

кривой оси кольцевой проезжей части на пересечении и имеет рациональные значения от  $30^\circ$  до  $40^\circ$  [2].

На сегодняшний день широко применяется проектирование проезжей части кольца со спиральными полосами движения: упрощенная спиральная разметка (рис. 3а) и кольцевое пересечение типа «турбокольца» (рис. 3б).

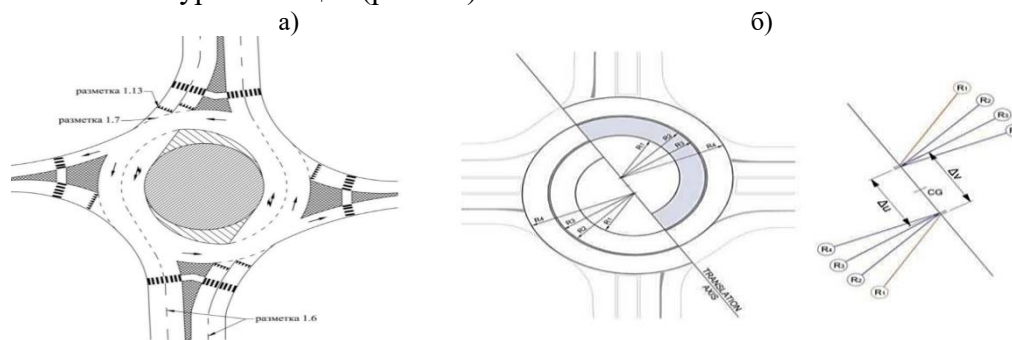


Рис.3. Кольцевых пересечений со спиральными полосами движения

Турбокольцевое пересечение состоит из двух (в некоторых случаях – трех) вложенных спиралей, которые представляют границы полосы движения. Каждая спираль состоит из трех полуколец ( $1/3$  кольца в случае равномерного распределения трех подходов) с последовательно большими радиусами – каждая следующая дуга имеет радиус больше, чем предыдущая. Когда радиус дуги меняется, центр дуги смещается так, что кривая остается непрерывной [2].

Движение автомобилей по кольцу со спиральными полосами существенно компенсирует разность интенсивностей движения на подходах к транспортному узлу, уравнивает скоростной режим в зоне кольцевой проезжей части и уменьшает количество потенциальных точек дорожно-транспортных происшествий.

#### Литература

1. ТКП 509-2014 «Автомобильные дороги. Примыкания и пересечения. Правила проектирования», департамент "Белавтодор". – Мн.:2014 – 64 с.
2. ОДМ 218.2.071-2016 «Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог», федеральное дорожное агентство «Росавтодор». – М.:2016 – 168 с.

УДК 625.74

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

А.В. Кудласевич 1), Н.И. Шишко 2)

1) Республиканское унитарное предприятие «Институт «Военпроект»,  
ф-4, ул. З.И. Азгура, 4, 220034, г. Минск, Беларусь

2) Белорусский национальный технический университет,  
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь, remezni@gmail.com

Транспортная сеть населенных пунктов и загородных магистралей нуждается в элементах обустройства. Проектирование рациональной схемы освещения дорожного участка состоит в том, чтобы обеспечить видимость находящихся на проезжей части объектов и все возможные препятствия на ней. При этом не должно возникать чувство дискомфорта и ослепления у водителя при движении с разрешенными скоростями.

**Ключевые слова:** освещение, яркость дорожного покрытия, равномерность яркости, приращения пороговой разности яркостей, коэффициент периферийного освещения, аварийность.

Нормативы по искусственному освещению зоны проезжей части автомобильных дорог и улиц населенных пунктов содержат требования к некоторым параметрам: например, к значениям средней яркости дорожного покрытия, полной и продольной равномерности яркости, приращения пороговой разности яркостей и коэффициента периферийного освещения. Благодаря подбору сочетания этих параметров обеспечивается необходимое водителям качество освещения проезжей части. Средняя яркость дорожного покрытия и общая равномерность яркости влияют на зрительную восприятие и зрительную работу глаз водителя, а продольная равномерность яркости – на зрительный комфорт при управлении транспортным средством в темное время суток на участках с искусственным освещением. Значения приращения пороговой разности яркостей требуется нормировать для снижения эффекта слепящей блёскости, создаваемой элементом освещения, тогда как коэффициент периферийного освещения важен для того, чтобы сделать четко и заблаговременно видимыми объекты, расположенные вблизи дороги [1].

При обустройстве системы искусственного освещения учитывают особенности расположения участка автомобильной дороги, интенсивность движения, количество потенциально опасных участков для возникновения дорожно-транспортных происшествий. Рационально спроектированная система искусственного освещения позволяет на треть и более снизить уровень аварийности на участках дорог и улиц, учитывая что недостаточная видимость и освещенность участка движения имела значение в 65% аварий с участием транспортных средств и являлась единственной причиной – в 21% этих случаев.

