

Д.С. Дюсембинов<sup>1</sup>, Ж.А. Шахмов<sup>1\*</sup>, А.А. Жумагулова<sup>2\*</sup>,  
К.К. Мухамбеткалиев<sup>1</sup>, Д.Н. Кадырханова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РГП на ПХВ «Национальный центр качества дорожных активов», Астана, Казахстан  
<sup>2</sup>НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан

**Информация об авторах:**

Дюсембинов Думан Серикович – кандидат технических наук, эксперт, РГП на ПХВ «Национальный центр качества дорожных активов», Астана, Казахстан

<http://orcid.org/0000-0001-6118-5238>, email: [dusembinov@mail.ru](mailto:dusembinov@mail.ru)

Шахмов Жанболат Ануарбекович – доктор PhD, доцент, эксперт, РГП на ПХВ «Национальный центр качества дорожных активов», Астана, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0003-1680-5287>, email: [zhanbolat8624@mail.ru](mailto:zhanbolat8624@mail.ru)

Жумагулова Адия Аскарровна – кандидат технических наук, НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-6310-2501>, email: [zaaskarovna@gmail.com](mailto:zaaskarovna@gmail.com)

Мухамбеткалиев Кайрат Куаншкалиевич – кандидат технических наук, РГП на ПХВ «Национальный центр качества дорожных активов», Астана, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-8237-8052>, email: [k.mukhambetkaliev@sapaortalygy.kz](mailto:k.mukhambetkaliev@sapaortalygy.kz)

Кадырханова Данагуль Нурлановна – магистр технических наук, НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-1396-1973>, email: [dana.kad98@gmail.com](mailto:dana.kad98@gmail.com)

\*Автор корреспондент: email: [zhanbolat8624@mail.ru](mailto:zhanbolat8624@mail.ru)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

**Аннотация.** В статье рассматривается опыт применения цементобетонных дорог в зарубежных странах и Казахстане, а также динамика объема пользования услугами дорожного транспорта в стране. Приводится сравнительный анализ асфальто- и цементобетонных дорог по основным техническим и эксплуатационным характеристикам. Сделаны выводы по полученным результатам анализа, что цементобетонные автодороги имеют больше преимуществ.

**Ключевые слова:** цемент, асфальтобетон, цементобетон, фракция, дорожное полотно, дорожная одежда.

### Введение

Наличие развитой дорожной сети является необходимым условием для осуществления внутренней и внешней социально-экономической, политической и культурной деятельности страны. Дорожная сеть обеспечивает свободное передвижение граждан, перемещение товаров и эффективное предоставление различных услуг [1]. Вместе с желанием улучшения состояния и уровня субсидирования для развития и использования автомобильных дорог соблюдается ряд системных задач, необходимых для дальнейшего прогресса системы контроля дорожными средствами по таким направлениям, как улучшение эф-

фективности проектирования дорожно-ремонтных работ и системы приоритетов дорожных проектов, поддержка требуемой степени качества автодорог на всех пунктах жизненного цикла, введение новых материалов и технологий и совершенствование нормативно-технической базы [2].

