

Технические науки. Архитектура и строительство

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-02>

УДК: 625.84

МРНТИ: 55.51.41

Опыт применения технологии микросюрфейсинг на автомобильных дорогах цементобетонного покрытия в Республике Казахстан***¹Еспаева Г.А., ¹Атамуратов Т.К.**¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: gul_m58@mail.ru**Аннотация**

В статье рассматривается технология защитного слоя износа «Микросюрфейсинг» и её применение в Республике Казахстан на примере объекта «Средний ремонт автомобильной дороги А-2 Граница РУ (на Ташкент) – Шымкент – Тараз – Алматы – Хоргос – через Кокпек, Коктал, Кайнар (с подъездами к границе РК и обходами Тараз, Кулан, перевала Кулан) км 632–674». Несмотря на то, что технология микросюрфейсинга применяется на автомобильных дорогах Казахстана с 2013 года, она сохраняет научную и технологическую новизну благодаря своей эффективности и экономической целесообразности. Метод заключается в нанесении холодных литьих эмульсионно-минеральных смесей (ЛЭМС) на поверхность дорожного покрытия, что позволяет защитить его от разрушений, продлить срок службы и снизить затраты на капитальный ремонт. В рамках проекта были проведены обследование покрытия, устранение дефектов, разработка состава ЛЭМС, подготовка поверхности и укладка смеси с использованием специализированного оборудования. По результатам весеннего обхода 2024 года на обработанном участке было выявлено менее 1% дефектов покрытия, что свидетельствует о высокой эффективности технологии микросюрфейсинга в условиях интенсивной эксплуатации автомобильных дорог Казахстана. Дальнейшее изучение и совершенствование технологии позволит ещё более повысить качество и долговечность дорожных покрытий, снизить эксплуатационные расходы и повысить безопасность движения.

Ключевые слова: микросюрфейсинг, слой износа, цементобетон, бетон, автодороги, покрытие

Поступила:
08 апреля 2024
Рецензирование:
21 мая 2024
Принята в печать:
03 июня 2024

Еспаева Г.А.**Информация об авторах:**

Кандидат технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7228-4813>. E-mail: gul_m58@mail.ru

Атамуратов Т.К.

магистрант образовательной программы 7М07314 – «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-2750-0900>. E-mail: takezhan.atamuratov@gmail.com

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыш

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-02>

ӘОЖ: 625.84

FTAMP: 55.51.41

Қазақстан Республикасында автомобиль жолдарында цементбетон жабыны Микросюрфейсинг технологиясын қолдану тәжірибесі

*¹Еспаева Г.А., ¹Атамуратов Т.К.

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

*Автор-корреспондент email: gul_m58@mail.ru

Түйіндеме

Мақалада «Микросюрфейсинг» тозудың қорғаныш қабатының технологиясы және оны Қазақстан Республикасында қолдану «А-2 РУ шекарасы (Ташкентке) – Шымкент – Тараз – Алматы – Қорғас – Көкпек, Көктал, Қайнар арқылы (КР шекарасына кіреберістермен және Тараз, Құлан айналма жолдарымен) автомобиль жолын орташа жөндеу» объектісінің мысалында қарастырылады. Құлан асуы) км 632-674". Микросюрфейсинг технологиясы Қазақстанның автомобиль жолдарында 2013 жылдан бастап қолданылғанына қарамастан, ол өзінің тиімділігі мен экономикалық орындылығының арқасында ғылыми және технологиялық жаңалықты сақтайды. Бұл әдіс жол төсемінің бетіне сүйек қуылған эмульсия-минералды қоспаларды (ЛАМС) жағудан тұрады, бұл оны бұзылудан қорғауға, қызмет ету мерзімін ұзартуға және күрделі жөндеу шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Жоба аясында жабынды тексеру, ақауларды жою, ЛЭМС құрамын әзірлеу, бетін дайындау және мамандандырылған жабдықты пайдалана отырып қоспаны төсеу жүргізілді. 2024 жылғы кектемгі аралау нәтижелері бойынша өндөлген участкеде жабын ақауларының 1% - дан азы анықталды, бұл Қазақстанның автомобиль жолдарын қарқынды пайдалану жағдайында Микросюрфейсинг технологиясының жоғары тиімділігін көрсетеді. Технологияны одан әрі зерделеу және жетілдіру жол жабындарының сапасы мен беріктігін одан әрі арттыруға, пайдалану шығындарын азайтуға және қозғалыс қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: микросюрфейсинг, тозу қабаты, цементбетон, бетон, жолдар, жабын.

