

Технические науки. Строительство

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.4-2025-03>

УДК: 624-21-9

МРНТИ: 73.31.13

Предложения по ремонту цементобетонных покрытий на подходах к автодорожным мостовым сооружениям

*¹ Утепбергенов Ж.Е., ¹ Аманов Ж.А., ¹ Қасымхан Н.А., ¹ Атамуратов Б. А.

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

*Автор-корреспондент e-mail: zhan_mostovik@mail.ru

<p>Поступила: 02 сентября 2025 Рецензирование: 15 декабря 2025 Принята в печать: 15 декабря 2025</p>	<p>Аннотация Долговечность цементобетонных покрытий на подходах к автодорожным мостовым сооружениям во многом определяется образованием продольных сквозных трещин, приводящих к ускоренному разрушению покрытия и основания вследствие проникновения влаги. В статье предложен и исследован усовершенствованный способ ремонта монолитных цементобетонных покрытий на основе модифицированного метода поперечного анкерования, ориентированный на участки автомобильных дорог с высокой интенсивностью движения. Технология предусматривает изменение геометрии анкеровки, включая увеличение угла бурения и сокращение расстояния от трещины, что упрощает строительные операции и повышает надёжность ремонта. Метод апробирован на опытном участке автомобильной дороги Алматы–Шелек–Хоргос с последующим трёхлетним визуальным и инструментальным мониторингом. В течение всего периода наблюдений не выявлено дальнейшего развития трещин, просадок покрытия и структурных дефектов. Техничко-экономический анализ показал, что модифицированный метод обеспечивает почти пятнадцатикратное снижение стоимости ремонта по сравнению с полной заменой плит, а также существенно сокращает сроки работ и ограничения движения. Полученные результаты подтверждают эффективность и целесообразность применения предложенного метода в условиях эксплуатации Республики Казахстан. Ключевые слова: автомобильные дороги, мостовые сооружения, подходы к мостам, цементобетонные монолитные покрытия, трещины, анкеровка трещин</p>
<p>Утепбергенов Ж.Е.</p>	<p>Информация об авторах: Магистрант кафедры «Транспортное строительство и урбанистика», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-0820-8355. E-mail: zhan_mostovik@mail.ru</p>
<p>Аманов Ж.А.</p>	<p>Магистрант кафедры «Транспортное строительство и урбанистика», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-4230-2731. E-mail: Zhanbolat1307@mail.ru</p>
<p>Қасымхан Н.А.</p>	<p>Магистрант кафедры «Транспортное строительство и урбанистика», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-6391-7886. E-mail: Kasymkhan97@mail.ru</p>
<p>Атамуратов Б. А.</p>	<p>Магистрант кафедры «Транспортное строительство и урбанистика», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-4306-9750. E-mail: beka_98.17@mail.ru</p>

Техникалық ғылымдар. Құрылыс

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.4-2025-03>

ӘОЖ: 624-21-9

GTAMP: 73.31.13

Автожол көпір құрылыстарына кіреберістерде цементбетон жабындарын жөндеу бойынша ұсыныстар***¹ Утепбергенов Ж.Е., ¹ Аманов Ж.А., ¹ Қасымхан Н.А., ¹ Атамуратов Б.А.**¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент e-mail: zhan_mostovik@mail.ru

