

## НЕФТЕБИТУМОСОДЕРЖАЩИЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОЛГОВЕЧНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ



**Б.А. АСМАТУЛАЕВ\***

Академик международной академии, академический советник Национальной инженерной академии Республики Казахстан, доктор технических наук, профессор

ТОО КАЗНИИПИ "ДОРТРАНС"  
050000, г. Алматы, ул. Гоголя, 84 А

*Рассмотрены проблемные вопросы по техническому состоянию автомобильных дорог республики в связи с обращением Президента страны Касым-Жомарта Токаева к народу Казахстана.*

*Основная проблема: неудовлетворительное состояние автодорожной инфраструктуры, что приводит к высокой аварийности на дорогах с двухполосным движением.*

*Вторая проблема – медленное строительство и реконструкция автомобильных дорог по устаревшим методам проектирования и традиционным технологиям строительства на короткие сроки эксплуатации дорог – не более 15-20 лет, что не соответствует мировым стандартам безремонтной эксплуатации дорог на 50 лет и более. Автомобилизация страны и грузовые перевозки ежегодно повышаются на 25-40%, нагрузки на дороги увеличились в 2-3 раза, из-за чего происходит интенсивное разрушение устаревших дорожных покрытий, в связи с чем объемы ремонта по затратам превышают более 50% от общего финансирования дорожной отрасли.*

*Третья проблема – высокая стоимость строительства автомобильных дорог. До сих пор в Казахстане широко используются затратные технологии, в то же время в отвалах промышленных предприятий Казахстана накоплено более 45 млрд тонн техногенных отходов, в том числе нефтебитумосодержащих техногенных материалов, для*

<sup>1\*</sup> Автор для переписки. E-mail: boris-aisa@mail.ru

использования которых разработаны инновационные ресурсосберегающие и энергосберегающие нанотехнологий и наноструктурированные долговечные материалы. При этом можно снизить стоимость строительства и затраты на эксплуатации дорог в течение 50 лет в 2-3 раза, а также ускорить темпы строительства и ремонта дорог 1-2 категории в 2-3 раза, а 3-4 категории – в 5-6 раз. Для широкого использования нанотехнологии и наноструктурированных материалов в дорожном строительстве разработана научно-техническая программа во главе с Национальной инженерной академией Республики Казахстан на 2021-2023 годы – «Разработать и внедрить эффективные технологии монолитного строительства дорожно-транспортных конструкций по мировым стандартам с комплексной утилизацией промышленных техногенных отходов и вторичного сырья».

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** автомобильные дороги, транспорт, нагрузки, строительство, ремонт, стоимость, нанотехнология, наноструктурированные материалы, долговечность, эксплуатация.

## ҰЗАҚҚА ШЫДАЙТЫН АВТОКӨЛІК ЖОЛДАРЫН САЛУҒА АРНАЛҒАН МҰНАЙ-БИТУМҚҰРАМДЫ ЖӘНЕ ӨНЕРКӘСІПТІК ТЕХНОГЕНДІ МАТЕРИАЛДАР

**Б.А. АСМАТУЛАЕВ**, Халықаралық Көлік Академиясының академигі Қазақстан Республикасы Ұлттық инженерлік академиясының академиялық кеңесшісі техника ғылымдарының докторы, профессор, директоры

КАЗНИИПИ «ДОТРАНС» ЖШС  
050000, Алматы қ., Гоголь көшесі, 84 А

Еліміздің Президенті Қасым-Жомарта Тоқаевтың Қазақстан халқына арналған жолдауына байланысты республикамыздың автокөлік жолдарының техникалық жағдайының проблемалық мәселелері қарастырылды.

Негізгі проблема: автокөлік инфрақұрылымының нашар жағдайы, соған байланысты қосжолдақты қозғалыс жолдарындағы апаттық жағдайлардың орын алу жиілігі.

Екінші проблема – автокөлік жолдарының баяу түрде салынуы және оларды 15-20 жылдан аспайтын қысқа пайдалану мерзімдеріне арнап есептелген ескірген жобалау әдістері мен дәстүрлі құрылыс технологиялары бойынша салу және қайта жөндеу. Бұл жолдарды 50 және одан көп жыл бойы жөндеусіз пайдаланудың әлемдік стандарттарына сай келмейді. Еліміздің автокөліктендірілуі және жүк тасымалдары жыл сайын 25-40%-ға артуда, жолдарға түсетін жүктеме 2-3 есе артты, соның салдарынан ескірген жол жабыны қатты қирауда. Соған орай, жөндеуге кететін шығын жол саласын жалпы қаржыландыру көлемінің 50%-нан артық бөлігін құрауда.

Үшінші проблема – автокөлік жолдары құрылысының жоғары бағасы. Осы уақытқа дейін Қазақстанда көп шығынды қажет ететін технологиялар қолданылуда. Ал Қазақстанның өнеркәсіптік кәсіпорындарының үйінді қалдықтарында 45 млрд тоннадан астам техногенді қалдықтар жинақталған, оның ішінде мұнай-битумқұрамды техногенді материалдар да бар, мұндай материалдарды қолданумен инновациялық ресурс үнемдеуші және энергия үнемдеуші нанотехнологиялар мен наноқұрылымдалған ұзаққа шыдайтын материалдар жасап шығарылған. Бұл жағдайда 50 жыл ішінде жол құрылысының бағасын және жол пайдалану шығындарын 2-3 есе төмендетуге болады. Сонымен қатар, 1-2 санаттағы жолдардың құрылысы мен жөндеу жұмыстарының қарқынын 2-3 есе, ал 3-4 санаттағы жолдардың құрылысы мен жөндеу жұмыстарының қарқынын 5-6 есе жылдамдатуға болады. Жол құрылысында нанотехнология мен наноқұрылымдалған материалдарды кеңінен пайдалану үшін Ұлттық инженерлік академиясының жетекшілік етуімен 2021-2023 жж.

