



REIBUNGSREDUZIERUNG IN EINZYLINDER-MOTOREN DURCH DIAMOR®-BESCHICHTUNG

DIE AUFGABE

In mit Verbrennungsmotoren angetriebenen Fahrzeugen fallen etwa 50 Prozent der Reibungsverluste im Antriebsstrang an. Reibungsmindernde Verschleißschutzschichten bieten hier ein exzellentes Potenzial, die Effizienz und Lebensdauer dieser Systeme substantial zu erhöhen sowie Schadstoffemissionen zu verringern.

Zur Entwicklung und Evaluierung moderner Verschleißschutzschichten verwenden Wissenschaftler im Labor üblicherweise tribologische Testapparaturen, um quantitative Aussagen über Reibungskoeffizienten und Verschleißraten zu bestimmen. Am anderen Ende der Technologiekette entwickeln Ingenieure Motoren, deren Charakteristiken wie Leistung und Drehmoment als Funktion der Drehzahl mit Motorentestständen ermittelt werden. Und schließlich werden mit dem assemblierten Fahrzeug Verbrauchsdaten, Beschleunigungsraten und andere Daten unter tatsächlicher Fahrbedingung bestimmt.

Die im Labor gemessenen Schichteigenschaften mit den tatsächlichen erreichbaren Vorteilen im Einsatz der Schichten zu korrelieren, ist eine große Herausforderung. Um diesem Problem einen Schritt näher zu kommen, bestand die Aufgabe darin, den Vorteil von Diamor® Schichten in tatsächlichen Verbrennungsmotoren zu demonstrieren.

UNSERE LÖSUNG

Am Fraunhofer Center for Coatings and Diamond Technologies CCD (siehe auch S. 128) wurde in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner der Vorteil von Diamor®- Schichten für kommerziell erhältliche Einzylinder-Motoren getestet. Die Motorentests wurden am Center for Automotive Research (CAR) der

Ohio State University in Columbus, Ohio, USA durchgeführt. Im ersten Versuch wurde zunächst ein bereits benutzter etwa 10 PS starker Go-Kart Motor auf dem Teststand mit klassischem Motorentest (Leistung und Drehmoment gegen Drehzahl) vermessen. Danach wurde der Motor zerlegt und einige für die Reibung kritische Komponenten wurden gereinigt und mit Diamor® beschichtet (Abb. 1). In diesem beschichteten Zustand wurde der Motorentest wiederholt. In einem weiteren Experiment wurde ein 7 PS starker Einzylinder Motor (Kohler Command Pro CH-270) getestet.

Typische Anwendungen für diesen Motor sind Gartenmaschinen, Notstromgeneratoren und Pumpsysteme. Ein fabrikneuer Motor wurde zunächst mit konventionellem Penzoil 10W-30 Öl gefüllt und eingefahren (3 x 30 Minuten Laufzeit bis das Öl sauber blieb). Dies war notwendig, um den Reibungsvorteil der Diamor®-Schichten möglichst direkt nachzuweisen.

In den Versuchen wurde ein 3 PS starker Elektromotor verwendet, um den Kohler Motor bei verschiedenen Drehzahlen anzutreiben. Dabei wurden die Ventile des Motors offengelassen, so dass nur die mechanische Reibung überwunden werden musste. Das dazu notwendige Drehmoment wurde gemessen. Unbeschichtete und beschichtete Konfiguration wurden mit konventionellen und synthetischen (Mobil 1) Ölen getestet.

Die Tests wurden bei Raumtemperatur, Standardlauftemperatur (der Motor wurde 35 Minuten betrieben bis Öltemperatur den gewünschten Wert hatte) und unter Kälte (in Trockeneis) wiederholt.

