

DOI: 10.34220/2311-8873-2024-53-63



УДК 656.13

UDC 656.13

2.9.5 – эксплуатация автомобильного транспорта

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ НА ПАРАМЕТРЫ ТОРМОЖЕНИЯ АТС ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДТП

INFLUENCE OF MODERN BRAKING SYSTEMS ON VEHICLE BRAKING PARAMETERS DURING ACCIDENT RECONSTRUCTION

Барнови Наталья Вячеславовна, к.т.н., доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин, Санкт-Петербургский Горный университет Императрицы Екатерины II, г. Санкт-Петербург.

Barnovi Natalia Vyacheslavovna, candidate of technical sciences, associate professor of the department of transport technological processes and machines, St. Petersburg Mining university of Empress Catherine II, St. Petersburg.

✉¹ **Шаврина Валентина Сергеевна,** студент, Санкт-Петербургский Горный университет Императрицы Екатерины II, г. Санкт-Петербург, e-mail: shavrina_valentina@yandex.ru

✉¹ **Shavrina Valentina Sergeevna,** student, St. Petersburg Mining university of Empress Catherine II, St. Petersburg, e-mail: shavrina_valentina@yandex.ru

Аннотация. В статье отмечена важность проблемы, касающейся количества ДТП, а также проведения качественной дорожной экспертизы, описана методика проведения эксперимента, представлены полученные результаты, проведен сравнительный анализ с нормативными значениями. В ходе проведения исследования было решено экспериментальным путем получить значения установившегося замедления на транспортных средствах, оборудованных вспомогательными тормозными системами и без них. Таким образом, благодаря проведенному исследованию определено влияние современных тормозных систем на процесс торможения транспортного средства.

Annotation. The article notes the importance of the problem concerning the number of road accidents, as well as the conduct of high-quality road expertise, describes the methodology of the experiment, presents the obtained results, and conducts a comparative analysis with standard values. During the study, it was decided to experimentally obtain the values of the established deceleration on vehicles equipped with auxiliary braking systems and without them. Thus, thanks to the study, the influence of modern braking systems on the braking process of a vehicle was determined.

Ключевые слова: ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ, ПАРАМЕТРЫ ТОРМОЖЕНИЯ, ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ, УСТАНОВИВШЕЕСЯ ЗАМЕДЛЕНИЕ.

Keywords: ROAD TRAFFIC ACCIDENT, BRAKING PARAMETERS, BRAKING SYSTEMS, STEADY-STATE DECELERATION.

¹ Автор для ведения переписки

1 Состояние вопроса исследования и актуальность работы

В настоящее время проблема аварийности на автомобильном транспорте является одной из наиболее серьезных [1].

Кроме того, основываясь на статистике, большую часть всех дорожно-транспортных происшествий отличают действия водителя, направленные на применение экстренного торможения в связи с попытками избежать столкновения или наезда [2]. В связи с этим, в конструкции тормозных устройств современных автомобилей используются вспомогательные тормозные системы, такие как:

- антиблокировочная система (ABS),
- система распределения тормозных усилий (EBD),
- система курсовой устойчивости (ESP).

Актуальность исследования связана с неутешительной статистикой, касающейся большого количества произошедших дорожно-транспортных происшествий, а также важности проведения достоверной экспертизы ДТП для выявления деталей происшествий, что, в свою очередь, может поспособствовать повышению уровня безопасности дорожного движения [3].

Практическая значимость данного исследования обусловлена возможностью использования полученных результатов при проведении экспертизы ДТП для получения более достоверной информации.

Научная новизна состоит в получении результатов непосредственно в ходе проведения эксперимента, отражающих важность использования вспомогательных тормозных систем в процессе торможения транспортного средства.

Информация, связанная с количеством дорожно-транспортных происшествий, произошедших за год, начиная с 2019 года, представлена в виде гистограммы на рис.1 [4].

