

## ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ТРЕЩИН НА ЛОБОВОМ СТЕКЛЕ АВТОМОБИЛЯ

Моисеев С.А.,

научный руководитель канд. техн. наук Евсеев П.П.

*Сибирский Федеральный Университет*

Одной из проблем, которая касается всех автовладельцев, является появление трещин на лобовом стекле (рисунок 1). Это может быть следствием нескольких причин:

1. Значительных по величине усилия ударов – внешних механических воздействий, например камень во время езды отскочил от колеса другого автомобиля. Стекло в точке удара имеет скол поверхностного слоя.
2. Термических воздействий в виде нагрева локального участка стекла. Наиболее часто такой нагрев является следствием неправильной работы системы вентиляции и кондиционирования салона системы отопления кузова и обдува лобовых стекол.
3. Попаданием транспортного средства в дорожно-транспортное происшествие (ДТП).
4. Брак производственного характера, связанный с неправильной геометрией стекла, либо его термической обработкой.

Рассмотрим подробно вторую причину из списка, приведенного выше.

Трещины, преимущественно в нижней части лобового стекла появляются при чрезмерном нагреве или охлаждении от работы обдува печки автомобиля или кондиционера соответственно. Это может произойти когда, садясь в холодную машину на морозе, владелец хочет обогреть салон и убрать ледяную корку с лобового стекла. Как правило для этого включается обдув лобового стекла на полную мощность. Или в жару, когда автовладелец садится в нагретый солнцем салон автомобиля, он включает кондиционер и происходит обратная ситуация, когда на разогретое стекло направляется поток холодного воздуха. Так же трещина может возникнуть, когда в мороз водитель приезжает на мойку и неквалифицированные автомойщики начинают мыть автомобиль, направляя поток горячей воды на холодный внешний слой лобового стекла. При нагреве изнутри внутренний слой стекла нагревается и расширяется. Внешний холодный слой стекла остается сжатым. Но поскольку он склеен воедино с внутренним, то в этом слое возникают растягивающие нагрузки, а во внутреннем – сжимающие (рисунок 2). Стекло характеризуется тем, что оно слабо сопротивляется растягивающим нагрузкам, но успешно работает «на сжатие». Вследствие этого трещина возникает в растянутом слое многослойного стекла, а в сжатом трещин её нет. Можно сделать вывод, что наличие трещины только в одном слое стекла «триплекс» - есть четкий признак его неравномерного нагрева.