<p>Мақала келді: 02 қыркүйек 2025 Сараптамадан өтті: 15 желтоқсан 2025 Қабылданды: 15 желтоқсан 2025</p>	<p>Түйіндеме Автомобиль жолдарындағы көпірлік құрылыстарға кіреберіс учаскелердегі цементбетон жабындарының ұзақ мерзімділігі көбінесе ылғалдың енуі салдарынан жабын мен негіз қабаттарының жедел бұзылуына әкелетін бойлық өтпелі жарықтардың пайда болуымен айқындалады. Мақалада қозғалыс қарқындылығы жоғары автомобиль жолы учаскелеріне арналған, поперечное анкерование әдісінің түрлендірілген нұсқасына негізделген монолитті цементбетон жабындарын жөндеудің жетілдірілген тәсілі ұсынылып, зерттелген. Ұсынылатын технология анкеровка геометриясын өзгертуін, оның ішінде бұрғылау бұрышының ұлғаюын және жарықтан қашықтықтың қысқартылуын көздейді, бұл құрылыс жұмыстарын жеңілдетіп, жөндеудің сенімділігін арттырады. Әдіс Алматы–Шелек–Хоргос автомобиль жолының тәжірибелік учаскесінде сынақтан өткізіліп, кейін үш жылдық визуалды және аспаптық мониторинг жүргізілді. Бақылау кезеңі бойында жарықтардың одан әрі дамуы, жабынның шөгуге және құрылымдық ақаулар анықталған жоқ. Техникалық-экономикалық талдау түрлендірілген әдістің плиталарды толық ауыстырумен салыстырғанда жөндеу құнын шамамен он бес есе азайтатынын, сондай-ақ жұмыстардың мерзімін және қозғалысты шектеу уақытын едәуір қысқартатынын көрсетті. Алынған нәтижелер ұсынылған әдісті Қазақстан Республикасының пайдалану жағдайларында қолданудың тиімділігі мен орындылығын растайды. Кілт сөздер: автомобиль жолдары, көпір құрылыстары көпірлерге жақындау, цемент-бетонды монолитті жабындар, жарықтар, жарықтарды анкерлеу</p>
<p>Утепбергенов Ж.Е.</p>	<p>Авторлар туралы ақпарат: Көлік құрылысы және урбанистика кафедрасының магистранты, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-0820-8355. E-mail: zhan_mostovik@mail.ru</p>
<p>Аманов Ж.А.</p>	<p>Көлік құрылысы және урбанистика кафедрасының магистранты, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-4230-2731. E-mail: Zhanbolat1307@mail.ru</p>
<p>Қасымхан Н.А.</p>	<p>Көлік құрылысы және урбанистика кафедрасының магистранты, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-6391-7886. E-mail: Kasymkhan97@mail.ru</p>
<p>Атамуратов Б.А.</p>	<p>Көлік құрылысы және урбанистика кафедрасының магистранты, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-4306-9750. E-mail: beka_98.17@mail.ru</p>

Technical Sciences. Construction

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.4-2025-03>

UDC: 624-21-9

IRSTI: 73.31.13

Proposals for the repair of cement-concrete pavements on approaches to road bridge structures***¹ Utepbergenov Zh.E., ¹ Amanov Zh.A., ¹ Kasymhan N.A. ¹ Atamuratov B.A.**¹ Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author e-mail: zhan_mostovik@mail.ru

<p>Received: 02 September 2025 Peer-reviewed: c15 December 2025 Accepted: 15 December 2025</p>	<p>Abstract</p> <p>The durability of cement concrete pavements on approaches to highway bridge structures is largely determined by the formation of longitudinal through cracks, which lead to accelerated deterioration of the pavement and base layers due to moisture penetration. This paper proposes and investigates an improved repair method for monolithic cement concrete pavements based on a modified transverse anchoring technique, intended for highway sections with high traffic intensity. The technology involves changes in anchoring geometry, including an increased drilling angle and a reduced distance from the crack, which simplifies construction operations and improves repair reliability. The method was tested on a pilot section of the Almaty–Shelek–Khorgos highway, followed by three years of visual and instrumental monitoring. Throughout the observation period, no further crack propagation, pavement settlement, or structural defects were identified. A techno-economic analysis showed that the modified method provides an almost fifteenfold reduction in repair costs compared to full slab replacement, while also significantly reducing repair duration and traffic restrictions. The results confirm the effectiveness and feasibility of applying the proposed method under the operating conditions of the Republic of Kazakhstan.</p> <p>Keywords: highways, bridge structures, approaches to bridges, cement-concrete monolithic coatings, cracks, anchoring of cracks.</p>
<p><i>Utepbergenov Zh.E.</i></p>	<p>Information about authors: Master's student of the Department of Transport construction and urban planning, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-0820-8355. E-mail: zhan_mostovik@mail.ru</p>
<p><i>Amanov Zh.A.</i></p>	<p>Master's student of the Department of Transport construction and urban planning, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-4230-2731. E-mail: Zhanbolat1307@mail.ru</p>
<p><i>Kasymhan N.A.</i></p>	<p>Master's student of the Department of Transport construction and urban planning, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-6391-7886. E-mail: Kasymkhan97@mail.ru</p>
<p><i>Atamuratov B.A.</i></p>	<p>Master's student of the Department of Transport construction and urban planning, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-4306-9750. E-mail: beka_98.17@mail.ru</p>

