



La construcción de neumáticos ineficientes desde el punto de vista energético y un inflado subóptimo pueden afectar negativamente a la autonomía de los vehículos eléctricos. (Geely)

«A lo largo de la vida del vehículo, un coeficiente variable de resistencia a la rodadura de los neumáticos podría suponer hasta un 4% de diferencia en la carga de la batería»

Impacto de la presión de los neumáticos en el campo de prácticas de los VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

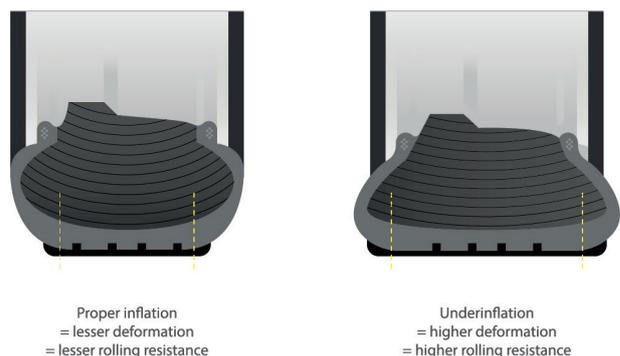
2020-10-07 LAMEI TANG; SHENG WEI; JEFFREY VALENTAGE; ZHENG LI; SUJITH NAIR

Un nuevo estudio demuestra que un control más estricto de la pérdida de presión de los neumáticos puede mejorar notablemente la eficiencia de los vehículos eléctricos.

Los equipos de desarrollo de vehículos eléctricos han hecho grandes avances en la mejora de la autonomía de los vehículos, mitigando la "aniquilación de la autonomía" para el cliente final. Aunque se ha prestado mucha atención a los avances en la tecnología de las baterías, los controles y la aerodinámica del vehículo, la autonomía de los vehículos eléctricos también se ve afectada de forma significativa por los neumáticos. Los neumáticos pierden una cierta cantidad de aire de forma continua. La construcción de neumáticos poco eficientes desde el punto de vista energético, un inflado subóptimo y otros factores pueden afectar negativamente a la autonomía de los vehículos eléctricos.

Figura 1 muestra que un neumático poco inflado es menos rígido y su deformación es mucho mayor, lo que provoca una mayor disipación de calor y, en última instancia, una mayor resistencia a la rodadura y una menor eficiencia de la autonomía. Un reciente estudio realizado en colaboración con el Instituto de Investigación Geely, Shanglong Linglong Tire Co. y ExxonMobil examinó el efecto de la pérdida de aire (como la que se experimenta después de meses de conducción) en la resistencia a la rodadura real del neumático, y el consiguiente efecto en la autonomía de un vehículo eléctrico. Los resultados del estudio ayudarán a determinar las especificaciones de los neumáticos para la próxima generación de vehículos eléctricos de Geely Auto Group.

Figura 1: Diferencia en la deformación entre los neumáticos correctamente inflados y los neumáticos poco inflados



Papel crítico del revestimiento interno

Al examinar varios neumáticos de producción, el estudio mostró que más del 48% tenía una mala retención de aire (tasas de pérdida de presión de inflexión [IPLR] > 3%). Esto era típico. Solo el 6% de los neumáticos tenían la mejor retención de aire posible (IPLR < 1,7%). Es difícil diseñar un neumático que sea totalmente a prueba de fugas.

Un enfoque sencillo para minimizar la pérdida de aire de los neumáticos es el diseño de un revestimiento interior eficaz, la fina capa responsable de la retención de aire. La posición y el diseño del revestimiento interior son los factores más importantes que afectan a la retención del aire.

La pérdida de aire se ve afectada principalmente por la permeabilidad del compuesto del revestimiento interior, el grosor del revestimiento interior y la distancia entre el punto final y la punta del pie (el punto donde termina el revestimiento interior). Entre estos tres factores, el mayor contribuyente a la reducción de la pérdida de aire es la permeabilidad. Por ejemplo, la disminución de la distancia entre los extremos del revestimiento interior y los dedos de los pies en un 50% (de 20 mm a 10 mm) y el aumento del grosor en un 15% (de 0,65 mm a 0,75 mm) proporcionan mejoras respectivas del IPLR del 10% y el 18%. Pero la reducción del coeficiente de permeabilidad en un 40% produce una mejora de la IPLR del 30%.

