

IVc11-001

Avaliação dos mecanismos de degradação oxidativa de pneus à base de borracha natural vulcanizada submetidos ao envelhecimento em campo

Salvi, W.(1); Santo, C.E.(1); Matsumoto, A.(2); Calhabeu, A.M.(2); Lopes, E.S.N.(1); Gabriel, L.P.(1);

(1) UNICAMP; (2) PTG;

O aumento da durabilidade dos pneumáticos comerciais representa um dos maiores desafios para os fabricantes, dado a importância da necessidade de recapagem dos pneus como a redução do custo total de posse (TCO) para o usuário. O ciclo de vida do pneu está intimamente relacionado à estabilidade das ligações químicas presentes nos produtos à base de borracha natural (BN), sendo o envelhecimento termo-oxidativo a principal causa da quebra das ligações químicas presentes nas cinturas dos pneus comerciais. As temperaturas de trabalho variam de acordo com a velocidade, a pressão e a carga, bem como podem ultrapassar os 100°C por longos períodos de trabalho. A junção destes fatores potencializa o envelhecimento anaeróbico na região da cintura, através do fenômeno denominado difusão limitada por oxidação (DLO). O objetivo deste trabalho consiste em caracterizar o início da degradação oxidativa com base na alternância dos tipos de ligações químicas (relação poli-monossulfídicas) presentes na BN vulcanizada e avaliar os efeitos desta degradação nas propriedades mecânicas da cintura do pneu 295/80R22.5 Prometeon para as quilometragens de 0, 5, 25 e 50 mil quilômetros em uso rodoviário. As caracterizações químicas foram realizadas por espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR) e ressonância magnética nuclear (RMN). Para análise mecânica e morfológica foram realizados o ensaio de tração e microscopia eletrônica de varredura (MEV), respectivamente. Os resultados de FT-IR mostraram que a oxidação é precocemente detectada a partir de 5 mil quilômetros. Fora evidenciada a partir de 50 mil quilômetros a alternância das ligações polissulfídicas em monossulfídicas, com base na análise de RMN. Os resultados na análise química corroboraram com as mudanças nas propriedades mecânicas das amostras, havendo um aumento do módulo de elasticidade e diminuição do alongamento à ruptura das amostras de cintura, observados pelo ensaio de tração. A morfologia apresentou a estrutura fibrilar típica da BN, bem como um aumento de incrustações e da rugosidade superficial conforme o aumento das quilometragens de envelhecimento. A presença da oxidação a 5 mil quilômetros não influenciou imediatamente na alternância das ligações poli e monossulfídicas, no entanto, contribuiu para acelerar os efeitos do envelhecimento na cisão homolítica das cadeias poliméricas a partir dos 25 mil quilômetros. Fora comprovado que em 50 mil quilômetros o carbono sulfurado C1 apresenta, predominantemente, ligações monossulfídicas; enquanto o carbono C4, ligações polissulfídicas. A mudança da estabilidade da ligação influenciou diretamente os resultados na análise mecânica, no qual o aumento da rigidez foi atribuído à predominância do tipo de ligação monossulfídica para C1, em 50 mil quilômetros. Em suma, os resultados respaldam a literatura e validam-se com base na teoria de envelhecimento de Ahagon para análise do envelhecimento anaeróbico.