

ANÁLISE DO PARABRISAS

Antonio Vidal González
 Instituto Rosalía de Castro
 Santiago de Compostela

En xeral, todo ten o seu lado positivo e o seu lado negativo. Así sucede coa chuvia que, se pola súa abundancia nos permite gozar na nosa terra dunha esplendorosa natureza, non deixa de te-los seus inconvenientes. Un deles é o que supón para a circulación rodada. Neste artigo non se tratarán os riscos que unha estrada mollada, como consecuencia da diminución da adherencia dos pneumáticos, presenta para a conducción; limitáremonos a analiza-los factores que poden influír na visibilidade. Para mellorarmos esta en días chuviosos, dispomos dos limpaparabrisas que, ó efectuar un varrido periódico, eliminan a molesta capa de auga. A nitidez da visión depende do adecuado equilibrio entre a velocidade do varrido e o caudal de auga que incide sobre o vehículo. Como o primeiro factor vén determinado polas características propias de cada modelo de vehículo, o único que ten interese desde o punto de vista teórico é o segundo. Agora ben, ¿como influen diversos factores (velocidade da auga, velocidade do

vehículo, etc.) nesa cantidade de auga recibida polo parabrisas?

Calquera clase de precipitación é, pola súa natureza, discontinua. Sen embargo, para simplifica-lo problema, suporemos que a chuvia (e poderíamos estende-la análise á sarabia, o pedrazo ou a neve) ten unha distribución espacial continua. Estableceremos tamén outra simplificación respecto á superficie do parabrisas, que imaxinaremos plana (aínda que en realidade non é así, podemos xustificar esta aproximación polo feito de que a zona fundamental de visión varrida polos limpaparabrisas presenta unha pequena curvatura). Nestas condicións, o fluxo ou caudal de auga recibido vén dado pola expresión

$$\Phi = S \cdot v$$

sendo v a velocidade da auga relativa ó parabrisas. En realidade, o caudal recibido é só unha fracción do anterior:

$$\Phi_r = \rho \Phi$$

con ρ bastante menor cá unidade.

Para establece-los valores do vector área do parabrisas (S) e do vector velocidade da auga respecto a este (v), consideremos un sistema cartesiano (Fig. 1) no que o sentido positivo do eixe X faise coincidir co de marcha. En xeral, a velocidade do vehículo formará un ángulo α co dito eixe (positivo nas subidas, negativo nas baixadas e nulo en estradas horizontais), e entón a súa expresión vectorial será

$$v_c = v_c \cos \alpha \mathbf{i} + v_c \sin \alpha \mathbf{j}$$

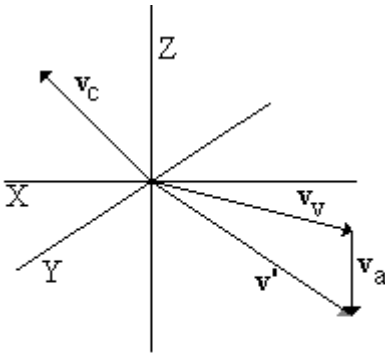


Fig. 1

Por outro lado, a velocidade da auga respecto á terra é,

$$v_a = -v_a \mathbf{k}$$

e a velocidade do vento, tamén respecto á terra,

$$v_v = v_v \cos \gamma \mathbf{i} + v_v \cos \delta \mathbf{j} + v_v \cos \varepsilon \mathbf{k}$$

co cal a velocidade relativa da auga á terra é

$$\begin{aligned} v' &= v_a + v_v = \\ &= v_v \cos \gamma \mathbf{i} + v_v \cos \delta \mathbf{j} + \\ &+ (v_v \cos \varepsilon - v_a) \mathbf{k} \end{aligned}$$

En consecuencia, a velocidade da auga relativa ó parabrisas será

$$\begin{aligned} v &= v' - v_c = \\ &= (v_v \cos \gamma - v_c \cos \alpha) \mathbf{i} + \\ &+ v_v \cos \delta \mathbf{j} + (v_v \cos \varepsilon - v_a) \mathbf{k} \end{aligned}$$

O vector área, S , do parabrisas virá dado (Fig. 2) por

$$S = S \sin(\theta - \alpha) \mathbf{i} + S \cos(\theta - \alpha) \mathbf{k}$$

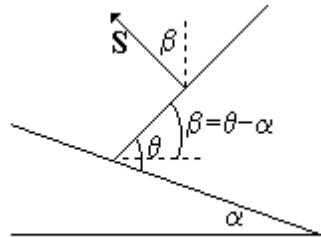
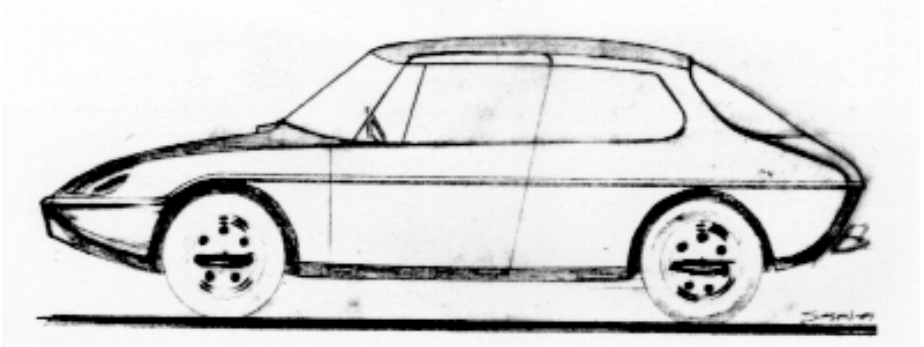


Fig. 2

Desta forma, o fluxo de líquido sobre o parabrisas é

$$\begin{aligned} \Phi &= S \cdot v = \\ &= S(v_v \cos \gamma - v_c \cos \alpha) \sin(\theta - \alpha) + \\ &+ S(v_v \cos \delta - v_c \sin \alpha - v_a) \cos(\theta - \alpha) \end{aligned}$$



Bosquexo para o SAAB "99" Sedán polo 1960. O concepto aerodinámico en forma de cuña influíu moito na inclinación do parabrisas.