Мақала келді:
08 сәуір 2024
Саралтамадан өтті:
21 мамыр 2024
Қабылданды:
03 маусым 2024

Еспаева Г.А.

Авторлар тұралы ақпарат:

Техника ғылымдарының кандидаты, "Көлік құрылышы және құрылыш материалдарын өндіру" кафедрасының профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7228-4813>. E-mail: gul_m58@mail.ru

Атамуратов Т.К.

Л. Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты «Көлік құрылышы және құрылыш материалдарын өндіру» кафедрасы 7M07314 – «Автомобиль жолдары мен аэродромдар құрылышы» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы қ, Қазақстан Республикасы. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-2750-0900>. E-mail: takezhan.atamuratov@gmail.com

Experience in the application of microsurfacing technology on cement-concrete roads in the Republic of Kazakhstan***¹Yespayeva G.A., ¹Atamuratov T.K.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: gul_m58@mail.ru

<p>Received: 08 April 2024 Peer-reviewed: 21 May 2024 Accepted: 20 May 2024</p>	<p>Abstract</p> <p>The article discusses the technology of the protective wear layer «Microsurfacing» and its application in the Republic of Kazakhstan on the example of the object «Average repair of the highway A-2 RU border (to Tashkent) – Shymkent – Taraz – Almaty – Khorgos – through Kokpek, Koktal, Kainar (with entrances to the border of the Republic of Kazakhstan and bypasses Taraz, Kulan, Kulan pass) km 632-674». Despite the fact that microsurfacing technology has been used on highways in Kazakhstan since 2013, it retains scientific and technological novelty due to its effectiveness and economic feasibility. The method consists in applying cold-cast emulsion-mineral mixtures (LEMS) to the surface of the pavement, which allows it to be protected from destruction, extend its service life and reduce the cost of major repairs. As part of the project, the coating was examined, defects were eliminated, the composition of the LAMS was developed, the surface was prepared and the mixture was laid using specialized equipment. According to the results of the spring 2024 inspection, less than 1% of coating defects were detected in the treated area, which indicates the high efficiency of microsurfacing technology in conditions of intensive operation of highways in Kazakhstan. Further study and improvement of the technology will further improve the quality and durability of road surfaces, reduce operating costs and improve traffic safety.</p> <p>Keywords: microsurfacing, wear layer, cement concrete, concrete, roads, coating</p>
<p>Yespayeva G.A.</p>	<p>Information about authors: Candidate of Technical Sciences, 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/0000-0001-7228-4813. E-mail: gul_m58@mail.ru</p>
<p>Atamuratov T.K.</p>	<p>Master's student of the educational program 7M07159 – "Transport Structures", Department of "Architectural and structural engineering", ALT MukhamedzhanTynyshpayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-2750-0900. E-mail: takezhan.atamuratov@gmail.com</p>

Введение

Технология защитного слоя износа «Микросюрфейсинг», несмотря на то что она применяется на автомобильных дорогах Республики Казахстан с 2013 года, по-прежнему сохраняет элементы научной и технологической новизны. Это связано с тем, что технология продолжает развиваться, а её практическая эффективность в условиях Казахстана подтверждается результатами как расчётных, так и практических исследований.