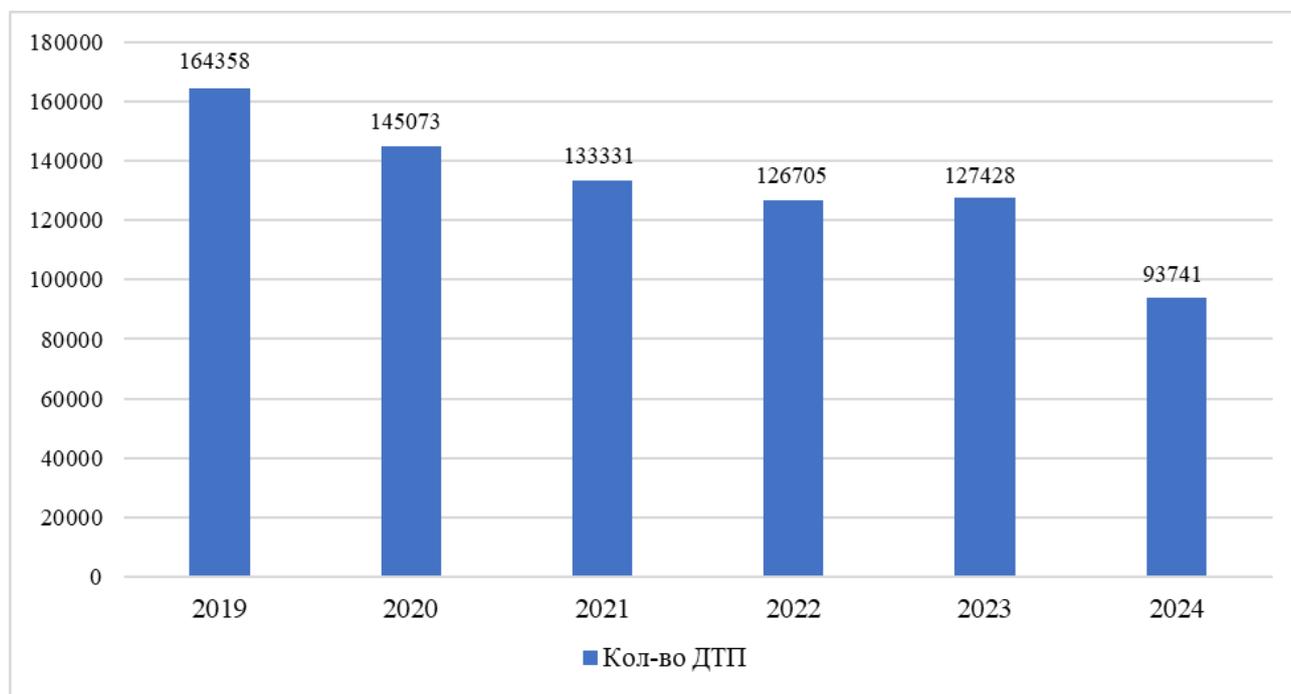


Рисунок 1 – Гистограмма количества ДТП по годам

Проанализировав указанные выше данные, можно отметить снижение количества ДТП в динамике, на что, в свою очередь, также оказала влияние разработка Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы [5].

Однако, полученные результаты все равно говорят о том, что необходимо предпринимать более активные меры по уменьшению числа дорожно-транспортных происшествий.

Кроме того, в виде гистограммы на рис.2 приведены данные, отражающие количество пострадавших и количество погибших от дорожно-транспортных происшествий также по годам, начиная с 2019 года [4].

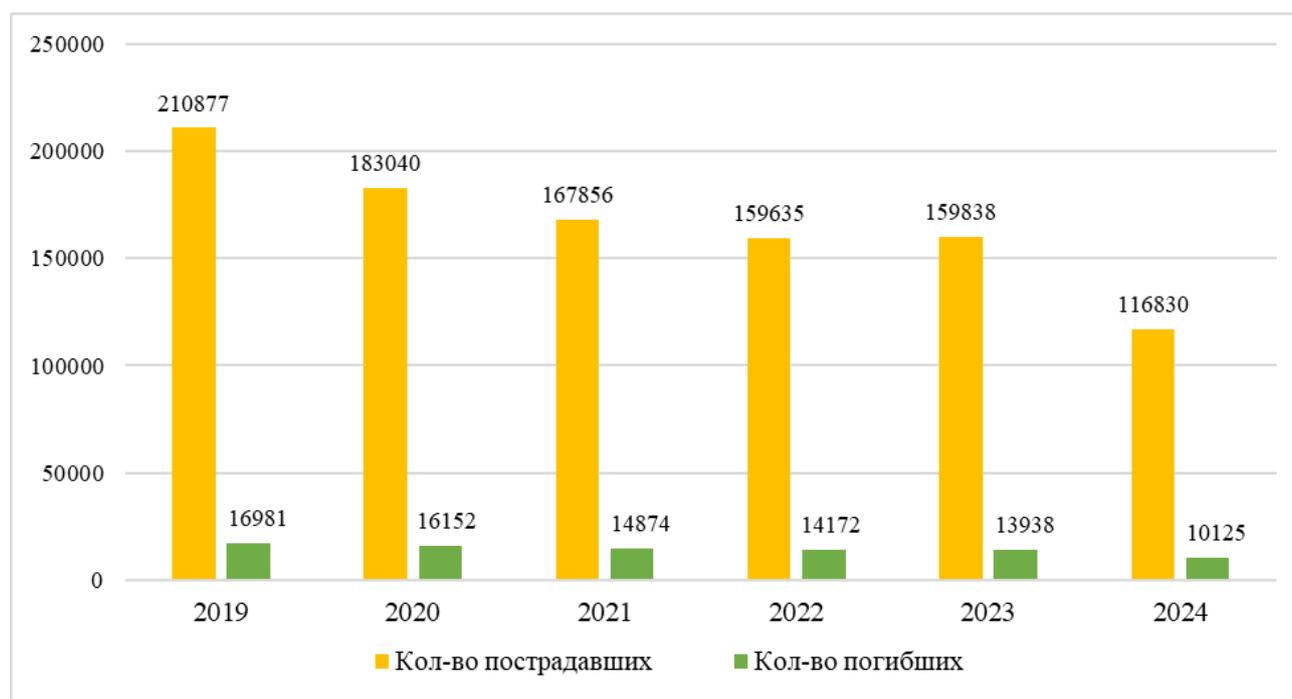


Рисунок 2 – Гистограмма количества пострадавших и погибших от ДТП по годам

Согласно статистике, чаще всего ДТП происходит с участием транспортных средств категории М1. Именно поэтому в данной работе в качестве исследуемого транспортного средства был рассмотрен легковой автомобиль.