1. Введение

Развитие транспортной инфраструктуры Республики Казахстан в последние десятилетия характеризуется активным внедрением современных конструктивных решений дорожных одежд, в том числе применением монолитных цементобетонных покрытий на автомобильных дорогах республиканского значения [1,2]. В 2006 году стартовал проект строительства первой в Казахстане автомобильной дороги с цементобетонным монолитным покрытием. По данным АО «НК «ҚазАвтоЖол», на сегодняшний день общая протяженность автомобильных дорог с цементобетонным монолитным покрытием достигла более 1628 километров [3] (7% дорог республиканского значения), которые расположены на главных транспортных коридорах нашей страны, таких как Западная Европа – Западный Китай, Центр-Юг и др.

Несмотря на высокую несущую способность и долговечность цементобетонных покрытий, в процессе эксплуатации под воздействием транспортных нагрузок, климатических факторов и водно-тепловых процессов неизбежно происходит накопление дефектов. К числу наиболее характерных повреждений относятся шелушение поверхности, образование усталостных трещин, сквозные продольные трещины, коробление плит, а также снижение коэффициента сцепления покрытия. Особую опасность представляют сквозные продольные трещины, так как они способствуют проникновению влаги в конструкцию дорожной одежды, вызывая ускоренное разрушение основания и земляного полотна [4,5].

На рисунке 1, приведена конструкция жёсткой дорожной одежды из цементобетонного монолитного покрытия, эксплуатируемая на автомобильной дороге «Западная Европа – Западный Китай» участок «Алматы-Шелек-Хоргос», в Алматинской области, запроектированной по СП РК 3.03-103-2014 [6]. В плане, покрытие, состоит из нескольких монолитных секций, разделенных деформационными швами сжатия, в усиленных анкерами, как показано на рисунке 2.

С момента строительства первых автомобильных дорог с цементобетонным монолитным покрытием прошло более 10 лет и под влиянием постоянных транспортных нагрузок, климата и прочих воздействий неизбежно происходит износ дорожных покрытий и образование различных дефектов. В процессе эксплуатации цементобетонных монолитных покрытий проявляются следующие дефекты: шелушение цементобетонного покрытия, образование поверхностных (усталостных) трещин, сквозные продольные трещины, эффект «коробления» плит в летний период, снижение коэффициента сцепления поверхности покрытия и т.д. [7,8].



Рисунок 1. Пример конструкции дорожной одежды с жестким типом покрытия из монолитного цементобетона на автомобильной дороге «Алматы-Шелек-Хоргос» [собственный материал]

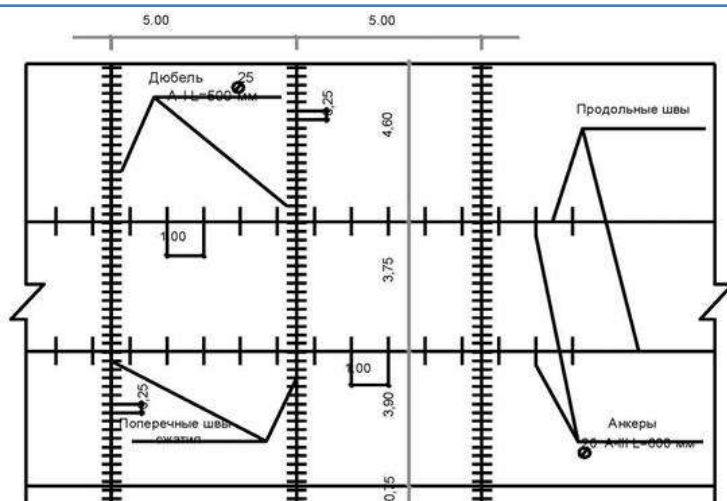


Рисунок 2. Схема размещения деформационных швов, на монолитном цементобетонном покрытии [3].

Образование данных дефектов и методика по их устранению требуют особого внимания и изучения, так как в последующем проводимый ремонт должен быть эффективным и служить гарантом обеспечения высокого уровня транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог, в течении межремонтных сроков службы.

