

Установлено, что использованные модифицирующие добавки наиболее эффективно ускоряют процесс спекания керамики за счет регулирования структуры и увеличения количества стеклофазы, не изменяя качественный фазовый состав

синтезированных материалов, который представлен кордиеритом и муллитом.

Разработанные термостойкие керамические материалы в качестве огнеприпаса могут быть использованы для термообработки изделий и деталей электронной техники.

УДК 006.9:004.415.2(047)(476)

**ИСПЫТАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К МЕХАНИЧЕСКОМУ ИЗНОСУ ПРИ  
СЕРТИФИКАЦИИ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ДОРОГИ  
МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**Сернов С.П.<sup>1</sup>, Балохонов Д.В.<sup>1</sup>, Колонтаева Т.В.<sup>1</sup>, Тадэуш Н.Н.<sup>1</sup>, Коничева Л.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>ОАО «РУДЕНСК»

Руденск, Республика Беларусь,

**Аннотация.** В настоящее время при испытаниях устройств освещения дороги на стойкость к механическому износу для сертификации на соответствие Правилам ООН № 149 существует ряд противоречий, обусловленных как неточностями формулировки методики испытания в Правилах ООН, так и отсутствием четкого понимания механизма гидроабразивного износа при эксплуатации этих устройств. Для ликвидации указанных проблем предлагаются рекомендации, основной из которых является проведение испытаний в течение фиксированного времени не менее 30 минут.

**Ключевые слова:** устройства и системы освещения дороги, сертификация, испытания на износ.

**MECHANICAL VEHICLES ROAD ILLUMINATION DEVICES AND SYSTEMS MECHANICAL  
DETERIORATION CERTIFICATION TESTS**

**Sernov S.P.<sup>1</sup>, Balokhonov D.V.<sup>1</sup>, Kolontayeva T.V.<sup>1</sup>, Tadeush N.N.<sup>1</sup>, Konicheva L.M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Belarusian national technical university

Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>JSC "Rudensk"

Rudensk, Republic of Belarus

**Abstract.** Presently there are several contradiction in UN Regulations № 149 concerning road illumination devices mechanical deterioration tests, these ranging from inconsistent formulation of test method to outright lack of understanding what mechanism causes hydro abrasive wear of said devices exterior. To deal with these problems, a set of recommendations is proposed, main of them being to limit said tests to a fixed time no less than 30 minutes.

**Key words:** automotive lighting devices, certification, wear tests.

Адрес для переписки: Д.В. Балохонов, пр. Независимости, 65, г. Минск, 220113, Республика Беларусь  
e-mail: balokhonov@bntu.by

В рамках Нового Глобального подхода по гармонизации ТНПА, рабочей группой по вопросам освещения и световой сигнализации (WP29) были приняты новые Правила ООН №№ 148–150, дополненные по номенклатуре светотехнического оборудования транспортных средств и объединенные по методам их испытаний. В большей степени новации коснулись устройств и систем освещения дороги, их классификации по источникам света и световому распределению фар и адаптивных систем, изложенных в Правилах ООН № 149.

Поскольку рассеиватели на основе пластмасс практически вытеснили стеклянные в конструкциях фар, актуальной задачей является обеспечение их оптических характеристик при эксплуатации. В соответствии с приложением 8 Правил

ООН № 149, ими являются коэффициент пропускания и коэффициент рассеивания света рассеивателя фар. Эти характеристики зависят от состояния поверхности рассеивателя, и ухудшаются в процессе эксплуатации от воздействия дорожной пыли, грязи, осадков и ультрафиолетового излучения: изделия, отработавшие достаточный срок, имеют помутневший рассеиватель, и поэтому они не могут хорошо выполнять ни сигнальную, ни осветительную функцию, а в случае фар за счет чрезмерного рассеяния света встречные водители могут быть ослеплены.

