

Влияние условий движения и геометрических элементов автомобильных дорог на безопасность движения

*¹Бектурсунова Г.С., ¹Медведева Т.В.

¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент email: kamila_19jule@mail.ru

Аннотация

Настоящая статья посвящена анализу влияния транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог на безопасность дорожного движения. Рассмотрены ключевые факторы, такие как интенсивность движения, состав транспортного потока, элементы поперечного профиля дороги, видимость, продольные уклоны и радиусы кривых в плане. Особое внимание уделено выявлению взаимосвязей между этими характеристиками и вероятностью возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Результаты анализа показывают, что до 40 % всех происшествий концентрируются на относительно коротких (до 5 % протяженности) участках дороги, что подчеркивает их особую опасность. Установлено, что при малой интенсивности движения аварийность возрастает из-за снижения внимания водителей и превышения скорости, а при высокой плотности потока — из-за сокращения дистанций и ограниченных возможностей для маневров. Влияние поперечного профиля дороги также велико: недостаточная ширина проезжей части и слабое состояние обочин значительно повышают риск аварий. Видимость дороги, особенно в продольном профиле, оказывает критическое влияние на количество ДТП, особенно на кривых и участках с ограниченной видимостью. Кроме того, продольные уклоны и кривые в плане увеличивают риск столкновений и потери управления транспортными средствами.

Выводы подчеркивают необходимость комплексного подхода к проектированию и эксплуатации дорог, с учетом интенсивности движения, геометрии и видимости, для повышения безопасности движения и снижения числа ДТП.

Ключевые слова: дорожные условия, дорожно-транспортные происшествия, безопасность движения, интенсивность, скорость движения.

Информация об авторах:

Бектурсунова Г.С. Магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2635-4512>. E-mail: kamila_19jule@mail.ru

Медведева Т.В. Кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5498-4880>. E-mail: tat-medv1975@mail.ru

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыш

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.3-2024-02>

ӘОЖ: 656.13.05

FTAMP: 67.15.49

Қозғалыс жағдайлары мен автомобиль жолдарының геометриялық элементтерінің қозғалыс қауіпсіздігіне әсері

*¹Бектурсунова Г.С., ¹Медведева Т.В.

¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан

*Автор-корреспондент email: kamila_19jule@mail.ru

Түйіндеме

Бұл мақала автомобиль жолдарының көлік-пайдалану сипаттамаларының жол қауіпсіздігіне әсерін талдауға арналған. Қозғалыс қарқындылығы, көлік ағынының құрамы, жолдың көлденең профилінің элементтері, көріну, бойлық көлбеу және қисық радиустары сияқты негізгі факторлар қарастырылады. Осы сипаттамалар мен жол-көлік оқиғаларының (ЖКО) туындау ықтималдығы арасындағы өзара байланысты анықтауға ерекше назар аударылады. Талдау нәтижелері барлық оқиғалардың 40% - ы жолдың салыстырмалы түрде қысқа (ұзындығының 5% - на дейін) участкеріне шоғырланғанын көрсетеді, бұл олардың ерекше қауіптілігін көрсетеді. Қозғалыс қарқындылығы төмен болған кезде апат жүргізушілердің назарының төмендеуіне және жылдамдықтың жоғарылауына байланысты, ал ағынның тығыздығы жоғары болған кезде қашықтықтың қысқаруына және маневр жасау мүмкіндігінің шектеулі болуына байланысты артады. Жолдың көлденең профилінің әсері де үлкен: жолдың ені жеткіліксіз және жол жиектерінің әлсіз күйі апат қаупін едәуір арттырады. Жолдың көрінуі, әсіресе бойлық профильде, апат санына, әсіресе қисықтар мен көрү қабілеті шектеулі жерлерге қатты әсер етеді. Сонымен қатар, жоспардағы бойлық еңістер мен қисықтар соқтығысу қаупін және көлік құралдарын басқаруды жоғалтуды арттырады.

Қорытындылар қозғалыс қарқындылығын, геометрия мен көрінуді ескере отырып, қозғалыс қауіпсіздігін арттыру және ЖКО санын азайту үшін жолдарды жобалау мен пайдалануға кешенді көзқарас қажеттілігін көрсетеді.

Түйін сөздер: жол жағдайы, жол-көлік оқиғалары, қозғалыс қауіпсіздігі, қарқындылық, жылдамдық.

Мақала келді:
27 маусым 2024
Саралтамадан өтті:
05 тамыз 2024
Қабылданды:
29 тамыз 2024

Бектурсунова Г.С.

