

Е. А. Лебедев^{1✉}, И. В. Парко²

Конструктивные особенности лобовых стекол легковых автомобилей

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: creomaster08@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются материалы, используемые при изготовлении лобовых стекол легковых автомобилей, геометрия и форма стекол, используемые покрытия, испытания прочностных и оптических характеристик и нормы пропускания света. Были изучены лобовые стекла многих марок и моделей легковых автомобилей и ГОСТы по теме. Материал ветровых стекол должен обеспечивать безопасность в случае аварии и нормируется крупным списком испытаний, которым подвергаются стекла, а также служит базой для покрытий и использования дополнительных технологий. Форма стекла формируется еще на моменте создания составных частей и в конечном виде должна обладать особыми оптическими и аэродинамическими параметрами. Покрытия, наносимые на стекло влияют на прочностные, оптические и эстетические характеристики, и наносятся как в ходе производства, так и после выпуска.

Ключевые слова: транспортные средства, безопасные стекла, материалы для остекления, спецификации, испытания

Е. А. Lebedev^{1✉}, I. V. Parko²

Design features of windshields of passenger cars

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: creomaster08@gmail.com

Abstract. The article discusses the materials used in the production of passenger car windshields, the geometry and shape of the windshields, the coatings used, the tests of strength and optical characteristics, and the light transmission standards. The article examines the windshields of various brands and models of passenger cars, as well as the relevant GOST standards. The material of the windshields must ensure safety in the event of an accident and is subject to a comprehensive list of tests, which also serve as a basis for the use of coatings and additional technologies. The shape of the windshield is determined during the manufacturing process and must meet specific optical and aerodynamic requirements. Coatings applied to glass affect its strength, optical, and aesthetic properties, and can be applied both during production and after production.

Keywords: vehicles, safety glasses, glazing materials, specifications, tests

Введение

В настоящее время лобовые стекла легковых автомобилей выполняют не только защитную функцию, но и улучшают аэродинамику, повышают функциональность и технологичность гражданского транспорта, а также положительно влияют на эстетическую составляющую и комфорт [1, 2].

Лобовые стекла легковых автомобилей изготавливаются из ламинированного стекла, что повышает безопасность транспорта и дает базу для интеграции

подогрева, атермальных покрытий, проекционных дисплеев. Форма и кривизна, получаемые точными расчетами, улучшают не только аэродинамические, но и оптические показатели, снижая засвет и искажения [3].

Материалы

Первые лобовые стекла автомобилей изготавливались из плоского силикатного стекла и рассыпались на острые осколки в случае аварии, ранив водителя и пассажиров [4]. В 1930 на смену обычному стеклу пришло закаленное. Не смотря на то, что при разбивании, закаленное стекло разбивалось на осколки без острых граней, вскоре его заменило ламинированное стекло (триплекс), способное сохранять форму и удерживать осколки благодаря ПВБ-пленке [5].

На сегодняшний день именно триплекс является главным материалом для лобовых стекол, как легковых автомобилей, так и военной техники. Кроме защитной функции, лобовые стекла дополняются специальными приспособлениями и покрытиями, повышающими их функциональность [6].

Геометрия

Для улучшения аэродинамики и изменения оптических свойств, лобовым стеклам придают изогнутую форму. Для этого еще в начале сборки, плоские листы стекла изгибают горячим штампованием, полируют, очищают и лишь затем укладывают полимерную пленку и скрепляют слои в автоклаве, под высоким давлением и температурой [7–9].

Изогнутая форма имеет множество деталей, которые необходимо соблюсти для получения положительного эффекта. В аэродинамическом плане, изгиб должен минимизировать коэффициент лобового сопротивления и шумность, а также улучшать обтекаемость. Оптические свойства должны включать в себя:

- уменьшение искажения;
- исключение засветов;
- улучшение обзорности.

Форму изгиба определяет радиус кривизны – наименьший радиус дуги стекла, измеренный на наиболее изогнутом участке. Лобовые стекла бывают с одним (цилиндрическая форма), либо двумя (сложная аэродинамическая форма) радиусами кривизны. Чем меньше радиусы кривизны, тем больше обтекаемость формы автомобиля и тем сильнее искажение изображения по краям [10, 11].