Рассматриваемая тематика довольно актуальна и посвящена проблеме безопасности дорожного движения, в частности использованию современных тормозных систем в процессе торможения транспортного средства, а также проведению реконструкции дорожно-транспортных происшествий. Множество статей и трудов освещают эту тему. На рис. 3 в виде схемы представлен краткий анализ рассмотренных статей, а именно – автор и название, а также краткие тезисы [6-9].



Рисунок 3 – Краткий анализ существующих исследований

2 Материалы и методы

Согласно ГОСТ 33997-2016 были определены нормативные значения при оценке эффективности торможения колесных транспортных средств, перечень которых представлен в виде схемы на рис.4 [10].

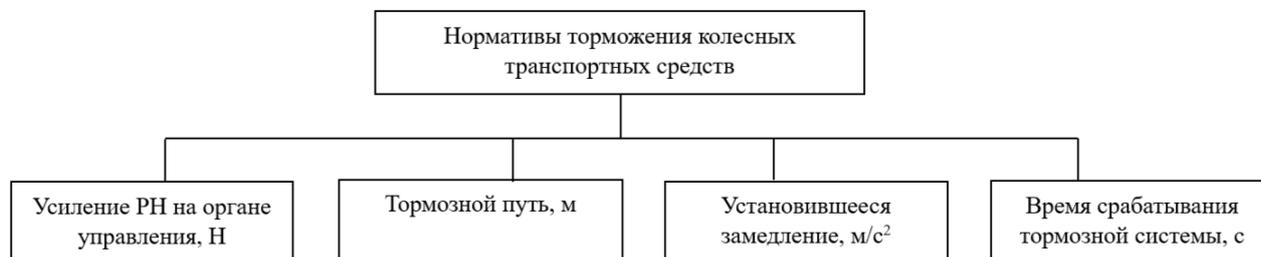


Рисунок 4 – Перечень нормативов торможения транспортных средств

Установившееся замедление является критически важным параметром для обеспечения безопасности как водителя и пассажиров, так и других участников дорожного движения [11]. Чем выше значение установившегося замедления, тем быстрее транспортное средство может остановиться, что особенно важно в экстренных ситуациях, когда требуется быстрое реагирование [12].

Кроме того, данный показатель позволяет оценить работу различных тормозных систем, включая традиционные и современные вспомогательные системы, рассматриваемые в рамках

данного исследования [13]. Установившееся замедление помогает выявить, насколько эффективно тормозная система может справляться с задачами торможения в различных условиях [14].

Таким образом, исследование установившегося замедления именно в рамках выявления оказываемого современными вспомогательными тормозными системами влияния на определенные параметры торможения транспортных средств может стать одним из инструментов, благодаря которым безопасность дорожного движения выйдет на более высокий уровень [15]. В этой связи, в ходе реализации данного эксперимента была поставлена задача по определению значений установившегося замедления в зависимости от наличия вспомогательных тормозных систем.

Для выполнения эксперимента была составлена блок-схема, которая изображена на рис. 5.

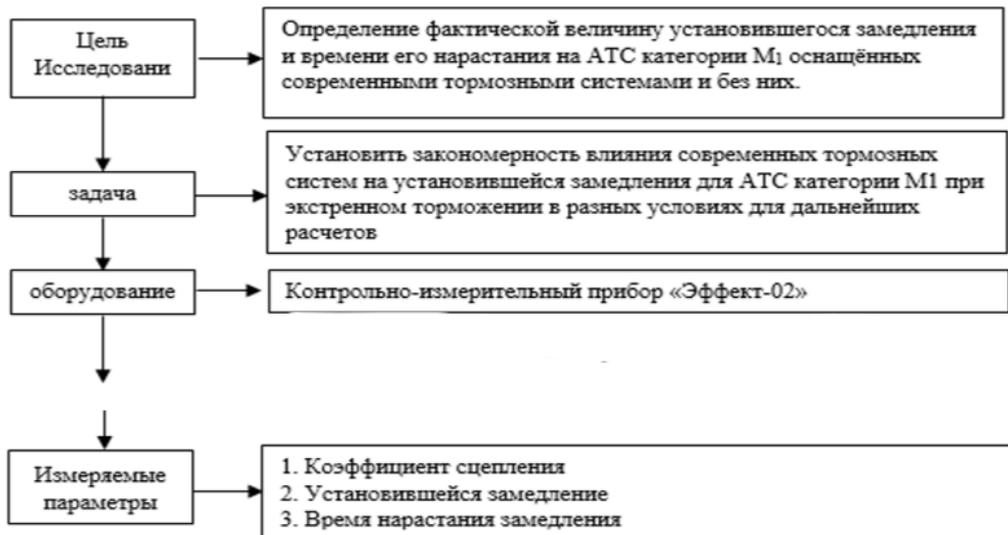


Рисунок 5 – Блок-схема проведения эксперимента

Эксперимент был проведен в летний период на участке автомобильной дороги на улице Нахимова (рис. 6).