Механизм помутнения полимерных рассеивателей фар в настоящее время специально не исследовался, и предполагается, что помутнение вызвано в основном воздействием абразивных ча-

стиц в жидкости, которые при движении попадают на фару практически нормально к поверхности, вызывая т. н. усталостный износ (вырыв частиц материала с поверхности изделия при возникновении контактной усталости), так как поверхность полимера с покрытием недостаточно твердая и упругая, чтобы наблюдалось абразивное (царапающее) изнашивание. Износ может усиливаться при воздействии углеводородов и дорожных химикатов, что изменяет свойства поверхности и облегчает вырыв частиц материала.

Особенно актуальна проблема помутнения рассеивателей для светодиодных фар: срок службы светодиодов вполне может оказаться больше срока, за который помутнеет рассеиватель фары, а из-за невозможности замены светодиодов (сложность согласования оптических осей и другие проблемы при снятии/постановке светодиодных матриц, а также нарушение герметичности фар) работоспособная фара с полной рыночной стоимостью 2000–5000 \$ может не отработать даже гарантированный срок службы.

Проблема помутнения рассеивателей фар является настолько актуальной, что это привело к появлению т. наз. «мастерских по осветлению фар» как на территории Республики Беларусь, так и в других странах мира независимо от их уровня развития (США, страны Европейского Союза, страны Ближнего Востока и др.). Большинство этих мастерских является кустарными, и соответствие фар ТНПА после восстановления не проверяется.

Поэтому при сертификации светотехнических изделий на соответствие Правилам ООН необходимо проводить в том числе измерения коэффициентов рассеяния и пропускания светотехнических изделий до и после воздействий, имитирующих пыль, загрязнение и прочие факторы, возникающие при дорожном движении.

Однако при испытаниях фар на соответствие новым Правилам ООН № 149 возникает ряд проблем, обусловленных неточностями формулировок и процедур сертификации, которые не соответствуют текущему положению дел. Одной из таких проблем являются испытания на сопротивление механическому износу (англ. *resistance to mechanical deterioration*).

В соответствии с Правилами ООН № 149 (и им предшествующими Правилами ООН № 112), предлагается проводить эти испытания путем равномерного распыления на рассеиватель фары водно-песчаной смеси строго заданного состава в строго определенных условиях, и контролировать изменение коэффициента пропускания и рассеивания света. При этом прошедшими сертификацию с положительным результатом считаются изделия, коэффициенты пропускания и рассеивания света которых не выходят за обозначенные в ТНПА пределы.

Однако время распыления водно-песчаной смеси не задано в ТНПА четко и однозначно: «Наружная поверхность рассеивателей фары подвергается один или несколько раз воздействию струи песка». Также имеется требование измерять изменение коэффициента рассеяния после каждого испытания, что вкупе с неопределенностью времени воздействия может привести к тому, что сертификат соответствия будет выдан негодному изделию (недостаточное время испытания) или не выдан годному изделию (слишком большое время испытания).

С целью устранить данную неточность были проанализированы ТНПА по испытанию полимерных изделий с покрытиями или без них на износ (например, ГОСТ 11012, ISO 4649, ISO 9352, DIN 52108, EN 295-3), однако методы, описанные в них, работают с использованием связанного абразива, который вызывает не усталостный, а абразивный износ поверхности, что не может считаться достоверным моделированием износа рассеивателей фар. Практически во всех ТНПА этого типа степень износа определяется по уменьшению массы испытательного образца, что не является критичным для светотехнических изделий, однако однозначно задается время испытания и указывается состав абразива.

Специальных ТНПА, касающихся испытаний на гидроабразивный износ полимеров с покрытиями или без них, не было обнаружено. Кроме того, не было обнаружено ТНПА по испытаниям на гидроабразивный износ в смежных областях, что является основанием для разработки таких ТНПА.

Следует отметить, что существуют работы (не ТНПА) в смежных областях промышленности (нефтехимия), в которых обосновывается недопустимость использования испытаний на абразивный износ в случае с полимерными покрытиями в контакте с жидкостями. Приводимая в данных работах методика испытаний вполне согласуется с методикой из Правил ООН № 149 (струя водно-песчаной суспензии практически такого же состава с частицами такого же размера, распыляемая из форсунки практически в таких же условиях), за исключением указания точного времени испытания – 0,5 часа.