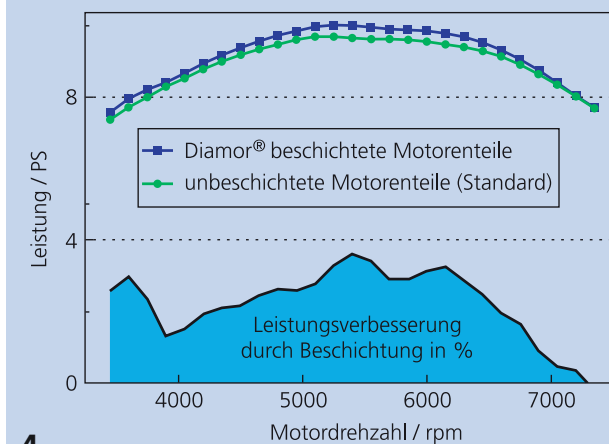


ERGEBNISSE

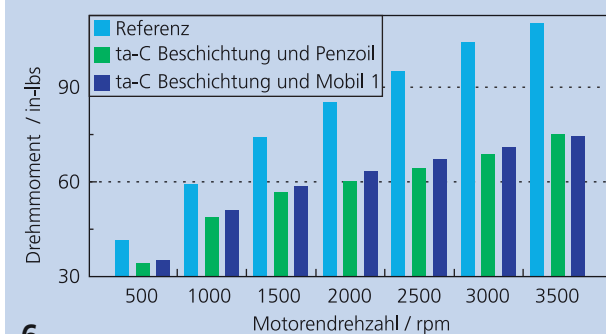
Abbildung 4 zeigt den Verlauf der Leistung des Go-Kart Motors als Funktion der Motorendrehzahl im unbeschichteten und beschichteten Zustand. Die blau hinterlegte Kurve stellt die Differenz der Leistung in Prozent dar. Die Daten belegen, dass die Diamor®-Beschichtung insbesondere im Bereich der Spitzenleistung über 3 Prozent Leistungs Zunahme gewährt. Für Rennmotoren ist diese Leistungs Zunahme erheblich.

Das wichtigere Resultat ist aber, dass der Motor mit beschichteten Komponenten eine um 350 Umdrehungen pro Minute niedrigere Drehzahl benötigt, um einen zum unbeschichteten Motor vergleichbaren Leistungswert zu erreichen. Mit anderen Worten, der beschichtete Motor dreht niedriger bei gleicher Zugkraft und verbraucht demzufolge weniger Kraftstoff und, infolge geringerer Reibung und niedrigerer Drehzahlen, verschleißt weniger. Abbildung 6 zeigt die Daten für den Motorlauf unter kalten Temperaturen. Das zum Antrieb des Kohler Motors benötigte Drehmoment ist gegen die Drehzahl aufgetragen. Die Reduzierung des erforderlichen Drehmoments und damit der Reibung übersteigt 30 Prozent bei 3000 Umdrehungen pro Minute. Bei kalten Temperaturen zeigte sich der größte Vorteil. Abbildung 7 zeigt die über alle Drehzahlen

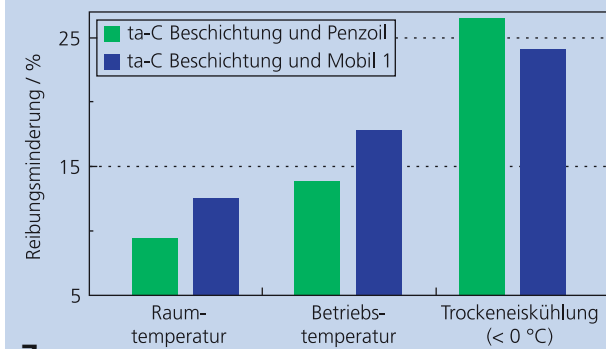
Vergleich der Motorenleistung eines Go-Kart Motors mit und ohne Diamor® Beschichtungen.



Drehmoment im Kohler Motor in Abhängigkeit von Drehzahl, Öl und Beschichtung bei Temperaturen unter 0 °C



Mittlere Reibungsreduzierung des Kohler Motors mit beschichteten Komponenten für verschiedene Betriebstemperaturen und in verschiedenen Ölen.



gemittelte Reibungsreduzierung bei verschiedenen Temperaturen. Im Ergebnis gewähren die Diamor®-Schichten in diesem Experiment einen Reibungsvorteil von 10 - 30 Prozent je nach Lauftemperatur.

1-3/5 Mit Diamor® beschichtete
Komponenten im Einzylinder-
Testmotor

KONTAKT

Dipl.-Ing. Lars Haubold

+1 517 432 8167

lhaubold@fraunhofer.org