2. Материалы и методы

Наиболее распространённым дефектом на подходах к мостовым сооружениям являются сквозные продольные трещины в монолитном цементобетонном покрытии, см. Рисунок 3. Данный дефект сильного влияния на безопасность дорожного движения не имеет, но при этом в долгосрочной перспективе может весьма негативно повлиять на общий срок службы цементобетонного покрытия, основания дорожной одежды и земляного полотна. В большинстве случаев сквозные продольные трещины наблюдаются на автомобильных дорогах ІВ-технической категорий, на краевых полосах движения.



Рисунок 3. Сквозные продольные трещины в монолитном цементобетонном покрытии [собственный материал]

Образованию продольных трещин на краевых полосах движения на дорогах первой категории [9], с монолитным цементобетонным покрытием способствуют два фактора:

- Большая интенсивность движения на автомобильной дороге, и особенно большегрузных автотранспортных средств,двигающихся по крайней полосе движения;
- Переувлажнение обочины и земляного полотна автомобильной дороги.

Переувлажнению земляного полотна происходит в весенний период под влиянием паводков и таяния снега. В зимний период во время проведения снегоочистительных работ, снег складывают на обочинах. Весной скопившийся снег на обочинах оттаивает, и образовавшаяся влага впитывается в обочину, а затем в земляное полотно, что приводит к переувлажнению. С похожей проблемой сталкиваются и наши коллеги из Узбекистана [10] и России [11,12].

Нельзя не учитывать опыт дорожников из США, так как именно в этой стране в далёком 1891 году впервые была построена автомобильных дорога в покрытии которой использовался портландцемент. Опыт американских коллег заключается в обеспечении своевременного ремонта цементобетонного покрытия и недопущению проникновения влаги в основание дороги. Соблюдение данных требований позволяет им увеличить срок службы до 50 лет. Как показывает практика в большинстве стран мира, в том числе и США, самым распространённым решением данной проблемы является локальная замена плит цементобетонного покрытия, что показано на Рисунке 4. [13]

Замена плиты цементобетонного покрытия, на сегодняшний день, для условий Казахстана, является весьма дорогостоящим и трудозатратным решением, и его реализация может быть некачественной, особенно, в отдаленных регионах страны где отсутствуют бетонные заводы и материалы необходимые для приготовления качественной бетонной смеси.

Одним из вариантов решения устранения дефекта сквозных продольных трещин является «метод перекрестной анкеровки трещины», предложенный АО «КаздорНИИ» [14], см. Рисунок 5. При ремонте трещин выполняют работы, в следующей последовательности:

- разделить поперечную трещину на ширину до 5-7 мм на глубину до 2,5 - 3 см;
- произвести разработку и очистку ремонтных полостей на глубину до 12 см;
- установить дюбели на глубину 12 см из расчета 5 шт. на 1 плиту;
- заделать ремонтные полости ремонтным составом;
- залить шов мастикой с применением специального оборудования (заливщиком швов).



Рисунок 4. Зарубежный метод ремонта - полная замена цементобетонной плиты покрытия [12]