Da expresión anterior dedúcese inmediatamente que a *transversalidade* do vento non ten influencia ningunha sobre o fluxo.

Consideremos agora a influencia dos distintos factores en ausencia de vento. Neste caso, o fluxo vén dado por

$$\Phi = -Sv_c [\cos \alpha \sin(\theta - \alpha) + \sin \alpha \cos(\theta - \alpha)] - Sv_a \cos(\theta - \alpha) = -S[v_c \sin \theta + v_a \cos(\theta - \alpha)]$$

onde o signo menos indica que se trata dun fluxo entrante. Nesta ecuación obsérvase que a pendente da estrada non inflúe na compoñente que ó fluxo total proporciona a velocidade do vehículo ($Sv_c \sin \theta$). Por outro lado, podemos afirmar que, en xeral, a súa influencia é moi pouca, dado o pequeno valor habitual de α (en pendentes acusadas, de preto do 10 %, pode chegar a supoñer arredor do 5 % do fluxo, dependendo do valor concreto das velocidades do vehículo e da

auga). A pesar da súa pequena importancia, para igualdade de condicións (v_c , v_a e θ constantes), un vehículo recibe maior caudal subindo ($\alpha > 0$) que baixando ($\alpha < 0$).

Desprezando o valor de α , o fluxo vén dado por

$$\Phi = S(v_c \sin \theta + v_a \cos \theta)$$

onde, como é lóxico, se aprecia o aumento do fluxo tanto coa velocidade do vehículo coma coa velocidade da auga. En canto á influencia do ángulo de inclinación do parabrisas, basta encontra-la condición de máximo da función anterior, supoñendo que son constantes os valores de v_c e v_a :

$$\frac{d\Phi}{d\theta} = S(v_c \cos \theta - v_a \sin \theta) = 0$$

Obtense así que o fluxo máximo corresponde a un valor do ángulo de inclinación dado por



Os parabrisas dos autobuses están case verticais e reciben máis caudal de auga coas chuvias cos parabrisas dos turismos.

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{v_c}{v_a} = k$$

Se substituímo-lo valor de $v_c = kv_a$, a ecuación do fluxo é

$$\Phi = -Sv_a (k \operatorname{sen}\theta + \operatorname{co} s \theta)$$

función na que o máximo se despraza a valores crecentes do ángulo de inclinación do parabrisas conforme aumenta k . Tomando como referencia unha velocidade do vehículo de 54 kmh^{-1} (15 ms^{-1}) e tendo en conta a tradicional división da precipitación acuosa líquida coas seguintes marxes de velocidades

Precipitación	Velocidade
Orballo	$< 3 \text{ ms}^{-1}$ case sempre $< 1 \text{ ms}^{-1}$
Chuvia	$3 \text{ ms}^{-1} < v < 7 \text{ ms}^{-1}$
Chuvieira	$> 7 \text{ ms}^{-1}$

pódense da-los seguintes valores indicativos para os ángulos de inclinación do parabrisas que suporían un fluxo máximo:

Precipitación	k	q
Orballo	15	86°
Chuvia	3	72°
Chuvieira	1	45°

Obsérvase como o máximo se despraza a maiores valores do ángulo de inclinación conforme diminúe a velocidade de caída da auga (maior k). Así, á mesma velocidade, un autobús recibe maior caudal ca un turismo ou, o que é equivalente, para recibi-lo mesmo fluxo ha de circular a menor velocidade ca este.

O mesmo resultado compróbase representando a última expresión dada para o fluxo (en valor absoluto):

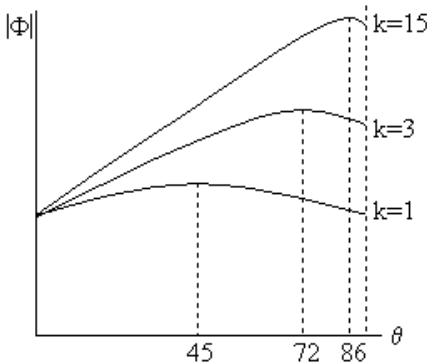


Fig. 3

En canto ó efecto do vento, vimos ó principio que a súa transversalidade non inflúe de ningún xeito. Supoñendo constantes as outras variables, o fluxo virá dado por

$$\begin{aligned}\Phi &= -A + S v_v \cos \gamma \sin(\theta - \alpha) + \\ &+ S v_v \cos \varepsilon \cos(\theta - \alpha) = \\ &= -A + v_v (B \cos \gamma + C \cos \varepsilon)\end{aligned}$$

O fluxo aumenta coa frontalidade do vento (máximo para valores de γ e ε de 180°) e diminúe con ventos traseiros (valores de γ positivos que provocan un fluxo saínte).

A complexidade dos diversos factores que interveñen na recollida de chuva é tal que pode concluírse que resulta imposible o deseño dun parabrisas idóneo para calquera condición tanto atmosférica como vial, excepto se pensamos na ficción dun de inclinación variable regulada automaticamente. ¿Sería estético?