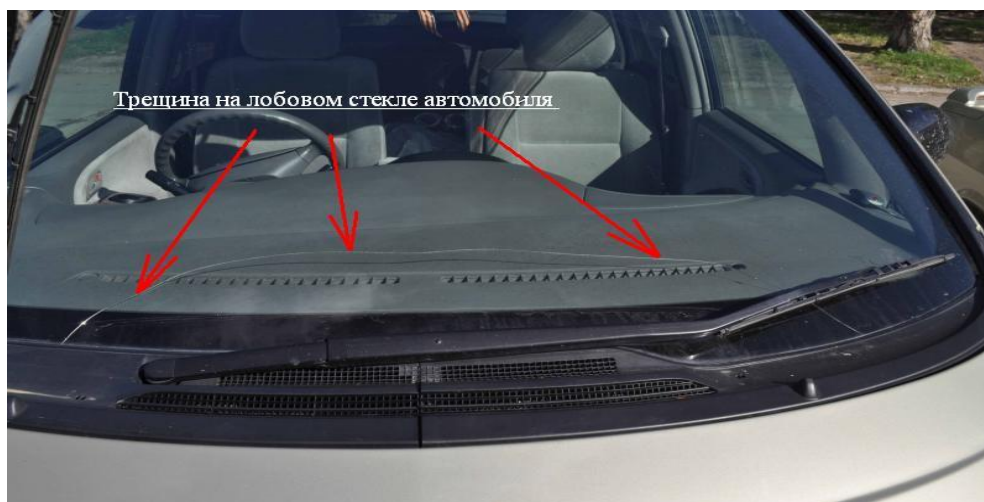


Рисунок 1 – трещина на лобовом стекле

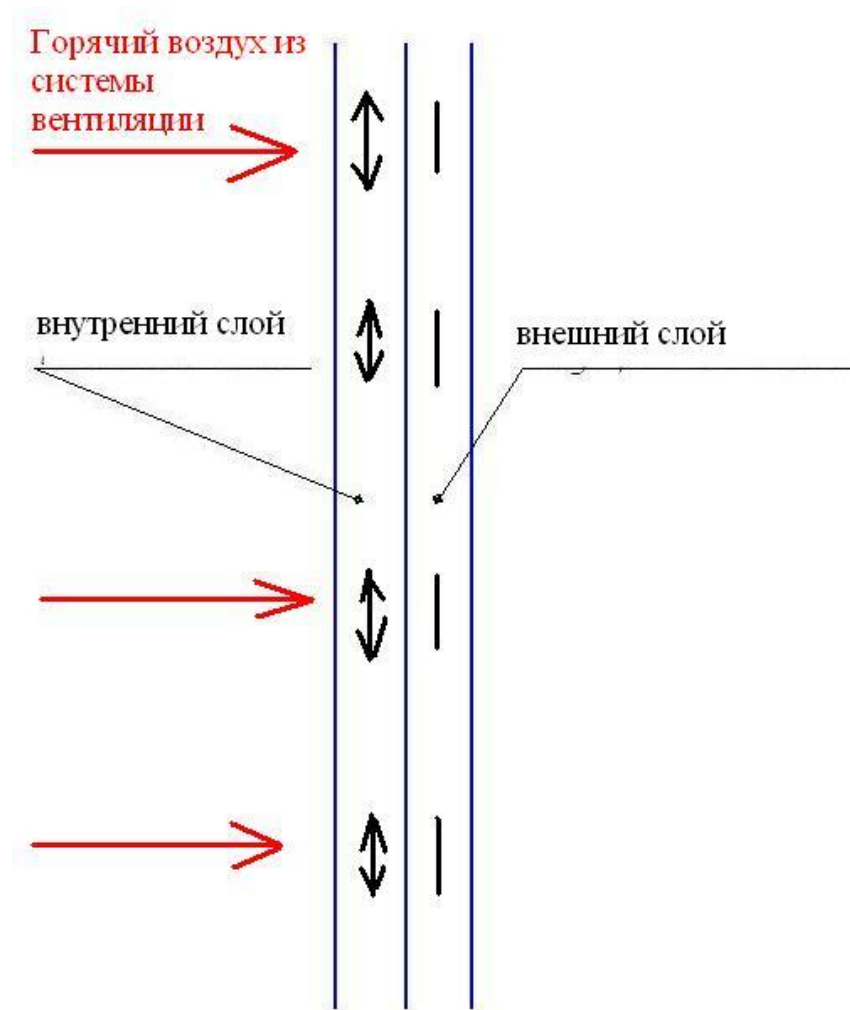


Рисунок 2 – схема автомобильного стекла при работе отопителя салона

Определим разницу температур, при которой на половине лобового стекла вследствие неравномерного нагрева должна появиться трещина.

Изменение длины слоя стекла от нагрева составит:

$$\Delta l = l\alpha\Delta T,$$

где  $\Delta l$  – изменение длины, м.

$l$  – длина нагретого участка стекла, равная 0,65 м,

$\alpha$  – термический коэффициент линейного расширения, равный для стекла  $9 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ .

Напряжение в растянутом слое стекла определяется по формуле:

$$\sigma = F/S,$$

где  $\sigma$  – напряжение растяжения, предельное значение для незакаленного стекла составляет  $25 \text{ МПа} = 25 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ .

$S$  – площадь поперечного сечения стекла в зоне трещины,  $\text{М}^2$ .

$F$  – усилие растяжения-сжатия, Н.

Модуль Юнга (модуль упругости) — коэффициент, характеризующий сопротивление материала к растяжению/сжатию при упругой деформации.

Исходя из определения модуля Юнга:

$$E = \frac{F/S}{x/l} = \frac{Fl}{Sx},$$

где:

$E$  — модуль упругости, измеряемый в паскалях

$F$  — сила в ньютонах,

$S$  — площадь поверхности, по которой распределено действие силы,

$l$  — длина деформируемого стержня,

$x$  — модуль изменения длины стержня в результате упругой деформации (измеренного в тех же единицах, что и длина  $l$ ) в данном случае  $x = \Delta l$ .

Модуль Юнга для стекла  $E=6,5 \cdot 10^4$  мПа.

Таким образом, объединяя формулы 1, 2 и 3, получаем:

$$E = \sigma / (\Delta l / l) = \sigma / (l \alpha \Delta T / l) = \sigma / (\alpha \Delta T)$$

Поскольку нас интересует критическая величина разности температур, при которой наступит зарождение трещины, то преобразуем формулу:

$$\Delta T = \sigma / (E \cdot \alpha) = 25 / (6,5 \cdot 10^4 \cdot 9 \cdot 10^{-6}) = 42,7^\circ\text{C}.$$

Таким образом, при разнице температур более, чем 42,7 градуса стекло может лопнуть, или дать трещину. Разумеется в реальной обстановке характеристики различных стекол незначительно отличаются. ГОСТ 5727-88 не предъявляет особых требований по термостойкости стекол.