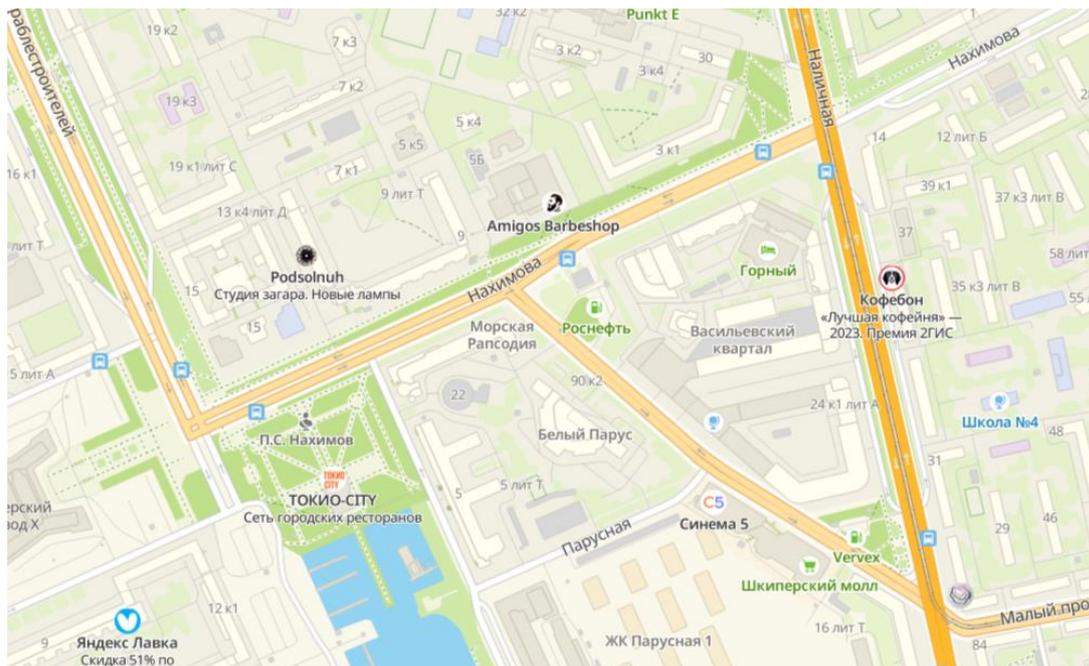


Рисунок 6 – Исследуемый участок автомобильной дороги

Непосредственно значения установившегося замедления в ходе исследования были определены с помощью использования контрольно-измерительного прибора «Эффект-02» (рис. 7). Данный тип прибора предназначен для определения эффективности тормозной системы автомобиля [16].

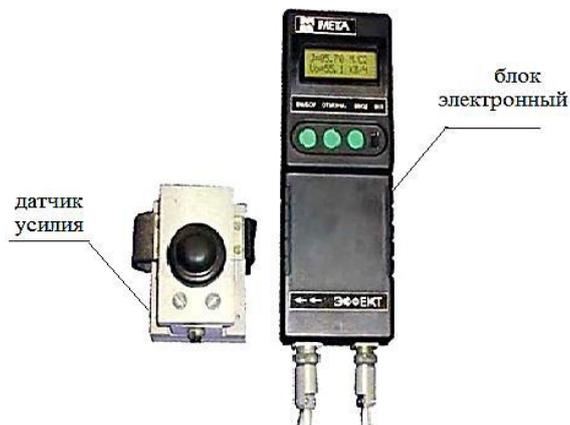


Рисунок 7 – Контрольно-измерительный прибор «Эффект-02»

Далее на рис. 8 представлено изображение используемого прибора, непосредственно установленного в транспортном средстве.



Рисунок 8 – Установленный на автомобиле прибор «Эффект-02»

Кроме того, далее в табл.1 перечислены условия, при которых были проведены исследования.

Таблица 1 – Условия, при которых был проведен эксперимент

Показатель	Состояние	Согласно чему определено
Системы ABS, EBD, BAS	Работоспособное	Контроль световых индикаторов
Шины	Летние	-
Износ шин	Допустимый	Индикатор износа
Остаточная глубина износа	Не превышает 1,6 мм	Требования ПДД [17]
Давление в шинах	Допустимое	Рекомендации завода-изготовителя

3 Результаты исследований

В ходе проведения данного исследования были получены данные, характеризующие значения установившегося замедления для транспортного средства категории М1. Также важно отметить, что эксперимент проводился при нескольких значениях загрузки транспортного средства:

- 20 % - водитель,
- 40 % - водитель и один пассажир,
- 60 % - водитель и два пассажира,
- 80 % - водитель и три пассажира,
- 100 % - водитель и четыре пассажира.