Авторлар туралы ақпарат:

Техника ғылымдарының магистрі, "Көлік құрылышы және құрылыш мөдөндерінің өндірілу" кафедрасының аға оқытушысы. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2635-4512>. E-mail: kamila_19jule@mail.ru

Медведева Т.В.

Техника ғылымдарының кандидаты, "Көлік құрылышы және құрылыш мөдөндерінің өндірілу" кафедрасының қауымдастырылған профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5498-4880>. E-mail: tat-medv1975@mail.ru.

The influence of traffic conditions and geometric elements of highways on traffic safety***¹Bektursunova G.S., ¹Medvedeva T.V.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: kamila_19jule@mail.ru**Abstract**

Received:
27 June 2024
Peer-reviewed:
05 August 2024
Accepted:
29 August 2024

This article is devoted to the analysis of the impact of transport and operational characteristics of highways on road safety. Key factors such as traffic intensity, traffic flow composition, elements of the transverse profile of the road, visibility, longitudinal slopes and radii of curves in the plan are considered. Special attention is paid to identifying the relationships between these characteristics and the likelihood of road accidents. The analysis results show that up to 40% of all accidents are concentrated on relatively short (up to 5% of the length) sections of the road, which highlights their particular danger. It has been established that with low traffic intensity, the accident rate increases due to reduced driver attention and speeding, and with high traffic density due to shorter distances and limited maneuvering opportunities. The influence of the transverse profile of the road is also great: the insufficient width of the carriageway and the poor condition of the roadsides significantly increase the risk of accidents. The visibility of the road, especially in the longitudinal profile, has a critical impact on the number of accidents, especially on curves and areas with limited visibility. In addition, the longitudinal slopes and curves in the plan increase the risk of collisions and loss of control of vehicles.

The conclusions emphasize the need for an integrated approach to road design and operation, taking into account traffic intensity, geometry and visibility, to improve traffic safety and reduce the number of accidents.

Keywords: road conditions, traffic accidents, traffic safety, intensity, speed of traffic.

Information about authors:

Bektursunova G.S. Master of Technical Sciences, lecturer of the Department "Transport Construction and Production of Building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2635-4512>. E-mail: kamila_19jule@mail.ru

Information about authors:

Medvedeva T.V. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Transport Construction and Production of Building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5498-4880>. E-mail: tat-medv1975@mail.ru

Введение

Автомобильная дорога состоит из многих элементов и обустроена различного назначения и характеризуется большим числом параметров, поэтому для оценки ее качества и состояния применяют широкую номенклатуру простых, групповых и комплексных показателей. Показатели технического уровня зависят от постоянных параметров автомобильной дороги, которые определены на стадии проектирования и редко изменяются в процессе эксплуатации. Показатели эксплуатационного состояния дороги зависят от переменных параметров и характеристик дороги, которые изменяются под действием движущихся транспортных средств, автомобильных дорог. Во многих случаях к показателям эксплуатационного состояния автомобильных дорог относят только показатели состояния дорожной одежды и покрытия проезжей части: прочность, ровность, шероховатость, коэффициент сцепления, износ [1-3]. Их необходимо дополнить показателями фактически используемой для движения ширины и состояния проезжей части, краевых укрепленных полос и обочин, сопротивлением качению и др.

Методы

Для анализа влияния элементов дороги на безопасность движения были использованы сравнительно-аналитические и эмпирические методы исследования. Основой стали данные многолетних наблюдений и анализа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в различных странах, собранные на дорогах с разной интенсивностью движения, конструкцией проезжей части и рельефом местности.

Результаты

Транспортно-эксплуатационные качества дороги изменяются в годовом и более длительном периоде. Характер сезонного внутригодового изменения зависит в основном от климатических условий. В более длительном периоде в процессе службы эксплуатационные показатели зависят от режимов дорожного движения, прочности покрытия и слоев одежды, водно-теплового режима дороги. Опасные места сосредоточения дорожно-транспортных происшествий на автомобильной дороге обычно возникают на участках изменения режимов движения. Протяженность таких мест не превышает 5 % от общей протяженности дорожной сети, но на них возникает до 40 % происшествий.

Рассмотрим влияние отдельных участков дороги на возможность возникновения аварийной ситуации.