Los compuestos de revestimiento interior convencionales incluyen polímeros de bromobutilo y clorobutilo. Para conseguir un rendimiento superior, deben utilizarse polímeros de alto rendimiento, como el isobutileno-co-parametilestireno bromado (BIMSM; nombre comercial Exxpro™ specialty elastomer), ya que tienen una permeabilidad menor que los polímeros halobutílicos convencionales.

Dado que la pérdida de aire con el paso del tiempo reduce la presión de inflado, la resistencia a la rodadura "en uso" que se experimenta en las condiciones reales de conducción puede ser mayor, lo que conlleva un menor ahorro de combustible. Desgraciadamente, estos aspectos pueden no ser captados en las pruebas de laboratorio para medir el coeficiente de resistencia a la rodadura (RRC). Geely Engineering está adoptando un enfoque más equilibrado a la hora de mejorar los neumáticos, centrándose en el RRC "en uso" para mejorar la experiencia de los clientes finales.

Más allá de la monitorización de la presión

En un primer esfuerzo por ayudar a prevenir fallos catastróficos en la carretera debido a neumáticos gravemente desinflados (> 20% de desinflado), se implementaron sistemas de control de la presión de los neumáticos (TPMS). Geely señala que esto es inadecuado, ya que el TPMS no evita que los consumidores conduzcan con neumáticos poco inflados antes de que se active el sistema de alerta. En 2018, Geely lanzó inicialmente una versión de TPMS con un disparador IPLR de < 3,5% y en 2019 una mejora de especificación sub-quent de < 2,5% IPLR. Con el aumento de la demanda de vehículos eléctricos en el mercado mundial, es más importante centrarse en la "eficiencia en el uso" que en los puntos de datos RRC generados en el laboratorio.

Para este estudio, se fabricaron en LingLong cuatro neumáticos 215/50R17 para turismos con diferentes diseños de revestimiento interior y tasas de pérdida de aire; el resto de las especificaciones fueron idénticas. Los revestimientos interiores iban desde los sistemas convencionales de bajo rendimiento (70/30 BIIR/NR) con alta pérdida de aire hasta el sistema de revestimiento interior de mayor rendimiento (100 phr Exxpro™ 3563) con la menor pérdida de aire (ver [Tabla 1](#)). La IPLR se mide según la norma ASTM 1112.

Cuando se cambia la composición del revestimiento interior de 70/30 BIIR/NR (neumático B) a 100 BIIR (neumático C), el IPLR se mejora en un 33%. Por el contrario, cuando el grosor del revestimiento interior se incrementa en un 15%, de 0,7 mm (neumático A) a 0,8 mm (neumático B), la mejora del IPLR es sólo del 10%. Esta observación se alinea con estudios anteriores, en los que los resultados enfatizaron la importancia de mejorar la composición del revestimiento interno (impermeabilidad) para una mejor retención de aire.

Tabla 1: Neumáticos utilizados en el estudio y resultados de la IPLR

Identificación de neumáticos	IL Comp	IPLR (%)	Pérdida de presión predicha (6 meses)-KPa	Advertencia de TMS
A	70/30 BIIR/NR	3.16	76	Sí
B	70/30 BIIR/NR	2.89	70	Sí
C	100 BIIR	1.92	50	No
D	100 Exxpro™ 3563	1.73	45	No

La **Figura 2** muestra que los revestimientos interiores a base de Exxpro 3563 (neumático D) tienen el mejor rendimiento de IPLR, casi un 40% menos que el neumático de control (neumático A). En estudios anteriores realizados por ExxonMobil Chemical, se descubrió que la pérdida de aire de los neumáticos sometidos a condiciones reales era aproximadamente el doble de la obtenida en condiciones estáticas en el laboratorio. Para predecir la pérdida de aire después de seis meses, los valores de IPLR se multiplican por un factor de pérdida de presión previsto para los cuatro neumáticos, teniendo en cuenta el IPLR medido y las condiciones dinámicas.