Покрывтия

Для расширения функционала ветровых стекол легковых автомобилей, применяются различные покрытия, добавляющие стеклу новые свойства или улучшающие уже имеющиеся характеристики. К таким покрытиям относятся:

- УФ-защитные пленки. Тонкие слои материала наносятся на внутреннюю поверхность стекол. Такие пленки способны блокировать до 99,9 % УФ-излучения, обеспечивая максимальную защиту водителя и пассажиров [12];

– водоотталкивающие покрытия. Создают на поверхности прочную водоотталкивающую пленку, которая сохраняется даже после мойки машины с моющими средствами;

– атермальные покрытия. Состоящие из нескольких слоев, сложные покрытия, отражающие инфракрасное и ультрафиолетовое излучение. Стекла с таким покрытием значительно снижают нагрев салона [13, 14];

– бронирующие пленки. Наносятся на внешнюю сторону лобового стекла. Такие пленки увеличивают показатели прочности стекла, защищают его от трещин и сколов, рассеивают энергию удара.

Испытания

Перед внедрением новых моделей лобовых стекол, их подвергают испытаниям на прочность, нормируемым ГОСТ 32565-2013 и ГОСТ Р 41.43-2005 [15, 16]. Перечень обязательных испытаний состоит из:

1. Манекен-тест – имитация удара головы в 10 кг об стекло в результате столкновения на скорости 60 км/ч. Перед тестом обязательно необходимо осмотреть обработку кромки и ее геометрию. В результате испытания на стекле образуются радиальные и круговые трещины. Если расстояние от точки удара до ближайшей круговой трещины не более 80 мм, то тест успешно пройден;

2. Испытание на стойкость к удару шаром 227 грамм – из самой плоской части лобового стекла вырезаются 5 квадратных образцов со стороной 300 мм. Образец устанавливается на подставку таким образом, чтобы шар ударял по внешней стороне стекла. Шар поднимается на высоту 8,5 метров. После падения груза стекло осматривается: если масса осколков на внутренней стороне не больше 12 грамм – тест пройден;

3. Испытание на стойкость к удару шаром 2260 грамм – для этого теста вырезается 12 образцов. Образец устанавливается на подставку таким образом, чтобы шар ударял по внутренней стороне стекла. Шар поднимается на высоту 4 метра. Если после удара, шар продержался на образце 5 секунд – тест пройден.

Также в список прочностных испытаний входят тесты на абразивную стойкость внешней и внутренней поверхности, жаропрочность, влагостойкость, огнестойкость, стойкость к колебаниям температуры, химическая стойкость [17, 18].

Проверка оптических показателей состоит из тестов на пропускание света, на величину оптического искажения, на раздвоение изображения, на различимость света [19, 20].