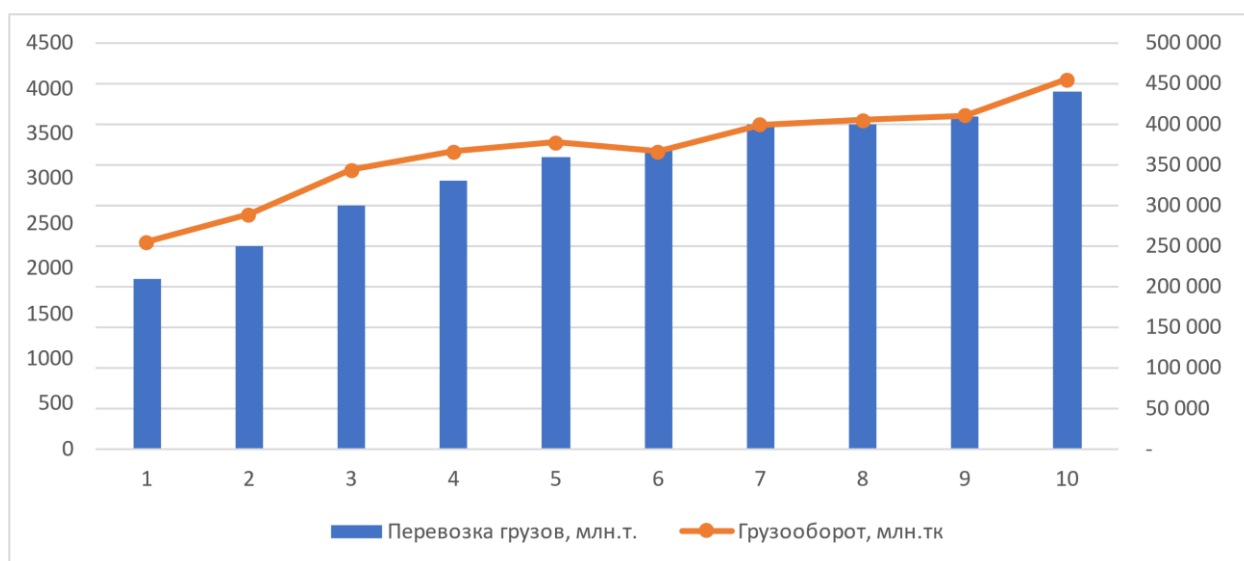
Увеличение протяженности дорожной сети приводит к увеличению финансовых и материальных затрат, необходимых для обеспечения ее технического обслуживания и ремонт, с одной стороны, с другой – открывает широкие возможности для укрепления логистических связей и привлечения инвестиций. Некоторые участки общереспубликанской сети, включая сегменты мировых автотранспортных путей по направлениям «Север-Юг» и «Запад-Центр», так же находятся в тяжелом техническом состоянии, что приводит к уменьшению конкурентоспособности автодорожного комплекса в целом Казахстана и убыванию транзитных грузов, вдававок затрудняет когнитивное транспортную езду и перемещение товаров и различных грузов между областями страны.

Транспортная сфера является одним из наиболее важных рычагов экономики Казахстана.

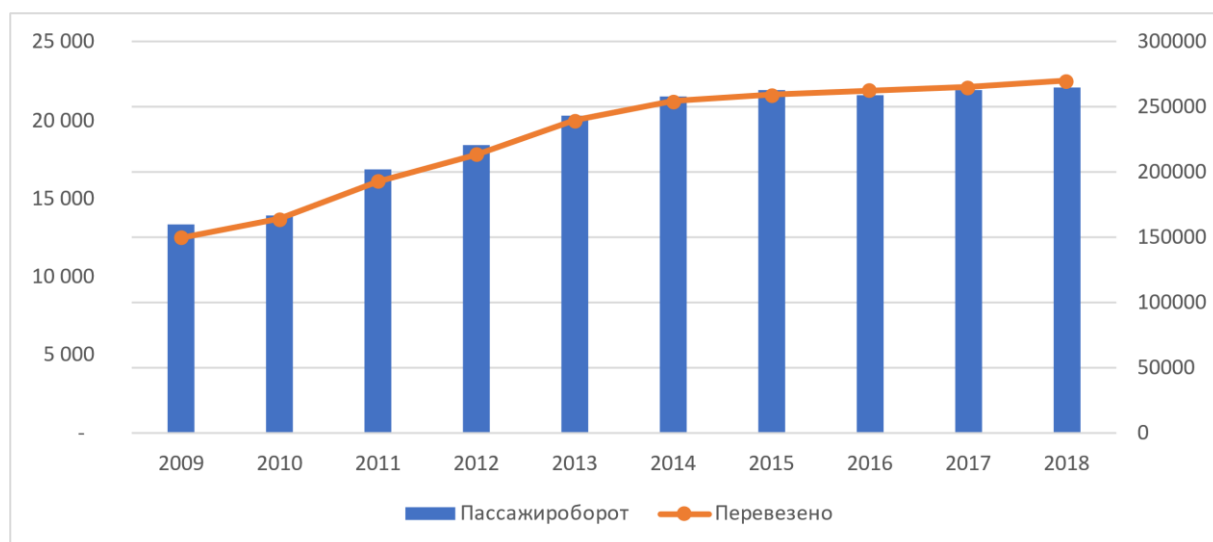
За прошедшие 12 лет объем транспортированных грузов различными видами перевозок увеличился в 1,9 раза с 2,1 млрд т в 2007 году до 4,1 млрд т в 2018 году. Оборот груза за такое же время увеличился 1,7 раза с 350 453,6 млн до 609 533,2 млн, в среднем вырастает на 5,3% каждый год.