При организации искусственного освещения автомобильных дорог особое внимание следует уделять равномерному распределению освещенности покрытия проезжей части за счет оптимального подбора параметров осветительных приборов. Это избавляет от затененных участков на покрытии, а также от «пересвеченных» пятен. Подбор светильников и их расстановку осуществляют в соответствии с классом дороги [1].

Особое внимание следует уделять искусственному освещению зон пешеходных переходов, где происходит непосредственное сближение транспортных и пешеходных потоков. Проектирование осветительных приборов в зонах пешеходных переходов должно способствовать отчетливому восприятию водителями и пешеходами зоны вблизи перехода. Зона пешеходного перехода при освещении должна быть контрастна по отношению к остальной проезжей части и прилегающей территории, а также должен отсутствовать эффект ослепления, поэтому световой поток направляют со стороны водителей в сторону пешеходных переходов. В целях усиления распознаваемости зоны перехода для ее освещения используются светильники с источниками света, имеющими цветность, контрастную по отношению к цветности источников света, применяемых в светильниках для освещения проезжей части улиц, также дополнительно могут применяться точечные светодиоды.

Нормативные требования по критериям освещенности к сети городских улиц и автомобильных дорог регламентируются в зависимости от интенсивности движения, категории улицы либо магистрали [2]. Нормативные требования по горизонтальной освещенности покрытия представлены в таблице 1.

При проектировании искусственного освещения технические требования к осветительным приборам учитывают ряд параметров [1]:

- технические характеристики;
- уровень энергопотребления;
- надежность работы в различных условиях, при температурных перепадах, порывах ветра, во время осадков;
- простота технического обслуживания;

– безопасность.

Освещение сложных участков автомобильных дорог таких как мосты, эстакады, путепроводы и дорожных развязок в целом – обязательное условие для организации оптимальной и безопасной транспортной инфраструктуры городов и производственных территорий. Транспортные сооружения могут выполнять совокупность функций [1]:

Таблица 1. Нормы средней яркости усовершенствованных покрытий

Категория объекта по освещению	Улицы, дороги	Наибольшая интенсивность движения транспорта в обоих направлениях, ед/ч	Средняя яркость покрытия, кд/м <sup>2</sup>	Средняя горизонтальная освещенность покрытия, лк
А	Магистральные дороги, магистральные улицы общегородского значения	Св. 3000	1,6	20
		» 1000 до 3000 включ.	1,2	20
		От 500 » 1000 »	0,8	15
Б	Магистральные улицы районного значения	Св. 2000	1,0	15
		» 1000 до 2000 включ.	0,8	15
		От 500 » 1000 »	0,6	10
		» 500	0,4	10
В	Улицы и дороги местного значения	500 и более	0,4	6
		До 500	0,3	4
		Одиночные автомобили	0,2	4

*Примечания*

1. Среднюю яркость покрытия скоростных дорог, независимо от интенсивности движения транспорта, принимают: 1,6 кд/м<sup>2</sup> – в черте городов и не менее 1,0 кд/м<sup>2</sup> – вне городов на основных подъездах к аэропортам, речным и морским портам.
2. Средняя яркость или средняя освещенность покрытия проезжей части в границах транспортного пересечения в двух и более уровнях на всех пересекающихся магистралях должна быть, как на основной из них, так и на съездах и ответвлениях, не менее 0,8 кд/м<sup>2</sup> или 10 лк.
3. Уровень освещения проезжей части улиц, дорог и площадей с покрытием из брусчатки, гранитных плит и других материалов регламентируется значением средней горизонтальной освещенности согласно настоящей таблице.
4. Уровень освещения улиц местного значения, примыкающих к скоростным дорогам и магистральным улицам, должен составлять не менее 1/3 от уровня освещения скоростной дороги или Магистральной улицы на расстоянии не менее 100 м от линии примыкания.

- служат для снижения загрузки дорожной сети;
- повышают пропускную способность отдельных участков дорог и транспортных узлов;
- позволяют бесперебойно маневрировать без значительных перепробегов транспорта и задержек во времени;
- упорядочивают дорожное движение, снижая уровень аварийности.

Значимость такого рода объектов неоспорима, а проектирование рациональной схемы их освещения – ключевое мероприятие, которое обеспечивает позволяет повысить эффективность и безопасность движения в темное время суток [3].

Наружное электрическое освещение на дорогах следует предусматривать [2]:

- на участках дорог, проходящих через населенные пункты;
- на железнодорожных переездах в одном уровне;
- на кольцевых пересечениях в одном уровне;
- на больших мостах;

- в пешеходных тоннелях и на лестничных сходах перед ними;
  - на пересечениях в разных уровнях республиканских дорог категорий I и II между собой;
  - на подъездах к сооружениям и объектам дорожного и придорожного сервиса, постам транспортного и весогабаритного контроля;
  - в границах накопительных полос для выполнения левых поворотов на дорогах категорий I-в и II;
  - на остановочных пунктах маршрутного пассажирского транспорта (с питанием от распределительных сетей или автономных источников) при количестве останавливающихся в темное время суток автобусов более двух в час и выраженном потоке пассажиров;
  - на подъездах к обозначенным пешеходным переходам в одном уровне;
  - в зоне пересечения велосипедных дорожек с дорогой.
- Непрерывное освещение необходимо устраивать на участках дорог [3]:
- между населенными пунктами, расположенными на расстоянии менее 500 м друг от друга;
  - между соседними освещаемыми участками, расположенными на расстоянии менее 250 м друг от друга.