Пропускание света

Пропускание света нормируется пунктом 2.2.7.8 ГОСТ 5727-88 и в случае наличия атермального покрытия должно составлять 75 %. После испытания светопропускания, допускается незначительная смена цвета, различимая на белом фоне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ПриорГласс : Технология изготовления триплекса (часть 1) : [официальный сайт]. – URL : <https://priorglass.ru/stat-i/tekhnologiya-proizvodstva-tripleksa-ch/> (дата обращения: 03.04.25). – Режим доступа : свободный.
2. ПриорГласс : Технология изготовления триплекса (часть 2) : [официальный сайт]. – URL : <https://priorglass.ru/stat-i/tekhnologiya-proizvodstva-tripleksa-ch-2/> (дата обращения: 03.04.25). – Режим доступа : свободный.
3. GlassCourse : Триплекс (ламинированное или многослойное стекло) : [официальный сайт]. – URL : https://glasscourse.ru/laminated_glass?ysclid=m25ueobw8e945889822 (дата обращения: 02.04.25). – Режим доступа : свободный.
5. ГОСТ 30826—2014 «Стекло многослойное. Технические условия». – Москва : Изд-во стандартов, 2014. – 120 с. – Текст : электронный. – URL : <https://mirrorglass.ru/wp-content/uploads/2017/04/ГОСТ-30826-2014.pdf?ysclid=ma2982cb6x617771342> (дата обращения: 02.04.25). – Режим доступа : свободный.
6. ДитсСервис : Тестирование стекла на прочность: технология и правила : [официальный сайт]. – URL : <https://dits-servis.by/polezno-znat/testirovanie-stekla-na-prochnost-tekh/> (дата обращения: 02.05.25). – Режим доступа : свободный.
7. ГОСТ Р 51136—2008 «Стекла защитные многослойные. Общие технические условия». – Москва : Изд-во стандартов, 2008. – 34 с. – Текст : электронный. – URL : <https://meganorm.ru/Data/476/47614.pdf> (дата обращения: 02.05.25). – Режим доступа : свободный.
8. Tybetru : Деламинация триплекса – что кроется за этим дефектом остекления? : [официальный сайт]. – URL : https://tybet.ru/content/articles/index.php?SECTION_ID=371&ELEMENT_ID=124097 (дата обращения: 02.05.25). – Режим доступа : свободный.
9. Аплика : Производственные дефекты стеклопакетов: [официальный сайт]. – URL : https://www.alpicagroup.ru/proizvodstvo/proizvodstvo_steklopaketov/proizvodstvennye-defekty-steklopaketov.html (дата обращения: 01.05.25). – Режим доступа : свободный.
10. В стекольном мире: Деламинация: [официальный сайт]. – URL : https://saglass.blogspot.com/2016/02/blog-post_37.html (дата обращения: 01.05.25). – Режим доступа : свободный.
11. Перила ГлавСнаб : Стекло триплекс : [официальный сайт]. – URL : https://www.perilaglavsnab.ru/stati/steklo_tripleks/?ysclid=mbhz8xit7j375739582 (дата обращения: 02.05.25). – Режим доступа : свободный.
12. МИР СТЕКЛА-2026 : Триплекс : [официальный сайт]. – URL : <https://www.mirstekla-expo.ru/ru/articles/tripleks/?ysclid=mbhze14s2r212054996> (дата обращения: 01.05.25). – Режим доступа : свободный.
13. Hartec : Стекло триплекс : [официальный сайт]. – URL : <https://hartec.ru/articles/polezno/steklo-tripleks-cto-eto-ego-kharakteristiki-i-gde-primenyaetsya/?ysclid=mbhzisokb3354289583> (дата обращения: 02.05.25). – Режим доступа : свободный.
14. Clemar : Триплекс : [официальный сайт]. – URL : <https://clemar.ru/stati/tripleks/> (дата обращения: 02.05.25). – Режим доступа : свободный.
15. ГОСТ 32565-2013 «Стекло безопасное для наземного транспорта. Технические условия». – Москва : Госстандарт СССР, 1988. – 53 с. – Текст : электронный. – URL : <https://tonirovkamoskva.ru/wp-content/uploads/2019/05/gost-32565-2013.6185.pdf> (дата обращения: 02.05.25). – Режим доступа : свободный.
16. ГОСТ Р 41.43-2005 «Единообразные предписания, касающиеся безопасных материалов для остекления и их установки на транспортных средствах». – Москва : Госстандарт СССР, 1988. – 53 с. – Текст : электронный. – URL : <https://tonirovkamoskva.ru/wp-content/uploads/2019/05/gost-32565-2013.6185.pdf> (дата обращения: 02.05.25). – Режим доступа : свободный.
17. Триплекс. Информация. Ограничения. Технические условия – Томск : Завод закаленного стекла, 2023. – 4 с. – Текст : электронный. – URL : <https://zzsglass.ru/wp-content/uploa>

ds/2024/04/Tripleks.-Informatsiya.-Ogranicheniya.-Tehnicheskie-usloviya.pdf (дата обращения: 02.04.25). – Режим доступа : свободный.

18. Окна Трейд : Стекла триплекс – безопасность, эстетичность и высокие технологии : [официальный сайт]. – URL : <https://www.oknatrade.ru/help/stekla-tripleks-bezopasnost-estetichnost-i-vysokie-tehnologii/> (дата обращения: 03.05.25). – Режим доступа : свободный.

19. Стекло Люкс : Стекло триплекс : [официальный сайт]. – URL : <https://steklo-luks.by/tripleks> (дата обращения: 03.05.25). – Режим доступа : свободный.

20. ОкнаМедиа : Что такое триплекс : [официальный сайт]. – URL : <https://www.okna-media.ru/novosti/chto-takoe-tripleks-48754> (дата обращения: 03.05.25). – Режим доступа : свободный.

© *Е. А. Лебедев, И. В. Парко, 2025*