Микросюрфейсинг представляет собой устройство тонкого слоя износа,ключающего специальные битумно-минеральные смеси, которые наносятся на поверхность дорожного покрытия. Эта технология обеспечивает восстановление эксплуатационных характеристик автомобильных дорог, увеличивает срок их службы и способствует снижению расходов на капитальный ремонт. Одним из её ключевых преимуществ является возможность быстрого введения участка дороги в эксплуатацию после проведения работ, что минимизирует неудобства для пользователей [1-3].

Расчёты и данные натурных испытаний демонстрируют высокую эффективность микросюрфейсинга в условиях интенсивной эксплуатации казахстанских автомобильных дорог. Технология способствует улучшению сцепных свойств покрытия, снижению уровня шумности и увеличению водоотталкивающей способности покрытия. Экономическая выгода проявляется в сокращении затрат на содержание дорог и в снижении частоты проведения капитальных ремонтов.

Необходимость дальнейшего изучения технологических процессов микросюрфейсинга обусловлена стремлением повысить качество дорожного покрытия, адаптировать технологию к разнообразным климатическим и эксплуатационным условиям Казахстана, а также внедрить новые материалы и методы контроля качества. Расширение практики применения микросюрфейсинга позволит не только повысить долговечность дорог, но и повысить безопасность и комфорт дорожного движения.

Методы

В ходе среднего ремонта автомобильной дороги А-2 (км 632–674) применена технология защитного слоя износа Микросюрфейсинг. Этот метод предусматривает нанесение на цементобетонное покрытие литьих эмульсионно-минеральных смесей (ЛЭМС), включающих полимерно-битумную эмульсию, минеральные материалы, цемент, воду и добавки. Смесь наносится в два слоя общей массой 22–30 кг/м² с помощью специализированной техники (VSS Macropaver, Schafer, Roadsaver).

До укладки слоя износа проведено обследование покрытия, устранение дефектов (замена нижнего и верхнего слоёв покрытия, заделка трещин, обработка локальных шелушений), разработка состава ЛЭМС, очистка покрытия и розлив вяжущих материалов. Работы выполнялись в июне–ноябре 2022 года, что обеспечило надёжную защиту покрытия.

Результаты

При наступлении ремонтного срока автомобильных дорог цементобетонного покрытия, помимо разрушении, сколов и просадок на покрытии обнаруживаются такие дефекты как трещины и шелушение цементобетонного покрытия.

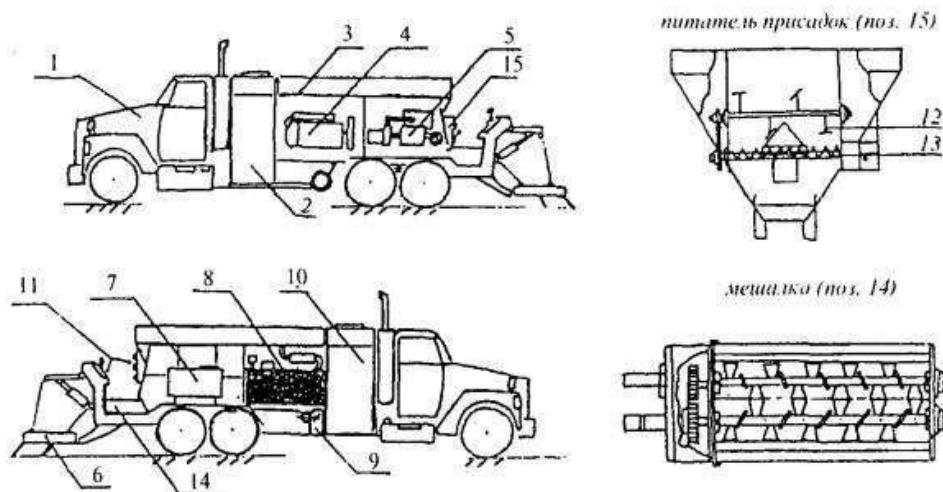
При составлении проектно-сметной документации на объект «Средний ремонт автомобильной дороги А-2 Граница РУ (на Ташкент)-Шымкент-Тараз-Алматы-Хоргос-через Кокпек, Коктал, Кайнар, (с подъездами к границе РК и обходами Тараз, Кулан, перевала Кулан) км 632-674», оператором республиканских дорог АО «НК «КазАвтоЖол» было принято решение после устранения дефектов на цементобетонном покрытии, для обеспечения защиты покрытия, для покрытия существующих шелушений и предотвращения