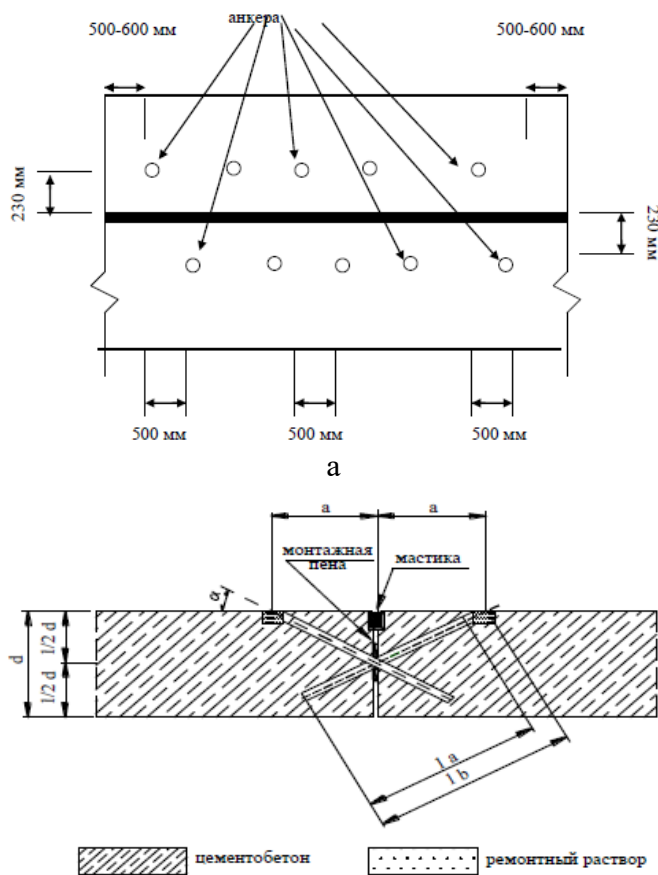
При заливке возможно использование мастики или других материалов, с показателями, соответствующими приведенным в таблице 1. Анкерование выполняется в парном порядке под углом 30° к горизонтальной плоскости. В соответствии с рисунком 5, длина анкера составляет 450 мм, диаметр 25-30 мм. Минимальное количество анкеров составляет 5 пары на плиту. Отступ от трещины - 230мм.

Основываясь на данных, проведены работы по ремонту продольных трещин на автомобильных дорогах, находящихся в управлении Национального оператора сети республиканских дорог АО НК «ҚазАвтоЖол», и выявлены особенности выполнения работ по ремонту продольных трещин:

- бурение под углом 30° к горизонтальной плоскости выполнять сложно, т.к. при ручном бурении перфоратор соскальзывает;
- тонкий слой бетонной поверхности над сверлом начинает скалываться при бурении, что ведёт к дополнительным ремонтным затратам.

3. Результаты и обсуждение

Анализируя особенности выполнения работ по ремонту продольных трещин, пришли к выводу изменить способ анкеровки - выполнить устройство отверстий для анкеров под углом 45° (направленных к друг-другу) с обеих сторон трещины с отступом отверстий от трещины на 15-20см. Шаг анкеровки 50см и технологический регламент работ остался без изменений. В связи с предложенными изменениями, на опытном участке, на 25 км автомобильной дороги «Алматы-Шелек-Хоргос», выполнен пробный ремонт, показан на рисунке 6.



б

Рисунок 5. Конструкция анкеровки: а) Плановое положение анкеровки; б) Поперечное сечение анкеровки [3]

В целях предотвращения попадания влаги через трещину в основание дороги производится процедура герметизации трещины путем заливки в нее горячей мастики с высокими адгезионными характеристиками, соответствующими Таблице 1, что показано на Рисунке 7. И кроме этого, складирование снега на обочине запретили, снег сбрасывали в основание насыпи.

Описанные выше работы были проведены в апреле 2022 году. Визуальные и инструментальные наблюдения за опытным участком ремонта, в течении трех лет, не выявили просадок покрытия и роста трещин.

Для определения экономического эффекта произведены расчеты для сравнения двух способов ремонта, ремонт цементобетонного покрытия по опыту США и модернизированного «метода перекрестной анкеровки», технико-экономические показатели приведены в таблице 2. Расчёт выполнен по основным показателям, без учёта работы человеко-часов и машино-часов.

Таблица 1. Показатели мастики для заливки трещин

Показатели	Температура размягчения по методу кольца и шара (КиШ), °С, не ниже	Температура хрупкости по Фраасу, °С, не выше	Относительное удлинение при растяжении на разрыв, %, не менее	
			при + 20 °С	при - 20 °С
	90	- 40	450	100



Рисунок 6. Устройство перекрёстного анкерования продольной трещины (опытный участок) [собственный материал]



Рисунок 7. Герметизация трещин (опытный участок) [собственный материал]

Таблица 2. Техничко-экономические показатели ремонта одной плиты цементобетонного покрытия размерами 4,5х5,0х0,25 метра

Показатели	Полная замена плиты	Перекрестная анкеровка	Экономия, %
Срок службы, лет	25	25	-
Устройство монолитной цементобетонной плиты В35, (тенге)	835 285*	-	-

Перекрестное анкерирование с гермитизацией трещины, (тенге)	-	52 543	-
Количество рабочих на объекте	8	4	100%
Продолжительность ремонта, дней	5	1	400%
Время закрытия участка ремонта, дней	28	2	1300%
Стоимость ремонта, в ценах 2025г, тенге	835 285	52 543	1489%

* - Коммерческая стоимость для Алматинского региона.