Увеличились пассажирские перевозки в 1,9 раза с 11 807 млн человек в 2009 году до 23 013 млн человек в 2018 году. Оборот пассажиров за это время умножился в 2,2 раза с 130 834 млн до 281 484,1 млн. На рис. 1 представлена динамика объема пассажирских и грузовых перевозок 2009-2018 гг.

Мониторюемая тенденция постоянно растущего спроса на сервис транспорта со стороны народа и бизнеса показывает о наиболее важной социально-экономической партии транспортной сферы в совершенствовании Республики Казахстан.



а)



б)

Рисунок 1 – Динамический показатель услуг автотранспорта в 2009-2018 гг.:  
а) перевозка грузов; б) пассажирские перевозки

В Программе [2] был обозначен ряд существующих проблем в дорожной инфраструктуре, в частности:

- слабая экономическая рентабельность расходов по восстановлению и содержанию сети дорог. Существенная величина дорог областного и районного значения нуждается в немалых затратах на их восстановление и содержание, большая часть которых не соответствует потраченным затратам, но играют огромную социальную роль;

- слабая система проверки качества выполняемых дорожных работ, нарушение технологии выполняемых производственных работ, а также применение низких по качеству строительных материалов приводят к такому итогу, что придерживание достигнутых после восстановления технико-эксплуатационных характеристик дорожной одежды не снабжаются в течение полного срока эксплуатации установленными нормативами;

- слабый уровень использования новшеств при строительстве, восстановлении и дальнейшем содержании автотранспортных дорог. Низкая вовлеченность дорожных предприятий в использование новшеств с незначительным бюджетированием научных исследований в этой сфере формируют все большую брешь и отставание страны в технологическом росте по сравнению с такими же предприятиями в более развитых странах. В итоге себестоимость выполняемых работ по строительству, восстановлению и содержанию автотранспортных дорог довольно высока, тем временем их техническое состояние и качество работ нередко остаются на низком уровне.

Эффективным способом снижения финансовых затрат на обслуживание транспортной сети является использование современных материалов и технологий строительства дорожных покрытий с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. Применение цементобетона в

данном случае позволяет значительно повысить долговечность дорожного покрытия. Качество дорожного покрытия из цементобетона во многом зависит от рационального подбора его состава.

### Материалы и методы

Для получения качественных цементобетонных дорог в развитых странах определены требования к его укладке, которые включают в себя условие к цементу, внутренним заполнителям, показателю прочности бетона, объему использованного воздуха, отпор скольжению, наружной обработке и уходу за бетоном (параметры герметиков и материалов для дальнейшего заполнения швов), приведенными в табл. 1.

Таблица 1 – Требования к цементу [3]

№ п/п	Цемент согласно с DIN EN 197-1/ DIN 1164-10	Больше всего соответствующий вид цемента ДСТУ Б В.2.7-46:2010	Общие требования	Дополнительные требования
1	СЕМ I 32,5 N	ПЦ I-400-Н	Состав $\text{Na}_2\text{O}$ -эквивалент от 0,8 до 1,05% в зависимости от типа цемента. Время начала схватывания цементного раствора при 20 °С $\geq 2$ часа Температура цемента $\leq 80$ °С	Водопотребность (НГЦТ) $\leq 28,0\%$ Прочность на сжатие на 2 сутки $\leq 29,0$ Н/мм <sup>2</sup> (DIN EN 196-6) Удельная поверхность по Блейну $\leq 3500$ см <sup>2</sup> /г (DIN EN 196-6) По согласованию с потребителем
2	СЕМ I 42,5 N	ПЦ I-500-Н		
3	СЕМ II/A-S1)	ПЦ II/A-III		
4	СЕМ II/B-S1)	ПЦ II/B-III		
5	СЕМ II/A-T1)			
6	СЕМ II/B-T1)			
7	СЕМ II/A-LL1)			
	СЕМ III/A ( $\geq 42,5$ N)1)	ШПЦ III/A		
По классу прочности 32.5 (прибл. марка 400) или 42.5 (прибл. марка 500)				

