanspruchung im Flügel/Hubring-Gleitkontakt durch diese einfache Modifikation erheblich reduziert werden kann.

Messungen in der Flügelzellenpumpe mit modifizierten Aufnehmern für Druck und Temperatur sollten die Simulationsergebnisse bestätigen. Wegen zu geringer zeitlicher und räumlicher Auflösung des Meßsystems konnten diese Messungen jedoch nicht mit Originalflügeln durchgeführt werden. Durch Änderung des Flügelspitzenradius wurde die Kontaktbreite der Flügel/Hubring-Gleitpaarung vergrößert.

Es ergab sich gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und nachgerechneten Drücken und Temperaturen im Gleitspalt zwischen Flügeln und Hubring. Allerdings konnte festgestellt werden, daß Messungen von Wandtemperaturen mit einem in der Gleitkörperoberfläche liegenden Thermoelement die tatsächliche Temperaturänderung im Schmierpalt nur zu einem sehr geringen Anteil erfassen können. Daher können solche Meßergebnisse allein nicht zur Abschätzung der thermischen Beanspruchung einer Flüssigkeit im hochbelasteten Gleitspalt herangezogen werden.

Neben den Messungen in der Flügelzellenpumpe wurden Druck-, Temperatur und Spalthöhenmessungen an einem Modellprüfstand durchgeführt, in dem die Gleitpaarung Flügel/Hubring vereinfacht nachgebildet wurde. Hier konnten Betriebszustände realisiert werden, bei denen die verwendeten Meßaufnehmer mit noch größerer Sicherheit arbeiten als in der Pumpe. Verbreiterung des Spektrums der Druck- und Temperaturmeßergebnisse sowie Messungen von Spalthöhen und damit vollständigere Überprüfung des Rechenmodells war das Ziel der Untersuchungen am Modellprüfstand. Es konnte auch hier die gute Übereinstimmung gemessener und gerechneter Zustandsgrößen im Flügel/Hubring-Kontakt nachgewiesen werden.

Das abgeleitete Rechenmodell und das erstellte Simulationsprogramm haben nicht nur für die Gleitpaarung Flügel/Hubring in der Flügelzellenpumpe Gültigkeit, sondern für alle Maschinenelemente, in denen eine Gleitbewegung stark unterschiedlich oder gegensinnig gekrümmter Körper unter hoher Last und Geschwindigkeit stattfindet.