далнейшего его появления, использовать технологию защитного слоя износа Микросюрфейсинг.

Технология защитного слоя износа Микросюрфейсинг (англ. Microsurfacing) представляет собой холодные литые эмульсионно-минеральные смеси (коротко ЛЭМС). Данные смеси применяются для устройства тонких защитных слоев износа дорожных одежд и являются одним из видов поверхностной обработки. Методика заключается в холодном перемешивании полимерно-битумной эмульсии с каменным материалом на месте укладки. Укладка происходит двумя слоями общей массой 22-30кг ЛЭМС на 1м².

В целом, типовым составом ЛЭМС является следующее:

- Каменный материал (Песок, щебень, отсев, гравий).
- Эмульсия битумно-полимерная катионная.
- Цемент.
- Вода.
- Алюминий сульфат (в зависимости от температуры воздуха).



1 - тягач; 2 - бак для эмульсии; 3 - бункер минеральных материалов; 4 - двигатель силовой установки; 5 - гидромотор; 6 - навеска; 7 - бак раствора сульфата алюминия; 8 - масляный бак; 9 - водяная помпа; 10 - бак для воды; 11 - пульт управления; 12 – мешалка лопастная; 13 - шнековый дозатор; 14 – мешалка

Рисунок 1. Схема машины смесителя-распределителя ЛЭМС [2]

На данном рисунке показана типовая схема укладчика ЛЭМС. В типовой форме укладчика присутствуют емкости и бункера для всех необходимых материалов с их регуляторами и дозаторами, которые регулируются оператором на пульте управления. При его команде все материалы стекаются в заданных нормах внутрь навески, где происходит перемешивание и при скорости тягача происходит укладка.

В отличии от обычного смешивания данных материалов, в составе битумной эмульсии Микросюрфейсинга используются специальные полимеры и добавки, которые регулируют скорость распада эмульсии. То есть, пока вода препятствует слипанию каменного материала и битума, смесь подвижна. Как только водная прокладка «уходит», эмульсия распадается, битумочно сцепляется с зернами заполнителя и связывает материал в твердую массу. ЛЭМС готовится и укладывается в холодном виде. Как правило, смесь уплотняется сама, без внешней помощи.

Применение технологии защитного слоя Микросюрфейсинг генеральным подрядчиком ТОО «NNCGroup» на объекте «Средний ремонт автомобильной дороги А-2

Граница РУ (на Ташкент)- Шымкент-Тараз-Алматы-Хоргос-через Кокпек, Коктал, Кайнар, (с подъездами к границе РК и обходами Тараз, Кулан, перевала Кулан) км 632-674» предусматривала несколько этапов.

1. Этап разведки и выявления всех существующих дефектов на цементобетонном покрытии.

2. Этап устранения дефектов, в котором было произведено замена 1224,85м² нижнего слоя и 2317,45 м² замены верхнего слоя цементобетонного покрытия для устранения просадок, сколов и разрушении. А также было применено устройство заливки трещин полимербетоном в размере 2850 м трещин. В добавок было обнаружено около в совокупности около 1000 м² локальных шелушении цементобетонного покрытия на которую в дальнейшем покроется ЛЭМС для предотвращения их дальнейшего развития.