Таким образом, результаты эксперимента представлены в виде табл. 2, 3.

Таблица 2 – Полученные значения установившегося замедления

Тип дорожного покрытия	Загруженность АТС				
	20 %	40 %	60 %	80 %	100 %
Для автомобилей с тормозными системами ABS, EBD, BAS					
Сухое асфальтобетонное покрытие, коэффициент сцепления $\varphi \approx 0,79$	8,7	8,6	8,6	8,5	8,4
Мокрое асфальтобетонное покрытие, коэффициент сцепления $\varphi \approx 0,49$	7,7	7,5	7,4	7,2	7,1

Таблица 3 – Полученные значения установившегося замедления

Тип дорожного покрытия	Загруженность АТС				
	20 %	40 %	60 %	80 %	100 %
Для автомобилей без тормозных систем ABS, EBD, BAS					
Сухое асфальтобетонное покрытие, коэффициент сцепления $\varphi \approx 0,79$	6,8	6,7	6,6	6,5	6,3
Мокрое асфальтобетонное покрытие, коэффициент сцепления $\varphi \approx 0,49$	5,7	5,5	5,4	5,3	5,2

Далее, в результате проведения сравнительного анализа данных, полученных непосредственно в ходе исследования, соответствующим транспортным средствам с вспомогательными тормозными системами, с показателями, указанными в ВНИИСЭ и ТР 018-2011, была составлена гистограмма, которая представлена на рис. 9 [18, 19].

Затем был проведен анализ полученной информации и определено насколько процентов удалось снизить значение установившегося замедления в результате применения вспомогательных тормозных систем (рис. 10).

Следовательно, проанализировав полученные данные, можно отметить, что среднему арифметическому значению будет соответствовать - 25 %, что, в свою очередь, свидетельствует о том, что применение таких современных тормозных систем как ABS, EBD и BAS позволяет сократить значения установившегося замедления практически на четверть.

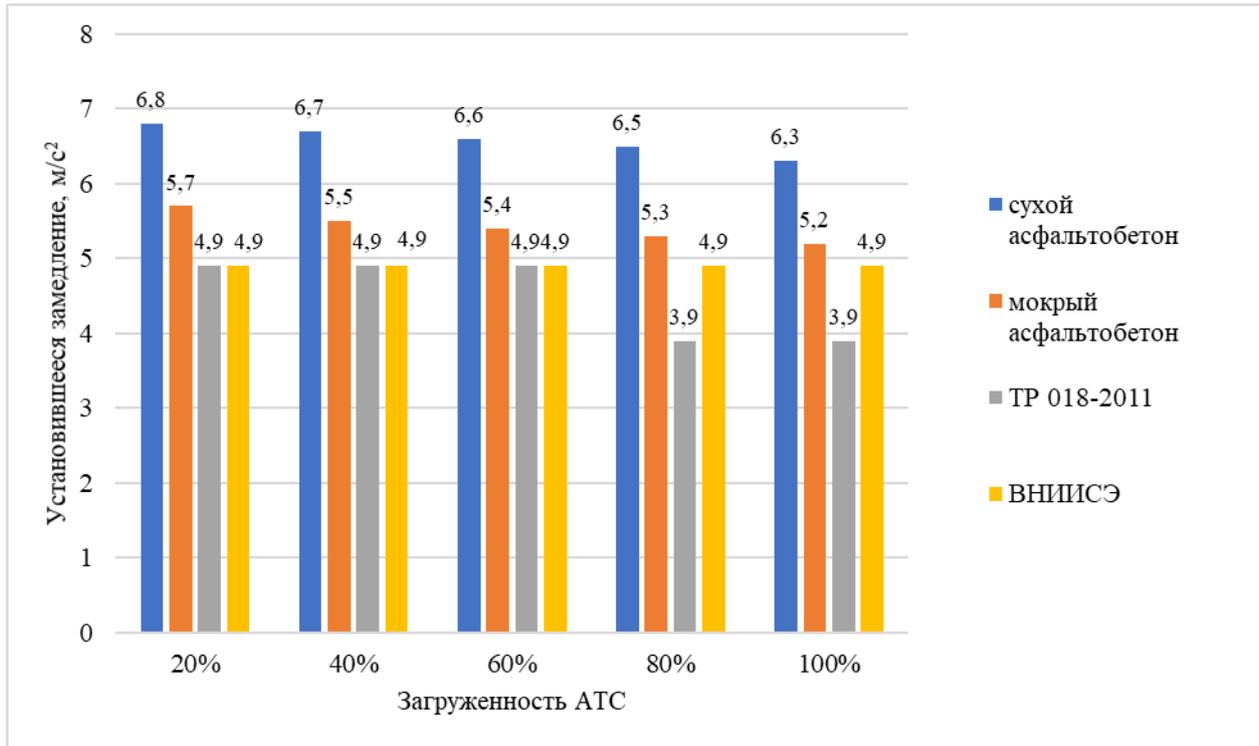


Рисунок 9 – Гистограмма отклонений значений установившегося замедления при наличии вспомогательных тормозных систем