### Требования к заполнителям:

- высокие условия к морозостойкости;
- высокие условия к составу органических загрязнений;
- условия к составу по фракции, чистоте заполнителей, а также форме зерен;
- повышенные условия к шлифуемости;
- повышенные условия к составу щелочей;
- шанс использовать переработанный бетон в крайнем слое покрытия;
- крупным заполнителям необходимо иметь среднюю плотность от 2000 до 3000 кг/м.

Наибольшая крупность щебня в цементобетонной смеси должна быть: для покрытий – 20 мм, для оснований – 40 мм. В бетонных покрытиях следует применять щебень фракций от 5(3) до 10 мм и свыше 10 до 20 мм, дозируемых отдельно. Список фракций в связи с наибольшей крупностью зерен заполнителя, а также требования к их свойствам указаны в табл. 2-5.

Таблица 2 – Список фракций в связи с наибольшей крупностью зерен заполнителя

Наибольшая крупность зерен, мм	Состав крупного заполнителя (фракция)
10	От 5 до 10 мм или от 3 до 10 мм
20	От 5(3) до 10 мм и св. 10 до 20 мм
40	От 5(3) до 10 мм, св. 10 до 20 мм и св. 20 до 40 мм

Применение фракции заполнителя с крупностью зерен от 3 до 10 мм допускается в случае использования в качестве мелкого заполнителя песков с модулем крупности не более 2,5.

Таблица 3 – Марки по прочности щебня и гравия для дорожного цементобетона [4]

Назначение цементобетона	Марка крупного заполнителя по прочности, не ниже		
	Щебень		Гравий и щебень из гравия
	из изверженных и метаморфических пород	из осадочных пород	
Однослойные покрытия и верхний слой двухслойных покрытий	1200	800	Др 8
Нижний слой двухслойных покрытий	800	600	Др 12

Таблица 4 – Марки по износу щебня и гравия для дорожных цементобетонов

Назначение бетона	Марка по истираемости в полочном барабане, не ниже		
	Щебень		Гравий и щебень из гравия
	из изверженных пород	из осадочных пород	
Однослойные покрытия и верхний слой двухслойных покрытий	И-I	И-I	И-I
Нижний слой двухслойных покрытий	И-III	И-III	И-III

Таблица 5 – Марки по морозостойкости щебня и гравия для дорожных цементобетонов

Назначение бетона	Марка по морозостойкости щебня и гравия для бетона, эксплуатируемого в районах со среднемесячной температурой наиболее холодного месяца		
	от 0 до минус 5°C	от минус 5 до минус 15°C	ниже минус 15°C
	Однослойные покрытия и верхний слой двухслойных покрытий	F50	F100
Нижний слой двухслойных покрытий	F25	F50	F100

### Результаты и обсуждения

Для определения эффективности применения цементобетонных покрытий в дорожном строительстве был проведен анализ сравнения показателей асфальто- и цементобетонных дорог (табл. 6).

Таблица 6 – Сравнительный анализ асфальто- и цементобетонных дорог [5]