Рисунок 2. Типовые виды дефектов на цементобетонном покрытии [материал автора]



Рисунок 3. Устранение дефектов на цементобетонном покрытии [материал автора]

3. Этап разработки дизайна и состава ЛЭМС. За основу дизайна был взят состав «Рекомендации по применению специальных эмульсионно-минеральных смесей в дорожном строительстве» Р РК-218-147-2018 разработанный АО «КазДорНИИ». Разработка дизайна ЛЭМС делится на 2 этапа:

Таблица 1. Разработка дизайна полимерно битумной эмульсии в котором утвержденный дизайн эмульсии было следующее:

Битум марки БНД 70/100	Эмульгатор Indulin RX	Эмульгатор Indulin MQ3	Соляная кислота	Латекс Butonal	Вода
62%	1% к соотношению битума	1,7%	до pH 1,8 – 2,3	3,5% к соотношению битума	До 100%

Таблица 2. Разработка дизайна и состава ЛЭМС. Состав одного слоя ЛЭМС на 1м²:

Отсев дробления щебня фр. 0-5мм	Полимерно-битумная эмульсия	Портландцемент марки М400	Вода
11 кг	1,4 кг	100 г	1 кг

**Рисунок 4.** Архивные фотографии подрядчика с моментов подбора состава для ЛЭМС [материал автора]

4. Этап подготовки покрытия для укладки слоя износа, которая подразумевает очистку покрытия от пыли и грязи поливомоечной машиной с механическими щетками, далее розлив вяжущих материалов для полноценной адгезии ЛЭМС с цементобетонным покрытием.

**Рисунок 5.** Очистка покрытия от пыли и грязи поливомоечной машиной [материал автора]



Рисунок 6. Розлив вяжущих материалов [материал автора]

5. Этап укладки ЛЭМС в два слоя. Для укладки слоя износа в основном был применен укладчик фирмы VSSMacropaver – Macropaver 12B. Для обеспечения дополнительной мощности так же были привлечены укладчики фирм Schafer и Roadsaver.



Рисунок 7. Укладка ЛЭМС [материал автора]



Рисунок 8. Укладка ЛЭМС [материал автора]

Весь этап укладки Микросюрфейсинга был произведен в период с июня 2022г по ноябрь 2022г. По итогам дефектного акта весеннего обхода в 2024 году на объекте было обнаружено менее 1% дефекта на покрытии слоя износа Микросюрфейсинг.

Обсуждение

Применение технологии Микросюрфейсинг на участке автомобильной дороги А-2 (км 632–674) продемонстрировало высокую эффективность. Несмотря на то что технология применяется в Казахстане с 2013 года, её использование остаётся актуальным благодаря способности обеспечивать защиту цементобетонного покрытия, особенно при наличии трещин и шелушений.

Реализация проекта показала, что предварительное устранение дефектов покрытия, выбор оптимального состава ЛЭМС и использование современного оборудования позволяют значительно повысить качество дорожного полотна. Благодаря своей технологичности, микросюрфейсинг обеспечивает быстрое восстановление поверхности и минимизирует затраты на дальнейшее содержание дороги.

Результаты весеннего обхода 2024 года подтвердили эффективность технологии: дефекты покрытия составили менее 1% от общей площади обработанного участка, что значительно ниже средних показателей при применении других технологий. Это демонстрирует значительный потенциал микросюрфейсинга как для текущего ремонта, так и для профилактических мероприятий на дорогах Казахстана.

Выводы

Технология защитного слоя износа «Микросюрфейсинг», несмотря на применение в Казахстане с 2013 года, сохраняет свою научную и технологическую новизну. Практические результаты и расчёты подтверждают её высокую эффективность и экономическую целесообразность при содержании автомобильных дорог. Применение данной технологии способствует продлению срока службы дорожных покрытий, снижению затрат на капитальный ремонт и повышению эксплуатационных характеристик. Дальнейшее развитие и изучение технологических процессов микросюрфейсинга будет способствовать улучшению качества автомобильных дорог и обеспечению их устойчивости к эксплуатационным нагрузкам.