1. Анализ интенсивности и состава транспортного потока

Особенности изменения процесса взаимодействия автомобилей в транспортном потоке при увеличении его плотности – количества автомобилей на 1 км дороги – отражаются на количестве дорожно-транспортных происшествий и их тяжести. Сопоставление данных многочисленных анализов дорожно-транспортных происшествий в разных странах на дорогах с двумя полосами движения при разной интенсивности движения показывает, что они закономерно располагаются около своеобразной колоколообразной кривой. Процент грузовых автомобилей в составе транспортного потока оказывает существенное влияние на число дорожно-транспортных происшествий (Рисунок 1). При малых интенсивностях, не характерных для магистралей наблюдается повышенная аварийность, объясняемая пониженным вниманием водителей при малой загрузке дороги и превышением скоростей.

2. Влияние элементов поперечного профиля

Расстояние между автомобилями и от колеса до края полосы движения, необходимые для уверенного и безопасного осуществления маневров встречи и обгона автомобилей зависят от скорости их движения. При узкой проезжей части зазор λ между автомобилями и рас-

стояния от колес до края обочины Y_1 и Y_2 особенно неукрепленной, оказываются недостаточными и вызывают необходимость значительного снижения скорости [3-6].

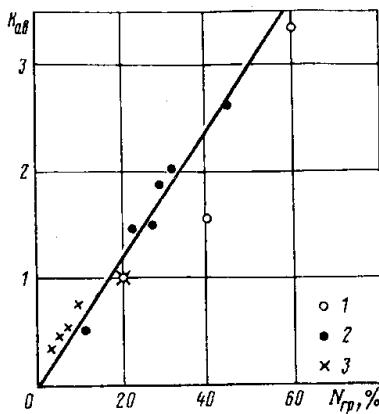


Рисунок 1. Рост относительного количества дорожно-транспортных происшествий при увеличении доли грузовых автомобилей и автобусов в составе транспортного потока [4]

На рисунке 2 показаны зависимости частных коэффициентов аварийности от ширины проезжей части по данным исследователей из разных стран. Количество происшествий выражено в долях их числа при проезжей части шириной 7м.

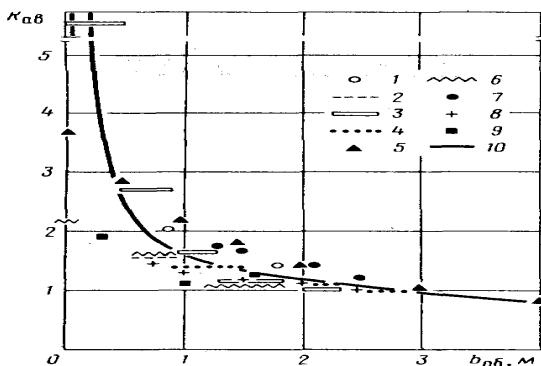


Рисунок 2. Зависимость относительного количества дорожно-транспортных происшествий от ширины проезжей части [4]

Грунтовые обочины во влажные периоды года, когда они бывают покрыты слоем грязи, изрезаны глубокими колеями или их поверхность расположена ниже уровня покрытия, образующего уступ, имеют поверхность, значительно отличающуюся по сопротивлению движению и сцеплению колеса от покрытия проезжей части.

Влияние ширины проезжей части проявляется тем сильнее, чем больше в составе потока имеется грузовых автомобилей, ширина которых больше, чем легковых [7].

Статистика дорожно-транспортных происшествий показывает высокую эффективность укрепления обочин, допускающего в случае необходимости съезд колеса. Недостаточная ширина обочин приводит к росту числа происшествий. Количество происшествий, связанных со стоянкой автомобилей, достигает 7-12 % их общего количества.

3. Влияние расстояния видимости

Видимость дороги перед автомобилем на расстоянии, необходимом для остановки перед препятствием на полосе движения или для постепенного снижения скорости и последу-

ящего обезода, является одним из важнейших показателей безопасности движения и устанавливающейся на дороге средней скорости движения.

С недостаточной видимостью обычно бывают связаны столкновения при обгонах на кривых в плане и продольном профиле. Особенно опасно отдельные участки с недостаточной видимостью на дорогах, обеспечивающих на большей части высокие скорости движения. Данные исследования показывают, что недостаточная видимость в плане менее отражается на количестве дорожно-транспортных происшествий, чем недостаточная видимость в продольном профиле [2].