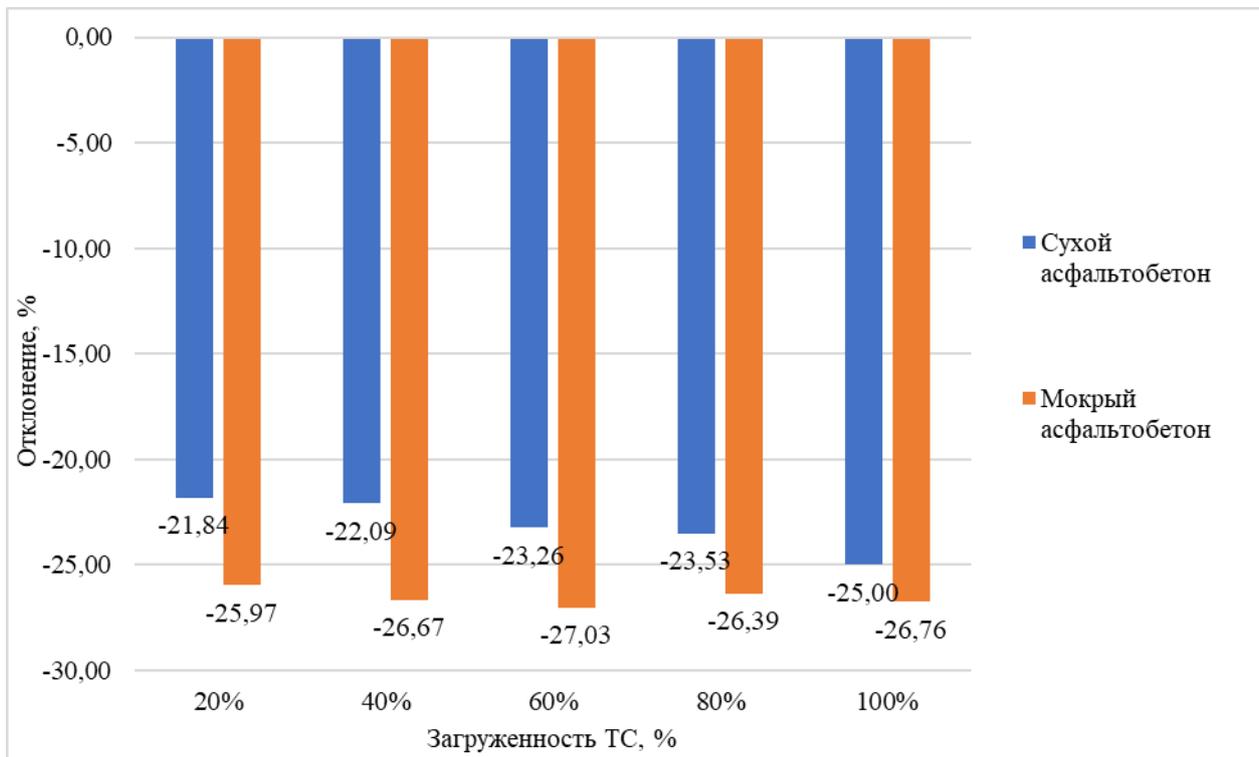


Рисунок 10 – Гистограмма отклонений значений установившегося замедления при наличии вспомогательных тормозных систем

4 Обсуждение и заключение

Таким образом, в ходе выполнения данной работы была отмечена важность проведения таких мероприятий как дорожная экспертиза в рамках установления и определения деталей совершенных дорожно-транспортных происшествий [20]. Также было определено влияние наличия вспомогательных тормозных систем таких как ABS, EBD и BAS непосредственно на процесс торможения.

В рамках проведения дорожных испытаний были получены данные, отражающие значения установившегося замедления на транспортных средствах как оснащенных современными тормозными системами, так и без них. Кроме того, в ходе проведения эксперимента было использовано асфальтобетонное покрытие с двумя коэффициентами сцепления, а также автомобили с разной загруженностью, что позволило собрать более подробную информацию.

В результате исследования был проведен сравнительный анализ, который, в свою очередь, отразил разницу между значениями, полученными непосредственно в ходе эксперимента, и данными, установленными в нормативных документах. Кроме того, было определено, что благодаря использованию вспомогательных тормозных систем сокращается значение установившегося замедления в среднем на 25 %.

Полученные данные подтверждают важность применения вспомогательных тормозных систем, так как влияют на безопасность дорожного движения, а также значимость их применения в экспертизе дорожно-транспортных происшествий, о чем, в свою очередь, свидетельствуют конкретные значения установившегося замедления, которые были определены непосредственно в ходе проведения вышеуказанного эксперимента.