4. Заключение

Все показатели применения технологии «перекрестной анкеровки» являются весьма эффективными, особенно по срокам проведения работ, экономия по стоимости работ - составляет почти 15 раз. Использование новых технологий и внедрение опыта эксплуатации наших дорожников, является хорошим альтернативным примером опыту других стран. В процессе внедрения «метода перекарестной анкеровки» определены работы, упрощающие технологию ведения ремонта (увеличение угла наклона сверла и уменьшение отступа от края трещины), и снижающие увлажнение земляного полотна (уборка сугробов с обочин высоких насыпей), особенно на подходах к мостовым сооружениям. Предложенная модернизация ремонта трещин, ведёт к сохранению текущих показателей транспортно-эксплуатационного состояния и продлению сроков службы монолитных цементобетонных покрытий [15], что является одной из актуальных задач дорожников Казахстана.

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

Ссылка на данную статью: Утепбергенов Ж.Е., Аманов Ж.А., Қасымхан Н.А. Предложения по ремонту цементобетонных покрытий на подходах к автодорожным мостовым сооружениям // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyнын Khabarshysy. 2025; 4 (12). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.4-2025-03>

Cite this article as: Utepbergenov Zh.E., Amanov Zh.A., Kasymhan N.A. Predlojenia po remontu cementobetonnih pokrytii na podhodah k avtodorojnim mostovim soorujeniam [Proposals for the repair of cement-concrete pavements on approaches to road bridge structures]. Vestnik Kazhskogo avtomobil'no-dorozhnogo instituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyнын Khabarshysy. 2025; 4 (12). (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.4-2025-03>

Литература

1. Samiyeva, G., Moldakenova, Y., & Utegenova, Z. (2022). Comprehensive analysis of the state of the transport infrastructure of the Republic of Kazakhstan. *Bulletin of "Turan" University*. <https://doi.org/10.46914/1562-2959-2022-1-4-262-274>.
2. Bazarbekova, M., Assipova, Z., Molgazhdarov, A., & Yessenov, M. (2018). Review of transportation modes in Kazakhstan region, Central Asia. *Cogent Engineering*, 5. <https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1450799>.
3. СТ РК 1053-2011 Автомобильные дороги. Термины и определения, Астана 2011, 52с. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31406591
4. Dong, W., Liu, C., Bao, X., Xiang, T., & Chen, D. (2020). Advances in the Deformation and Failure of Concrete Pavement under Coupling Action of Moisture, Temperature, and Wheel Load. *Materials*, 13. <https://doi.org/10.3390/ma13235530>.
5. Pulecio-Díaz, J., Sol-Sánchez, M., & Moreno-Navarro, F. (2024). Effects of Relative Humidity and Temperature on the Drying Shrinkage of Roller-Compacted Concrete Pavements. *Infrastructures*. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9020022>.
6. СП РК 3.03-103-2014 Проектирование жестких дорожных одежд, Астана 2015, АО «КаздорНИИ». https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=32456615
7. Grosek, J., Zavřel, T., & Stryk, J. (2021). Mitigation possibilities of concrete pavement degradation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1039. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1039/1/012018>.

