

Run-up and aging of automotive HID lamps

Alexander Alexejev
alexjev@aept.ruhr-uni-bochum.de

Das Projekt 'Untersuchung von Autoscheinwerfer-Entladungslampen mit und ohne thoriierten Elektroden' in Kooperation mit der OSRAM AG ist erfolgreich abgeschlossen worden. Im Laufe des Projekts wurden verschiedene Modifikationen der Xenon-Scheinwerferlampen auf die Langzeitperformance getestet und Ideen zu deren Verbesserung wurden entwickelt.

1 Einleitung

Die Xenonlampen sind heutzutage eine verbreitete Variation der Frontscheinwerfer vieler Kraftfahrzeuge. Die Wolframelektroden in diesen Lampen müssen hohen thermischen Belastungen standhalten, die durch die hohe Stromdichte entstehen, die für eine instantane Zündung notwendig ist. Da die Temperatur im Betrieb an die Schmelztemperatur von Wolfram (3965 K) reichen kann, entstehen Effekte, die die Lebensdauer der Lampen reduzieren, z.B. Schwärzung des Kolbens, Verformung durch teilweises Schmelzen des Elektrodenmaterials etc.

Einige Substanzen haben die Eigenschaft die Austrittsarbeit von Wolfram zu reduzieren. Bilden sie eine Schicht auf der Elektrodenoberfläche, so erleichtert sie das Austreten der Elektronen aus dem Festkörper. Makroskopisch zeigt sich das in reduzierter Elektroden-temperatur. Dieser Effekt heißt Emittiereffekt.

Die momentan übliche Strategie, um die Temperatur der Elektroden zu senken ist die Dotierung der Elektroden mit Thorium. Aufgrund seiner physikalischen eigenschaften ist jedoch die Notwendigkeit entstanden, einen Ersatz zu finden. Das nun abgeschlossene Projekt diente eben dieser Suche.

2 Verlauf des Projektes

Im Projekt wurden verschiedene Lampenfüllungen und Elektroden-dotierungen an verschiedenen Generationen der Xenonlampen getestet. Hierzu wurde für definierte Alterungszustände von 0, 12,100 und 250 Stunden der Hochlauf der Lampen untersucht, wobei die Elektroden-temperatur im Sekundentakt mit gemessen wurde.

Entgegen allen Erwartungen hat sich die Elektroden-temperatur als kein zuverlässiger Indikator für die Güte der Lampen erwiesen. Viel mehr ist der Übergang von einem diffusen Bogenansatz zu einem sogenannten Spot-Ansatz (stark kontrahierter, nahezu punktförmiger Ansatz) entscheidend. Bei neueren, quecksilberfreien Modellen der Xenonlampen hat sich eine Korrelation zwischen der Langzeitperformance und dem Modenübergang gezeigt. Demnach ist die Lampenvariante am Besten, die am schnellsten den Spot-Ansatz erreicht. Diese Eigenschaft bleibt mit zunehmendem Lampenalter erhalten.

Die Tests an verschiedenen Füllungen und Dotierungen haben ergeben, dass gerade die thoriumfreien Variationen ohne zusätzliche Stoffe den schnellsten Ansatzwechsel, sowie das beste Langzeitverhalten zeigen. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass die standardmäßige Füllung der Lampe (Na, Sc, In, Zn) bereits einen Stoff enthält, der die Temperaturreduktion fördert.



Figure 1: Eine D8-Lampe von OSRAM, Nennleistung: 25W

Eine spektroskopische Untersuchung des Bogenansatzes und dessen Wechsels zeigte, dass sich ver-

mehrt Sc in dem Bereich des Bogenansatzes ansammelt. Das lässt vermuten, dass Sc einen Emittiereffekt erzeugt und dessen Wirkung noch weiter ausgeschöpft werden könnte. Dies kann z.B. durch eine optimierte Kolbengeometrie oder eine leicht veränderte Füllungszusammensetzung realisieren, die einen höheren Dampfdruck des Sc in der Lampe ermöglicht.

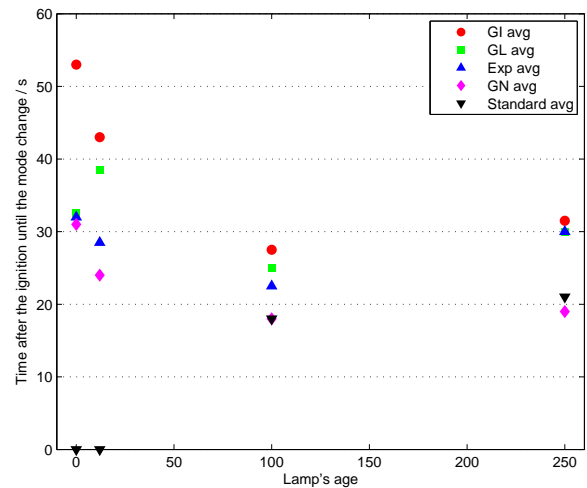


Figure 2: Zeit von der Zündung bis zum Modenwechsel.

Lampenvariante(zugehörige Langzeitperformance): GI: Dy-Additiv(- -), GL: Ce-Additiv(- -), Exp: neue experimentelle Dotierung(-), GN: Wolframelektroden, keine Additive(+), Standard: Thoriierte Elektroden (+ +).