Опоры освещения вне населенных пунктов следует располагать на расстоянии не менее 4 м от кромки проезжей части (внешних краев укрепленных полос или обочины с асфальтобетонным или цементобетонным покрытием – при наличии таких полос или обочин), при меньшем расстоянии – предусматривать установку барьерных ограждений. Высота установки светильников на опорах над проезжей частью дорог подбирается в соответствии с условиям проектирования искусственного освещения, но не менее 6,5 м [1].

Основными правилами для организации освещения автодорожных развязок являются [1]:

- отсутствие ослепляющего эффекта, «перетененных участков» и «пересвеченных пятен», которые затрудняют движение и могут способствовать повышению уровня аварийности;
- подбор осветительного оборудования с рациональным типом конструкции опор освещения и осветительных элементов;
- учет габаритных размеров элементов транспортного узла;
- учет архитектурного образа проектируемой среды, которая окружает объект.

Исходя из этих принципов осветительные приборы подбираются как с функциональной стороны, так и с учетом эстетической составляющей.

В большинстве случаев для оптимальной освещенности транспортных развязок достаточно применение типовых опор с консольными светильниками. Если они действительно могут обеспечить нужный уровень освещенности, то использовать громоздкие дорогие конструкции не имеет смысла – они будут дороже и в установке, и в обслуживании.

С другой стороны, для освещения многоуровневых транспортных развязок более рационально использование единичных мачт с блоком прожекторов, чем ряд опор с точечным расположением элементов освещения. Такие конструкции способны создать равномерное общее освещение всех необходимых зон.

Нас сегодняшний день существует множество разновидностей типовых решений для освещения путепроводов и прочих элементов транспортных развязок [1]:

- стальные опоры освещения высотой 10 м с одно-, двух- или трехрожковыми консольными кронштейнами;
- прожекторные мачты с мобильной короной высотой от 20 м. Оптимальный вариант для двухуровневых пересечений с четырьмя петлевыми съездами. За счет мобильной короны облегчается обслуживание осветительной мачты – его можно производить с земли. В районе каждого петлевого съезда можно установить по одной мачте.

Расположение опор и мачт освещения подбирается индивидуально: осветительные элементы могут находиться как по краю проезжей части на определённом расстоянии от кромки дорожного покрытия, так и на разделительных полосах с подобранным шагом друг от друга. Если конструкция опоры позволяет монтирование на ней дополнительного оборудования – это увеличивает эксплуатационные качества такого элемента.

В качестве источников света широко используются светодиодные светильники, как наиболее экономичные и долговечные (ресурс составляет 50 – 100 тыс. часов) (рис. 1).



Светодиодный светильник – визуализация проектного решения в программе DIALux

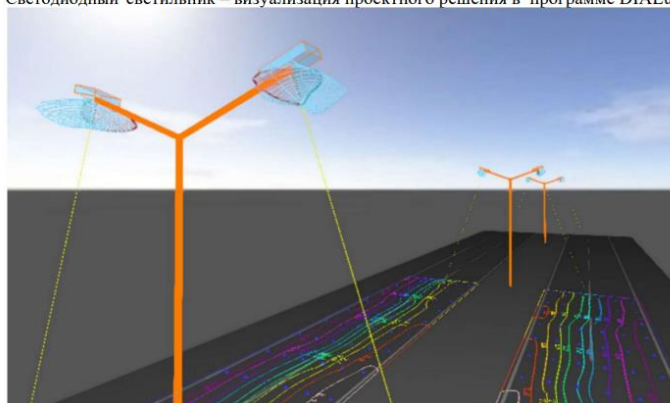


Рис.1. Пример конструктивного решения по искусственному освещению дороги первой технической категории (по нормативам Республики Беларусь)

В проектировании декоративного освещения к объектам применяется также подсветка с использованием LED-светильников, которые создают из транспортного сооружения уникальный архитектурный объект.

В первую очередь устройство искусственного освещения для транспортной сети должно способствовать повышению безопасности движения, удобству для водителей и пешеходов, а также иметь эстетическая привлекательность.

#### Литература

1. <https://ksosvet.ru/blog/osveshchenie-mostov-ehstakad-puteprovodov-i-transportnyh-razvyazok> – Date of access: 06.09.2022.
2. СН 2.04.03-2020 «Естественное и искусственное освещение», РУП "Стройтехнорм". – Мн.: 2020. – 63 с.
3. СН 3.03.04-2019 «Автомобильные дороги», Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Мн.:2019. – 61 с.