No es sorprendente que la pérdida de presión prevista a los seis meses para los neumáticos con un IPLR alto (> 3,1%, neumático A) sea mucho mayor que para los neumáticos con un IPLR más bajo (< 1,8, neumático D). También se espera que el cambio de balanceo para los neumáticos con IPLR > 3.1% (Neumático A) es mucho más alto que para los neumáticos con IPLR < 1.8% (Neumático D). Para la eficiencia "en uso", se espera que haya un cambio mínimo en la resistencia a la rodadura: como se muestra en la **Figura 3**, el neumático con el menor IPLR da el menor cambio al RRC después de seis meses.

Mejorar la autonomía, reducir el consumo

En la **tabla 2** se observa que la pérdida de autonomía de los neumáticos con IPLR > 3,1% (neumático A) es mucho mayor que la de los neumáticos con IPLR < 1,8% (neumático D) y proporcional a los cambios de resistencia a la rodadura calculados en seis meses. El gráfico de la pérdida de autonomía con el IPLR se muestra en la **figura 4**, siendo el neumático con el menor IPLR el que ofrece la menor pérdida de autonomía media (promediada a lo largo del año).

Figura 2: IPLR de neumáticos experimentales con diferentes composiciones de revestimiento interior y calibre

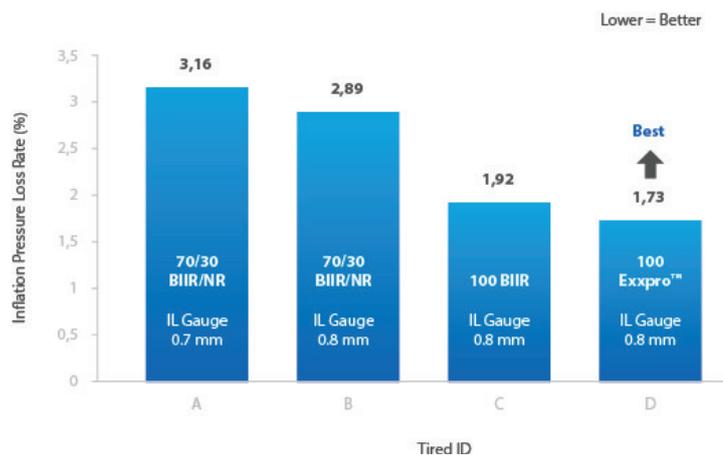


Figura 3: Correlación de pérdida de rango simulada con IPLR

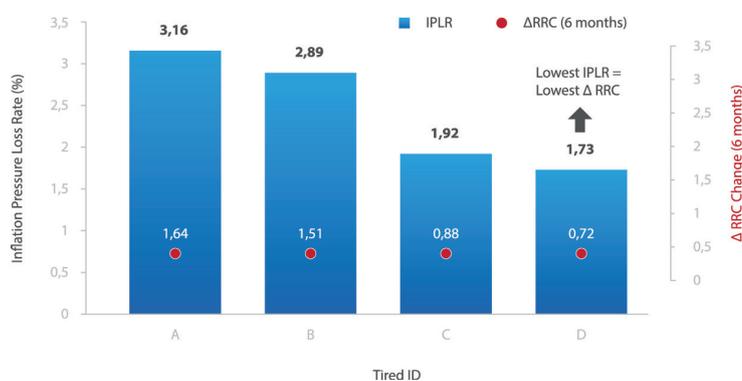


Figura 4: Resultados de RRC & Resultados de pérdida de rango simulado

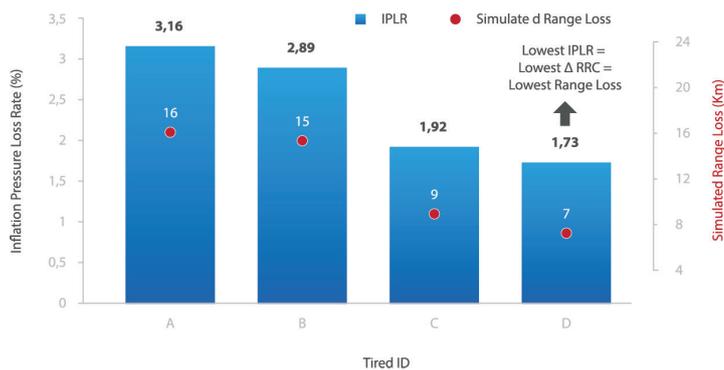


Tabla 2: Resultados de RRC & Resultados de pérdida de rango simulado

Identificación de neumáticos	IPLR (%)	ΔRRC (6 meses)	Pérdida de rango (6 meses, Km)
A	3.16	1.64	16
B	2.89	1.51	15
C	1.92	0.88	9
D	1.73	0.72	7

Figura 5: Predicciones de autonomía simuladas de vehículos equipados con neumáticos con diferentes IPLR

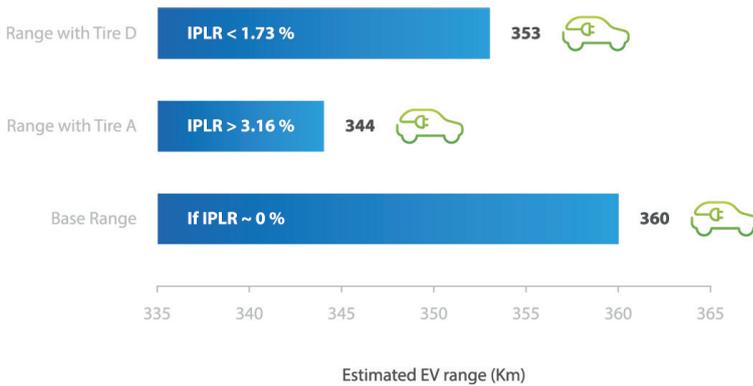


Figura 6: Diferencia de eficiencia del vehículo calculada de neumáticos con diferentes IPLR

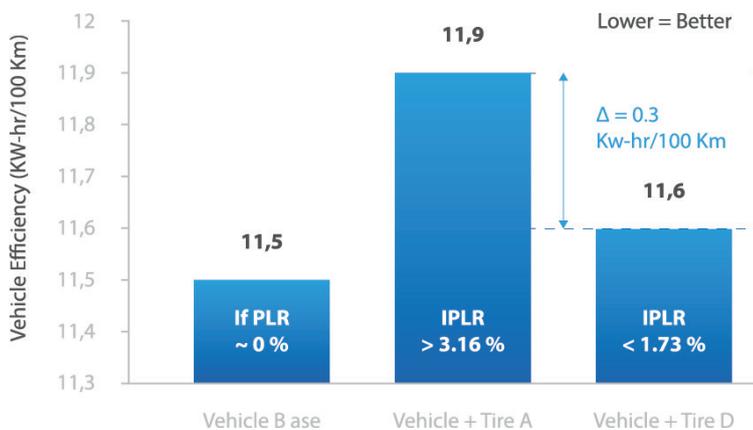
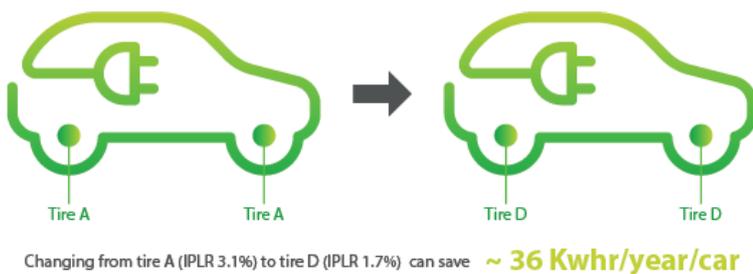


Figura 7: Implicaciones del uso de neumáticos con IPLR alto y bajo: ¿qué significa esta diferencia de energía en una macroescala?