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

Ссылка на данную статью: Еспаева Г.А., Атамуратов Т.К. Опыт применения технологии микросюрфейсинг на автомобильных дорогах цементобетонного покрытия в Республике Казахстан // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2024;2(6):15-24. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-02>

Cite this article as: Yespayeva G.A., Atamuratov T.K. Opyt primeneniya tekhnologii mikrosyurfejsing na avtomobil'nyh dorogah cementobetonogo pokrytiya v Respublike Kazahstan [Experience in the application of microsurfacing technology on cement-concrete roads in the Republic of Kazakhstan]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2024;2(6):15-24. (In Russ.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-02>

Литература

- [1] Рекомендации по применению специальных эмульсионно-минеральных смесей в дорожном строительстве. Р РК-218-147-2018. Астана, 115.
- [2] Алферов В.И., Паневин Н.И., Подольский В.П. Методические рекомендации «Методические рекомендации по устройству защитного слоя износа из литьих эмульсионно-минеральных смесей типа. Москва. 2001.

- [3] Буренина О.Н., Давыдов Н.Н., Андреев А.В., Даваасенгэ С.С. и др. Свойства материалов из эмульсионно-минеральных смесей для использования в технологиях обеспыливания автомобильных дорог с переходным типом покрытия. Приволжский научный вестник. 2015; 11(51):30-35.
- [4] Эмульгатор катионных битумных эмульсий «Амдор ЭМ-31». URL: http://amdor.spb.ru/produkciya_kompanii/amdor_emulsii/amdorem31 2018 (дата обращения: 15.03.2024).
- [5] Российские битумные эмульсии для дорожного строительства. URL: <https://autosila24.ru/dorozhnoe-hozyajstvo/tehnologii/82039-rossijskie-bitumnye-emulsii-dlya-dorozhnogo-stroitelstva/> 2020 (дата обращения: 09.09.2024).

References

- [1] Rekomendatsii po primeneniyu spetsial'nykh emulsionno-mineral'nykh smesej v dorozhnom stroitel'stve [Recommendations for the use of special emulsion-mineral mixtures in road construction]. R RK-218-147-2018. (in Russ.).
- [2] Alferov V.I., Panevin N.I., Podolsky V.P. Metodicheskie rekomendacii «Metodicheskie rekommendacii po ustrojstvu zashhitnogo sloja iznosa iz lityh jemul'sionno-mineral'nyh smesej tipa [Methodological recommendations “Methodological recommendations for the construction of a protective wear layer from cast emulsion-mineral mixtures of the type]. Moscow. 2001 (in Russ.).
- [3] Burenina O.N., Davyдов N.N., Andreev A.V., Davaasenge S.S. etc. Svojstva materialov iz jemul'sionno-mineral'nyh smesej dlja ispol'zovanija v tehnologijah obespylivaniya avtomobil'nyh dorog s perehodnym tipom pokrytija [Properties of materials from emulsion-mineral mixtures for use in dust control technologies for roads with transitional type of pavement]. Privolzhskij nauchnyj vestnik= Volga Scientific Herald. 2015; 11(51):30-35. (in Russ.).
- [4] Jemul'gator kationnyh bitumnyh jemul'sij «Amdor JeM-31» [Emulsifier for cationic bitumen emulsions "Amdor EM-31"] URL: <https://autosila24.ru/dorozhnoe-hozyajstvo/tehnologii/82039-rossijskie-bitumnye-emulsii-dlya-dorozhnogo-stroitelstva/> 2018 (accessed on 15 March 2024).
- [5] Rossijskie bitumnye jemul'sii dlja dorozhnogo stroitel'stva [Russian bitumen emulsions for road construction] URL: <https://autosila24.ru/dorozhnoe-hozyajstvo/tehnologii/82039-rossijskie-bitumnye-emulsii-dlya-dorozhnogo-stroitelstva/> 2020