Наименование показателей	Типы покрытий	
	Цементобетонные	Асфальтобетонные
Срок эксплуатации без ремонта	20-30 лет	5-8 лет
Безопасность проезда (есть ли повреждения полотна, безопасная работа дорожных работников, деформации пластического характера)	Повышенная	Стандартная
Ограниченные поездки крупных ТС при высокой плюсовой температуре	Нет	Есть
Устойчивость к бензинам или к маслам	Высокая	Низкая
Устойчивость к экстремальным условиям погоды (мороз-тепло- жар)	Устойчивая	Неустойчивая
Бюджет строительства дорог	Экономическое преимущество строительства бетонных дорог при учете длительной эксплуатации, затрат на ремонт покрытия и улучшенных характеристик.	Первоначальное экономическое преимущество. Рост конечной стоимости с увеличением времени эксплуатации дороги
Начало рабочего движения по дороге после строительных работ	После достижения требуемой прочности бетона	Практически сразу после обустройства
Экономия топлива транспортных средств	Есть, до 20% грузовых ТС, до 12% легковых ТС	Нет
Использование сырьевых материалов	Местный цемент и инертные материалы возможность рециклинга материалов экономия на подстилающем слое дороги	Импортный и отечественный битум местные инертные материалы
Экономия электроэнергии на освещение нет есть	Нагревание в летний период (негативное влияние на микроклимат городов) сильное среднее	Влияние на экологию негативное менее негативное
Степень шума при движении	Возможность регулировать обработкой, может быть ниже, чем у асфальта	Стандартный

### Заключение

Таким образом, цементобетонные дороги являются действенным решением в улучшении транспортно-логистических вопросов, в свою очередь разрешение данных вопросов является важным аспектом в развитии экономики страны. Эффективность применения цементобетонных покрытий в сравнении с асфальтобетонными с учетом эксплуатационных характеристик и финансовых затрат на строительство неоспоримо свидетельствует о важности всестороннего подхода. Однако также немаловажным аспектом является технологический процесс строительства и эксплуатация цементобетонных дорог.

**Литература:**

1. Solonenko I. *The use of cement concrete pavements for roads, depending on climatic conditions. Tehnički glasnik.* – 2019. – Т. 13. – №3. – С. 235-240. DOI: <https://doi.org/10.31803/tg-20190518181647>
2. *Государственная программа «Нұрлы жол» 2015-2020.*
3. *ГОСТ 10178–85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.*
4. *ГОСТ 8267–93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.*
5. *ГОСТ 26633–2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.*

**References**

1. Solonenko I. *The use of cement concrete pavements for roads, depending on climatic conditions. Tehnički glasnik.* – 2019. – Т. 13. – №3. – С. 235-240. <https://doi.org/10.31803/tg-20190518181647>
2. *Gosudarstvennaya programma «Nurlyi zhol» 2015-2020.*
3. *GOST 10178–85 Portlandtsement i shlakoportlandtsement. Tehnicheskie usloviya.*
4. *GOST 8267–93 Scheben i graviy iz plotnyih gornyih porod dlya stroitelnyih rabot. Tehnicheskie usloviya.*
5. *GOST 26633–2015 Betonyi tyazhelye i melkozernistyie. Tehnicheskie usloviya.*

**Д.С. Дюсембинов<sup>1</sup>, Ж.А. Шахмов<sup>1\*</sup>, А.А. Жұмағұлова<sup>2\*</sup>,  
Қ.Қ. Мұхамбетқалиев<sup>1</sup>, Д.Н. Кадырханова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ШЖҚ РМК «Жол активтерінің ұлттық сапа орталығы», Астана, Қазақстан

<sup>2</sup>КЕАҚ «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті», Астана, Қазақстан

**Авторлар туралы ақпарат:**

Дюсембинов Думан Серикович – техника ғылымдарының кандидаты, сарапшы, «Жол активтерінің ұлттық сапа орталығы» шаруашылық жүргізу құқығындағы Республикалық мемлекеттік кәсіпорын сарапшысы, Астана, Қазақстан

<http://orcid.org/0000-0001-6118-5238>, email: [dusembinov@mail.ru](mailto:dusembinov@mail.ru)

Шахмов Жанболат Ануарбекович – философия докторы, доцент, сарапшы, «Жол активтерінің ұлттық сапа орталығы» шаруашылық жүргізу құқығындағы Республикалық мемлекеттік кәсіпорын сарапшысы, Астана, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0003-1680-5287>, email: [zhanbolat8624@mail.ru](mailto:zhanbolat8624@mail.ru)

Жұмағұлова Адия Асқарқызы – техника ғылымдарының кандидаты, «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті» Коммерциялық емес Акционерлік Қоғам, Астана, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-6310-2501>, email: [zaaskarovna@gmail.com](mailto:zaaskarovna@gmail.com)