Total BEV vehicle population in China ~ 4.97 Million



~ 90 Million Kwhr/year (China)

Household power consumption in China = 1800 Kwhr/year



Energy equivalent to powering

~ 50,000 Households/year

La pérdida de autonomía es mayor para los neumáticos con el mayor IPLR (neumático A) y menor para los neumáticos con el menor IPLR posible (neumático D). La **figura 5** parte de la base de que la autonomía proyectada para el VE es de 360 km, lo que sólo sería posible si el IPLR de los neumáticos fuera cercano a cero. Basado en los resultados del estudio, la autonomía media real sería de 344 km con el uso de neumáticos de alto IPLR (> 3,1%) y de unos 353 Km con neumáticos de bajo IPLR (< 1,8%).

Estos resultados se pueden proyectar sobre la eficiencia general del vehículo. En la línea de base del vehículo teórico, la eficiencia se acerca a 11,5 kWh/100 km (suponiendo que los neumáticos tuvieran un IPLR en torno al 0%). Debido a la pérdida de la gama del neumático A (IPLR 3.16%), la eficacia se reduce a 11,9 kWh/100 km. Cuando se utiliza el neumático D (IPLR 1,73%), la eficiencia se degrada a solo 11,6 kWh/100 km. La energía desperdiciada por el uso del neumático A en lugar del neumático D es de aproximadamente 0,3 kWh/100 km (**Figura 6**).

Suponiendo que un vehículo medio recorre 12.000 km al año, la diferencia de energía desperdiciada anualmente entre el uso de estos dos juegos de neumáticos ascendería a 36 kW-h. El número total de ventas de vehículos eléctricos en China entre 2012 y 2019 fue de unos 7,54 millones de vehículos. Aproximadamente el 66% de estos vehículos son BEV (~ 4.97 millones de unidades). Un simple cambio de neumáticos de la rueda A a la rueda D ahorraría casi 90 millones de kW-h de electricidad al año (**Figura 7**).

Para entender la magnitud de esta energía desperdiciada, es importante tener en cuenta que el consumo anual de energía de un hogar medio en China era de ~1800 kW por hora por hogar. La diferencia en la cantidad de energía consumida entre vehículos con neumáticos con un IPLR de casi 3,2 y un IPLR de casi 1,8 es el consumo anual de energía de 50.000 hogares chinos.

A medida que el sector de la movilidad se desplaza hacia los sistemas de propulsión eléctrica, el mantenimiento de un rendimiento constante durante el uso será más importante. Es posible reducir el IPLR de los neumáticos por muchas vías, siendo la más importante el uso de polímeros con el menor coeficiente de permeabilidad. Cuanto menor sea el IPLR, menor será el cambio en el RRC del neumático a lo largo del tiempo, lo que maximizará la autonomía del vehículo eléctrico "en uso". El IPLR de los neumáticos puede mejorarse significativamente a $< 1,8\%$ utilizando los materiales, los diseños de los neumáticos y los equipos de fabricación disponibles actualmente en la industria.

A lo largo de la vida del vehículo, un RRC variable de los neumáticos podría suponer hasta un 4% de diferencia en la carga de la batería. La reducción del IPLR y del RRC "en uso" crea la posibilidad de que los proveedores de primer nivel y los fabricantes de equipos originales consideren una batería más ligera y/o menos costosa. Y las pruebas en carretera de ExxonMobil Chemical han demostrado que la gama ev se puede mejorar a partir de 3-7% con neumáticos optimizados IPLR. En el futuro, esperamos que un IPLR $< 1,8\%$ sea la especificación objetivo para los vehículos eléctricos líderes en su clase.

Acerca de los autores: *Lamei Tang está con Geely Research Institute; Sheng Wei está con Shandong LingLong Tire Co. Ltd. Jeffrey Valentage, Zheng Li y Sujith Nair está con ExxonMobil Chemical Co., Specialty Elastomers & Butyl.I.*