Таким образом, из приведенного анализа вытекают следующие выводы и рекомендации:

1. Процедура испытания по Правилам ООН № 149 вполне соответствует механизму гидроабразивного износа рассеивателя в реальных дорожных условиях (попадание песка, камней и пыли в водяных струях или каплях практически нормально к поверхности рассеивателя). Рекомендуется дополнить Правила четким указанием времени испытания, что существенно снизит вероятность ошибок сертификации первого и второго рода.

2. Время испытания должно быть строго фиксировано, и должно составлять порядка 30 мин при имеющемся в Правилах ООН № 149 составе и скорости суспензии. Это позволит проверить и покрытие, и полимер под ним на усталостный износ.

3. Годность фары (рассеивателя) следует определять по коэффициенту пропускания и рассеяния света, а точнее, по их изменению до и после испытания. Контролировать изменение этих

показателей в ходе испытания не рекомендуется, так как это увеличивает время работы и повышает вероятность совершения дополнительных ошибок (например, остатки суспензии надо убирать с рассеивателя с помощью ветоши, и абразивный износ при десятом-двадцатом повторении такого действия вполне может превысить усталостный износ от потока суспензии).

УДК 006.90.03.03

## АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ РАССТОЯНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОРОЖНЫХ КУРВИМЕТРОВ

Соколовский С.С., Алешевич Д.Д.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Проведен системный анализ методов и средств метрологической оценки дорожных курвиметров.

**Ключевые слова:** дорожные курвиметры, метрологическая оценка, методы и средства.

## ANALYSIS OF REGULATORY AND METHODOLOGICAL SUPPORT FOR METROLOGICAL TRACEABILITY OF DISTANCE MEASUREMENTS USING ROAD CURVIMETERS

Sokolovsky S.S., Aleshevich D.D.

*Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus*

**Abstract.** A systematic analysis of methods and means of metrological assessment of road curvimeters was carried out.

**Key words:** road curvimeters, metrological assessment, methods and means.

*Адрес для переписки: Соколовский С.С., пр. Независимости, 65, г. Минск, 220113, Республика Беларусь  
e-mail: s.s.sokolovsky@gmail.com*

Дорожные курвиметры относятся к группе измерительных приборов, предназначенных для измерения расстояния между точками или пунктами на местности при перемещении по криволинейной траектории. Необходимость выполнения таких измерений может возникать, например, при нормировании дорожных дорог, расследование дорожных происшествий, в ходе которых требуется получать достоверную оценку тормозного пути автомобиля, перемещающегося при торможении на высокой скорости, как правило, с заносом, то есть не по прямой, а по криволинейной траектории.

Дорожный курвиметр на практике иногда называют «колесо измерительное», «дорожное колесо», «мерное колесо» и основу его конструкции в любом случае составляет специальное тарированное колесо, соединенное с механическим или электронным счетчиком пройденного расстояния.

Все это позволяет утверждать, что измерения отмеченного выше вида относятся к сфере законода-

тельной метрологии и для них очень важное значение имеет обеспечения необходимой метрологической прослеживаемости результатов измерений.

Следует констатировать, что для рассматриваемого вида средств измерений, а именно, курвиметров дорожных, отсутствует нормативная документация международного, регионального и национального уровня, регламентирующая их метрологические характеристики, а также методы и средства их поверки. Имеются только технический паспорта и эксплуатационная документация на разные виды дорожные курвиметры от разных производителей.

Исходя из этого следует, что существуют определенные проблемы в плане построения схемы метрологической прослеживаемости для курвиметров дорожных, тем более что кроме всего прочего отсутствует национальный эталон, на требуемый диапазон измерения. В связи с этим было предложено решать проблему с обеспечением метрологической прослеживаемости результатов измерений,