Список литературы

- 1 Ярьско, В. А. Безопасность дорожного движения // Вестник магистратуры. 2019. №3-2 (90). С. 59-66. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-dorozhnogo-dvizheniya> (дата обращения: 18.10.2024).
- 2 Кузьяк, Н. В. Тенденции развития тормозных систем легковых автомобилей / Студенческий научный форум, 2021. С. 46-49. – URL: <https://publish2020.scienceforum.ru/ru/article/view?id=567>
- 3 Юшкевич, А. В. Тормозные системы двухколесных транспортных средств / Юшкевич А. В., Сазонов И. С., Мельников А. С., Петренко М. Л., Амельченко Н. П. // Вестник Белорусско-Российского университета. 2014. – №2 (43). С. 94-104. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tormoznye-sistemy-dvuh-kolesnyh-transportnyh-sredstv>
- 4 Официальный сайт МВД России. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в Российской Федерации – URL: <https://мвд.пф/?ysclid=m3ne5axnf9695759044>
- 5 Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы. – URL: <http://static.government.ru/media/files/g6BXGgDI4fCEiD4xDdJUwIudPATBC12.pdf>
- 6 Шамаева, И. И. Как антиблокировочная система тормозов повлияла на повышение безопасности при вождении автомобилей/ Шамаева И. И., Пономарев Д.А., Марченко В.В., Башлаков Д.М. / Наука и общество на пути к модернизации: современные взгляды, новые горизонты. Ростов-на-Дону, 2023. С. 141-143. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=utbpmb&ysclid=m3nc9r9lec534996629>.
- 7 Ткачева, Т. М. Влияние антиблокировочной системы (АБС) на поведение автомобиля в процессе торможения / Ткачева Т. М., Ларин Е.С., Лаубе А.И., Шевченко Н.М. // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура – URL: <https://www.adi-madi.ru/madi/article/view/1173> (Дата обращения: 01.10.2024).
- 8 Бахмутов, С. В. Развитие антиблокировочных систем современных автомобилей, включая электромобили и гибридные транспортные средства / Машиностроительные компоненты. Москва, 2023. – №3(60) – С. 43-50 – URL: <https://mmmm.by/pdf/ru/2022/03/03.pdf?ysclid=m3neeou86o186740384>.
- 9 Подопригра, Н. В. Определение параметров процесса торможения автотранспортных средств при реконструкции и экспертизе ДТП / Мир транспорта и технологических машин, 2015. С. 93-102. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=tnijjb&ysclid=m3nehe8h8a482259673>
- 10 ГОСТ 33997-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Нормативные значения при оценке эффективности торможения колесных транспортных средств. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146241?ysclid=m3nazh5yn250788053> (Дата обращения: 01.10.2024).
- 11 Федотов Александр Иванович, Громалова Виктория Олеговна Анализ влияния работы abs на эффективность торможения автомобиля на летних дорогах // Вестник ИргТУ. 2014. №3 (86). С. 4-

12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-raboty-abs-na-effektivnost-tormozheniya-avtomobilya-na-letnih->

12 Давлатшоев, Р. А. Сравнительный анализ эффективности торможения автомобиля в различных дорожных условиях // Известия вузов. Машиностроение. 2007. №3. С. 46-51. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-effektivnosti-tormozheniya-avtomobilya-v-razlichnyh-dorozhnyh-usloviyah>.

13 Федотов, А. И. Влияние работы abs на тормозную эффективность и устойчивость автомобиля / А. И. Федотов, В. О. Громалова // Вестник ИрГТУ. 2013. – №8 (79). С. 101-105. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-raboty-abs-na-tormoznyuyu-effektivnost-i-ustoychivost-avtomobilya>.

14 Мельников, А. С. ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ / А. С. Мельников, М. Л. Петренко, О. А. Пономарева, А. А. Мельников // Вестник Белорусско-Российского университета. 2023. – №1. – (78). С. 22-31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispytaniya-effektivnosti-raboty-tormoznoy-sistemy-avtomobilya>.

15 Клименко В. И., Сараев О. В., Давиденко И. А. Исследование влияния антиблокировочной системы на эффективность торможения легкового автомобиля // Автомобильный транспорт. – 2011. – №29. – С. 245-250. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-antiblokirovочноy-sistemy-na-effektivnost-tormozheniya-legkovogo-avtomobilya>.

16 Прибор «Эффект-02» Компания «МЕТА». – URL: <http://www.metamoscov.ru/ru/store/diagnosticheskoe-oborudovanie/effekt-02.html>.

17 Правила дорожного движения Российской Федерации: офиц. текст. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/824c911000b3626674abf3ad6e38a6f04b8a7428/?ysclid=m3nel89r4n692152054

18 Судебная автотехническая экспертиза. Ч. 2 / Под ред. В. А. Илларионова. М.: ВНИИСЭ, 1980. 491 с.

19 Технический регламент таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» от 09.11.2011 № 877, 465 с.

20 Лазарев, Д. А. Совершенствование дорожно-транспортной экспертизы на основе Исследования процесса торможения автомобиля: дис. канд. Техн. Наук: 05. 22.10. Орел, 2018. 120 с.

References

1 Yaresko, V. A. Road safety // Bulletin of the Magistracy. 2019. No. 3-2 (90). P. 59-66. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-dorozhnogo-dvizheniya> (date of access: 18.10.2024).