Мұхамбетқалиев Қайрат Қуанышқалиұлы – техника ғылымдарының кандидаты, «Жол активтерінің ұлттық сапа орталығы» шаруашылық жүргізу құқығындағы Республикалық мемлекеттік кәсіпорын сарапшысы, Астана, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-8237-8052>, email: [k.mukhambetkaliev@sapaortalygy.kz](mailto:k.mukhambetkaliev@sapaortalygy.kz)

Кадырханова Данагүл Нұрланқызы – техника ғылымдарының магистрі, «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті» Коммерциялық емес Акционерлік Қоғам, Астана, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-1396-1973>, email: [dana.kad98@gmail.com](mailto:dana.kad98@gmail.com)

## **ЦЕМЕНТ БЕТОН АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ**

**Андатпа.** Мақалада шет елдерде және Қазақстанда цемент-бетон жолдарын қолдану тәжірибесі, сондай-ақ елде жол көлігі қызметтерін пайдалану көлемінің динамикасы қарастырылады. Негізгі техникалық және пайдалану сипаттамалары бойынша асфальт

*және цементбетонды жолдарға салыстырмалы талдау берілген. Талдау нәтижелері бойынша цемент-бетонды жолдардың артықшылығы көбірек екендігі туралы қорытындылар жасалды.*

**Түйін сөздер:** *цемент, асфальтбетон, цементбетон, фракция, жол төсемі, жол киімі.*

**D.S. Dusembinov<sup>1</sup>, Z.A. Shakhmov<sup>1\*</sup>, A.A. Zhumagulova<sup>2\*</sup>,  
K.K. Mukhambetkaliyev<sup>1</sup>, D.N. Kadyrkhanova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RSE on REU «National Center for the Quality of Road Assets», Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup>NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Astana, Kazakhstan

**Information about the authors:**

Dusembinov Duman Serikovich – candidate of technical sciences, expert, Republican State Enterprise on the Right of Economic Use «National Center for the Quality of Road Assets», Astana, Kazakhstan  
<http://orcid.org/0000-0001-6118-5238>, email: [dusembinov@mail.ru](mailto:dusembinov@mail.ru)

Shakhmov Zhanbolat Anuarbekovich – PhD, Associate Professor, expert, Republican State Enterprise on the Right of Economic Use «National Center for the Quality of Road Assets», Astana, Kazakhstan  
<https://orcid.org/0000-0003-1680-5287>, email: [zhanbolat8624@mail.ru](mailto:zhanbolat8624@mail.ru)

Zumagulova Adiya Askarovna – candidate of technical sciences, Non-Profit Joint Stock Company «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Astana, Kazakhstan  
<https://orcid.org/0000-0002-6310-2501>, email: [zaaskarovna@gmail.com](mailto:zaaskarovna@gmail.com)

Muhambetkaliyev Kayrat Kuanshkalievich – candidate of technical sciences, Republican State Enterprise on the Right of Economic Use «National Center for the Quality of Road Assets», Astana, Kazakhstan  
<https://orcid.org/0000-0002-8237-8052>, email: [k.mukhambetkaliyev@sapaortalygy.kz](mailto:k.mukhambetkaliyev@sapaortalygy.kz)

Kadyrkhanova Danagul Nurlanovna – master of technical sciences, Non-Profit Joint Stock Company «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Astana, Kazakhstan  
<https://orcid.org/0000-0002-1396-1973>, email: [dana.kad98@gmail.com](mailto:dana.kad98@gmail.com)

## **EFFICIENCY OF USING OF CEMENT CONCRETE ROADS**

**Abstract.** *The article discusses the experience of using cement concrete roads in foreign countries and Kazakhstan, as well as the dynamics of the volume of use of road transport services in the country. A comparative analysis of asphalt and cement concrete roads in terms of main technical and performance characteristics is given in the article. Based on the results of the analysis it is concluded that cement concrete roads have more advantages.*

**Keywords:** *cement, asphalt concrete, cement concrete, fraction, roadbed, road clothing.*