8. Zhao, H., Hu, Y., Tang, Z., Wang, K., Li, Y., & Li, W. (2022). Deterioration of concrete under coupled aggressive actions associated with load, temperature and chemical attacks: A comprehensive review. *Construction and Building Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126466>.
9. ПР РК 218-27-2014 Инструкция по диагностике и оценке транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог, Астана 2014, 218с. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=37657859
10. Urolova K., Urokov A., (2025) Maintenance of Cement Concrete Pavements: Defects and Their Elimination, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. 1 (2025), <https://doi.org/10.21070/acopen.10.2025.10512>.
11. Varakin M.Yu., Ovchinnikov I.G. Features of application of modern types of concrete in transport construction. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2020; 7(2). <https://doi.org/10.15862/22SATS220>.
12. Mieczkowski, P., & Budziński, B. (2018). Influence of Excessive Moisture in the Subgrade on the Durability and Load-Bearing Capacity of Road Pavements. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 356. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/356/1/012012>.
13. Радовский Б.С. (2012). «Первые представления о прочности и расчете дорожных одежд: Дорожные одежды до XX века», *Дорожная техника* 12(12) 120-133. https://highway.ucoz.ru/Id/0/67/prochnost_dorobj.pdf
14. РК 218-119-2014 Рекомендации по ремонту и содержанию цементобетонных покрытий автомобильных дорог, Астана 2014, АО «КаздорНИИ». https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39423147
15. СТ РК 1912-2009 Автомобильные дороги и улицы. Нормы и требования к эксплуатационному состоянию, Астана 2009, 11с. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31542265

References

1. Samiyeva, G., Moldakenova, Y., & Utegenova, Z. (2022). Comprehensive analysis of the state of the transport infrastructure of the Republic of Kazakhstan. *Bulletin of "Turan" University*. <https://doi.org/10.46914/1562-2959-2022-1-4-262-274>.
2. Bazarbekova, M., Assipova, Z., Molgazhdarov, A., & Yessenov, M. (2018). Review of transportation modes in Kazakhstan region, Central Asia. *Cogent Engineering*, 5. <https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1450799>.
3. СТ РК 1053-2011 Avtomobil'nye dorogi. Terminy i opredeleniya, Astana 2011, 52s. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31406591
4. Dong, W., Liu, C., Bao, X., Xiang, T., & Chen, D. (2020). Advances in the Deformation and Failure of Concrete Pavement under Coupling Action of Moisture, Temperature, and Wheel Load. *Materials*, 13. <https://doi.org/10.3390/ma13235530>.
5. Pulecio-Díaz, J., Sol-Sánchez, M., & Moreno-Navarro, F. (2024). Effects of Relative Humidity and Temperature on the Drying Shrinkage of Roller-Compacted Concrete Pavements. *Infrastructures*. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9020022>.
6. СП РК 3.03-103-2014 Proektirovanie zhestkikh dorozhnykh odezhd, Astana 2015, АО «КаздорНИИ». https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=32456615
7. Grosek, J., Zavřel, T., & Stryk, J. (2021). Mitigation possibilities of concrete pavement degradation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1039. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1039/1/012018>.
8. Zhao, H., Hu, Y., Tang, Z., Wang, K., Li, Y., & Li, W. (2022). Deterioration of concrete under coupled aggressive actions associated with load, temperature and chemical attacks: A comprehensive review. *Construction and Building Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126466>.

9. PR RK 218-27-2014 Instruktsiya po diagnostike i otsenke transportno-ekspluatatsionnogo sostoyaniya avtomobil'nykh dorog, Astana 2014, 218s. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=37657859
10. Urolova K., Urokov A., (2025) Maintenance of Cement Concrete Pavements: Defects and Their Elimination, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. 1 (2025), <https://doi.org/10.21070/acopen.10.2025.10512>.
11. Varakin M.Yu., Ovchinnikov I.G. Features of application of modern types of concrete in transport construction. Russian Journal of Transport Engineering. 2020; 7(2). <https://doi.org/10.15862/22SATS220>.
12. Mieczkowski, P., & Budziński, B. (2018). Influence of Excessive Moisture in the Subgrade on the Durability and Load-Bearing Capacity of Road Pavements. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 356. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/356/1/012012>.
13. Radovskij B.S. (2012). «Pervye predstavleniya o prochnosti i raschete dorozhnykh odezhd: Dorozhnye odezhdy do KhKh veka», *Dorozhnaya tekhnika* 12(12) 120-133. https://high-way.ucoz.ru/_ld/0/67_prochnost_dorog.pdf
14. RK 218-119-2014 Rekomendatsii po remontu i sodержaniyu tsementobetonnykh pokrytij avtomobil'nykh dorog, Astana 2014, АО «KazdorNII». https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39423147
15. ST RK 1912-2009 Avtomobil'nye dorogi i ulitsy. Normy i trebovaniya k ekspluatatsionnomu sostoyaniyu, Astana 2009, 11s. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31542265