2 Kuznyak, N. V. Trends in the development of braking systems of cars / Student Scientific Forum, 2021. P. 46-49. - URL: <https://publish2020.scienceforum.ru/ru/article/view?id=567>

3 Yushkevich, A. V. Brake systems of two-wheeled vehicles / Yushkevich A. V., Sazonov I. S., Melnikov A. S., Petrenko M. L., Amelchenko N. P. // Bulletin of the Belarusian-Russian University. 2014. – No. 2 (43). P. 94-104. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tormoznye-sistemy-dvuhkolesnyh-transportnyh-sredstv>

4 Official website of the Ministry of Internal Affairs of Russia. Report on the state of road safety in the Russian Federation – URL: <https://мвд.пф/?ysclid=m3ne5axnf9695759044>

5 Road safety strategy in the Russian Federation for 2018-2024. – URL: <http://static.government.ru/media/files/g6BXGgDI4fCEiD4xDdJUwIxdPATBC12.pdf>

6 Shamaeva, I. I. How the anti-lock braking system influenced the improvement of driving safety / Shamaeva I. I., Ponomarev D. A., Marchenko V. V., Bashlakov D. M. / Science and society on the way to modernization: modern views, new horizons. Rostov-on-Don, 2023. P. 141-143. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=utbpmb&ysclid=m3nc9r9lec534996629>.

7 Tkacheva, T. M. The influence of the anti-lock braking system (ABS) on the behavior of the car during braking / Tkacheva T. M., Larin E. S., Laube A. I., Shevchenko N. M. // Automobile. Road. Infrastructure - URL: <https://www.adi-madi.ru/madi/article/view/1173> (Accessed: 01.10.2024).

8 Bakhmutov, S. V. Development of anti-lock braking systems of modern cars, including electric cars and hybrid vehicles / Mechanical engineering components. Moscow, 2023. - No. 3 (60) -. P. 43-50 - URL: <https://mmmm.by/pdf/ru/2022/03/03.pdf?ysclid=m3neeou86o186740384>.

9 Podoprigora, N. V. Determination of the parameters of the braking process of vehicles during the reconstruction and examination of road accidents / World of transport and technological machines, 2015. P. 93-102. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=tnijjb&ysclid=m3nehe8h8a482259673>

10 GOST 33997-2016. National standard of the Russian Federation. Standard values for assessing the braking efficiency of wheeled vehicles. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146241?ysclid=m3nazh5yn250788053> (Accessed: 01.10.2024).

11 Fedotov Aleksandr Ivanovich, Gromalova Victoria Olegovna Analysis of the influence of ABS operation on the braking efficiency of a car on summer roads // Bulletin of IrSTU. 2014. No. 3 (86). P. 4-12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-raboty-abs-na-effektivnost-tormozheniya-avtomobilya-na-letnih->

12 Davlatshoev, R. A. Comparative analysis of the braking efficiency of a car in various road conditions // News of universities. Mechanical engineering. 2007. No. 3. P. 46-51. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-effektivnosti-tormozheniya-avtomobilya-v-razlichnyh-dorozhnyh-usloviyah>.

13 Fedotov, A. I. The influence of ABS on the braking efficiency and stability of the car / A. I. Fedotov, V. O. Gromalova // Bulletin of IrSTU. 2013. – No. 8 (79). P. 101-105. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-raboty-abs-na-tormoznuyu-effektivnost-i-ustoychivost-avtomobilya>.

14 Melnikov, A. S. EFFICIENCY OF THE CAR BRAKING SYSTEM / A. S. Melnikov, M. L. Petrenko, O. A. Ponomareva, A. A. Melnikov // Bulletin of the Belarusian-Russian University. 2023. - No. 1. - (78). P. 22-31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispytaniya-effektivnosti-raboty-tormoznoy-sistemy-avtomobilya>.

15 Klimenko V. I., Saraev O. V., Davidenko I. A. Study of the influence of the anti-lock braking system on the braking efficiency of a passenger car // Automobile transport. - 2011. - No. 29. - P. 245-250. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-antiblokirovochnoy-sistemy-na-effektivnost-tormozheniya-legkovogo-avtomobilya>.

16 Device "Effect-02" Company "META". – URL: <http://www.meta-moscow.ru/ru/store/diagnosticheskoe-oborudovanie/effekt-02.html>.

17 Traffic rules of the Russian Federation: official text. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/824c911000b3626674abf3ad6e38a6f04b8a7428/?ysclid=m3nel89r4n692152054

18 Forensic automotive expertise. Part 2 / Ed. by V. A. Illarionov. Moscow: VNIIE, 1980. 491 p.

19 Technical Regulations of the Customs Union TR CU 018/2011 "On the Safety of Wheeled Vehicles" dated 09.11.2011 No. 877, 465 p.

20 Lazarev, D. A. Improving Road Transport Expertise Based on the Study of the Car Braking Process: dis. Cand. Tech. Sciences: 05. 22.10. Orel, 2018. 120 p.

© Барнови Н. В., Шаврина В. С., 2024