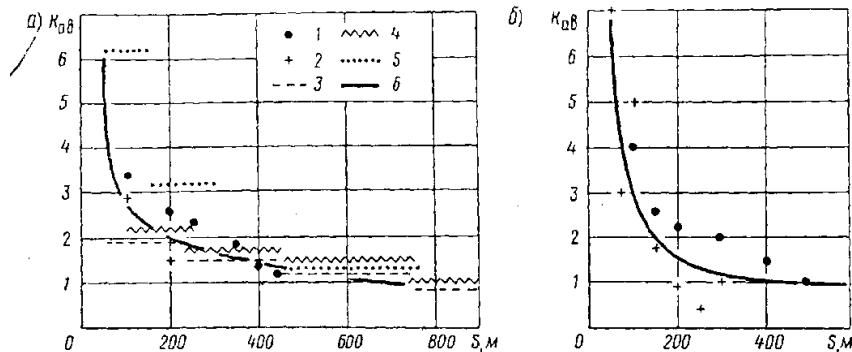


Рисунок 3. Зависимость относительного количества дорожно-транспортных происшествий от расстояния видимости [4]

Обеспечиваемое расстояние видимости является одним из важнейших характеристик безопасности движения. Обязательным элементом при оценке транспортно-эксплуатационных характеристик дороги стал график изменения видимости по протяженности дороги. При его построении на продольном профиле, представляющем волнистую линию, откладывают из точек расположения глаз водителя на каждом пикете или характерном переломе придорожного профиля касательные к возвышающимся элементам рельефа.

4. Влияние продольных уклонов и радиусов кривых в плане

Дорожно-транспортные происшествия на участках дорог имеющих большие продольные уклоны, бывают связаны с особенностями складывающихся на них режимов движения.

Для крутых подъемов и спусков характерны следующие виды происшествия:

- столкновения спускающихся автомобилей с автомобилями, вышедшими на обгон на подъеме;
- съезд с дороги из-за порчи тормозов или чрезмерной скорости на спуски;
- столкновения идущего на подъем автомобиля с встречным при обгоне грузовых автомобилей, значительно снижающих скорость на подъеме или обезоде остановившихся

Количество происшествий, связанных с автомобилями, движущимися под уклон, в 1,5-3 раза больше, чем с идущими на подъем, причем разница в условиях движения начинается сказываться уже при малых продольных уклонах. [1,5] Дорожно-транспортные происшествия на участках с большими продольными уклонами происходят в верхней части подъемов и сразу за вершинами выпуклых вертикальных кривых, а также в нижней части спусков, на вогнутых переломах продольного профиля, на которые автомобили въезжают, развив высокие скорости.

Обсуждение

Результаты анализа выявили тесную зависимость между характеристиками дорог и вероятностью возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Было установлено, что даже при относительно небольшом проценте протяженности участков

дороги (не более 5 %), на них концентрируется до 40 % всех происшествий, что свидетельствует об их особой опасности. Влияние интенсивности и состава транспортного потока на безопасность движения подтверждается зависимостью количества и тяжести ДТП от плотности потока и процента грузовых автомобилей. При малой интенсивности движения наблюдается рост аварийности, что можно объяснить снижением внимания водителей и превышением скорости. В то же время увеличение плотности транспортного потока также приводит к росту количества происшествий из-за сокращения дистанций между автомобилями и ограниченных возможностей для маневров. Это подтверждается анализом кривой зависимости частоты ДТП от плотности потока.

Элементы поперечного профиля дороги, такие как ширина проезжей части и состояние обочин, играют ключевую роль в безопасности движения. Узкая проезжая часть, особенно в сочетании с неукреплёнными обочинами, приводит к необходимости резкого снижения скорости и увеличивает риск выезда автомобилей за пределы полосы движения. Этот эффект становится более выраженным при большем числе грузовых автомобилей, чьи габариты превышают легковые, что подтверждается данными на рисунке 2.

Видимость дороги также является важнейшим параметром транспортно-эксплуатационной характеристики. Ограниченнная видимость особенно опасна на кривых в плане и продольном профиле, где возможно возникновение внезапных препятствий и риск столкновения. Недостаточная видимость в продольном профиле приводит к большему количеству ДТП, чем ограниченная видимость в плане (Рисунок 3). Это связано с особенностями динамики движения автомобилей на вертикальных кривых, где неожиданное снижение видимости может совпадать с высокой скоростью движения.

Анализ влияния продольных уклонов и радиусов кривых показал, что аварийность на спусках превышает аварийность на подъёмах в 1,5–3 раза. Это обусловлено особенностями движения транспорта на уклонах, такими как превышение скорости, отказ тормозов и столкновения с автомобилями, идущими на подъём. Особенno опасны участки сразу за вершинами выпуклых вертикальных кривых и на вогнутых переломах профиля дороги, где водители могут терять управление из-за изменения условий движения и недостаточной видимости.

Таким образом, результаты исследования подтверждают необходимость комплексного учета транспортно-эксплуатационных характеристик дороги (интенсивности движения, состава потока, геометрии дороги, видимости, состояния обочин) при проектировании и эксплуатации дорожной инфраструктуры. Внедрение систем управления движением, обеспечение нормативной ширины проезжей части и укрепление обочин, а также улучшение профиля и видимости дороги могут значительно снизить количество ДТП на проблемных участках.

Выводы

Таким образом, условия движения и геометрические элементы автомобильных дорог имеют значительное влияние на безопасность движения. Недооценка официальной статистикой роли состояния дороги в возникновении ДТП опасна тем, что не дает основания при разработке проектов нового строительства или реконструкции существующих для совершенствования мероприятий, непосредственно направленных на повышение безопасности движения. Именно поэтому снижение уровня аварийности на дороге невозможно без кардинального изменения подхода к проектированию, строительству и содержанию дорог.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Бектурсунова Г.С., Медведева Т.В. Влияние условий движения и геометрических элементов автомобильных дорог на безопасность движения // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of

Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 3(7):13-20.
<https://doi.org/10.63377/3005-4966.3-2024-02>

Cite this article as: Bektursunova G.S., Medvedeva T.V. Vliyanie usloviy dvizheniya i geometricheskikh elementov avtomobil'nyh dorog na bezopasnost' dvizheniya [The influence of traffic conditions and geometric elements of highways on traffic safety]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 3(7):13-20. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.3-2024-02>

Литература

- [1] СТ РК 2194-1-2012. Транспорт дорожный. Анализ несчастных случаев на транспорте. Часть 1. Словарь.
- [2] Чванов В.В. Методы оценки и повышения безопасности дорожного движения с учетом условий работы водителя. М.: ИНФРА-М. 2010, 476.
- [3] Титова А.А., Ивлев В.Ю., Титова П.А. Оценка безопасности движения на пересечениях автомобильных дорог. 2015, 150.
- [4] Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник. М.: Транспорт. 2010, 270.
- [5] Сильянов В.В., Домке Э.Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц. М.: Академия.2007, 348.
- [6] Сыртанов С.К., Киялбаев А.К., Ахметов К.Н., Лим В.Ч. Безопасность дорожного движения на автомобильных дорогах. Алматы: КазАТК. 2004, 263.
- [7] Киялбаев А.К., Киялбай С.Н., Еспаева Г.А., Маданбеков Н.Ж. Теоретические и экспериментальные методы транспортного строительства. Учебник. Часть 1. Дорожные условия и основы дорожной теплотехники. Алматы-Бишкек: ADAL KITAP. 2023, 348.

References

- [1] mST RK 2194-1-2012. Transport dorozhnyj. Analiz neschastnykh sluchaev na transporte. Chast' 1. Slovar' [Transport road. Analysis of transport accidents. Part 1. Dictionary]. (in Russ.)
- [2] Chvanov V.V. Metody otsenki i povysheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya s uchetom usloviy raboty voditelya [Methods for assessing and improving road traffic safety taking into account driver working conditions]. Moscow: INFRA-M. 2010, 476. (in Russ.)
- [3] Titova A.A., Ivlev V.Yu., Titova P.A. Otsenka bezopasnosti dvizheniya na perescheniyakh avtomobil'nykh dorog [Assessment of road traffic safety at road intersections]. 2015, 150. (in Russ.)
- [4] Babkov V.F. Dorozhnye usloviya i bezopasnost' dvizheniya: uchebnik [Road conditions and traffic safety: textbook.]. M.: Transport. 2010, 270. (in Russ.)
- [5] Sil'yanov V.V., Domke E.R. Transportno-ekspluatacionnye kachestva avto-mobil'nyh dorog i gorodskikh ulic [Transport and operational qualities of motorways and city streets] M.: Akademiya.2007, 348. (in Russ.)
- [6] Syrtanov S.K., Kiyalbaev A.K., Ahmetov K.N., Lim V.CH. Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya na avtomobil'nyh dorogah [Road safety on motorways] Almaty: KazATK. 2004, 263. (in Russ.)
- [7] Kiyalbaev A.K., Kiyalbaj S.N., Espaeva G.A., Madanbekov N.ZH. Teoreticheskie i eksperimental'nye metody transportnogo stroitel'stva. Uchebnik. Chast' 1. Dorozhnye usloviya i osnovy dorozhnoj teplotekhniki [Theoretical and experimental methods of transport construction. Textbook. Part 1. Road conditions and fundamentals of road heat engineering]. Almaty-Bishkek: ADAL KITAP. 2023, 348. (in Russ.)