арналған «Өнеркәсіптік техногенді қалдықтар мен қайталама шикізатты кешенді түрде кәдеге жаратумен, жол-көліктік конструкциялардың әлемдік стандарттарға сәйкес монолиттік құрылысының тиімді технологияларын әзірлеп енгізу» ғылыми-техникалық бағдарламасы әзірленді.

**ТҮЙІН СӨЗДЕР:** автокөлік жолдары, көлік, жүктеме, құрылыс, жөндеу, бағасы, нанотехнология, наноқұрылымдалған материалдар, ұзаққа шыдау, пайдалану.


## PETROLEUM AND BITUMEN CONTAINING AND INDUSTRIAL ANTHROPOGENIC MATERIALS FOR CONSTRUCTION OF LONG-LASTING ROADS

**B.A. ASMATULAYEV**, academician of International Academy of Transport, Academic Adviser of National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Engineering, Professor, Director

“DORTTRANS” KAZAKH RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE” LLP  
84 A, Gogol Str., Almaty, 050000

*This paper raises problem issues of technical conditions of the roads in the Republic in connection with the address of Kassym-Zhomart Tokayev, the President of the country to the people of Kazakhstan. The main problem is poor condition of roads infrastructure resulting in a high level of accidents on dual highways. The second problem is slow rate of roads' construction and reconstruction according to outdated designing methods and traditional construction technologies for a short operating time of not more than 15-20 years that does not comply with worldwide standards of repair-free service life of roads of 50 years and more. Motorization of the country and freight traffic increases by 25-40% annually, the road load increased 2-3 times resulting in intensive destruction of outdated roads pavements. In connection with this the volume of repairs with respect to costs exceeds more than 50% of total road industry financing. The third problem is a high cost of roads construction. Cost plus technologies are still being widely applied in Kazakhstan. At the same time industrial waste discharge of Kazakhstan's enterprises accumulated more than 45 billion tons of anthropogenic wastes including petroleum and bitumen containing anthropogenic materials with the application of which innovative resource-saving and power-saving nanotechnologies and nanostructured long-life materials were developed. At the same time, it is possible to reduce the cost of construction and expenses for road maintenance by 2-3 times within 50 years. In addition, to accelerate construction and repairs of 1-2 category roads by 2-3- times, while 3-4 category by 5-6 times. The scientific and technical program headed by national Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan for 2021-2023 "To develop and implement efficient technologies of cast-in-situ construction of road-transport structures according to world standards with a complex recycling of industrial anthropogenic wastes and recoverable resources" is developed for wide application of nanotechnologies and nanostructured materials in roads construction.*

**KEY WORDS:** roads, transport, load, construction, repair, cost, nanotechnology, nanostructured materials, long-life, maintenance.

 резидент Республики Казахстан Касым-Жомарт Токаев в своем Послании от 1 сентября 2020 г. особое внимание уделил дорожному строительству и, в частности, подчеркнул: «Завершить строительство 24 тыс. км автомобильных дорог республиканского значения к 2025 году» [1], что, в соответствии с государственной программой развития автодорожной сети «Нұрлы жол», является неотложной задачей страны. Понимая озабоченность Правительства, необходимо отметить, что планируемые мероприятия и объемы вложений в развитие дорожной сети заслуживают,

в целом, положительной оценки. Но даже выполнение программы «Нұрлы жол» не продвинет Казахстан в мировой системе транспортно-развитых стран.

Строительство автомобильных дорог должно стать государственным приоритетом. Надо перенимать опыт и учиться на исторических примерах развития транспортно-развитых стран. В условиях постоянного роста цен на сырую нефть и дефицита дорожных битумов остро встает вопрос о повторном использовании в дорожном строительстве битумосодержащего старого асфальтобетона и природных нефтесодержащих пород, а также нефтезагрязненных грунтов, являющихся техногенным продуктом нефтеперерабатывающих предприятий [2]. Об актуальности повторного использования битумосодержащих асфальтовых материалов свидетельствуют итоги состоявшегося 13–15 июня 2012 года в г. Стамбул V Международного Конгресса «Евроасфальт–Евробитум» [3]. «Мы находимся в точке, когда традиционное мышление может быть изменено и наступит эра теплых асфальтобетонных смесей и новых технологий», – заявили президенты обеих ассоциаций. Особенности этой «эры» в дорожном строительстве вообще и в области битумных технологий, в частности, должно стать использование материалов и технологий, которые обеспечат снижение температур всех технологических процессов, уменьшат выбросы вредных веществ, угрожающих окружающей среде и здоровью непосредственных участников этих процессов, обеспечат повторное безотходное использование асфальтовых материалов. Восстановление и развитие автомобильных дорог в Казахстане – эта проблема существует уже несколько десятилетий и должна стоять на первом месте, в числе приоритетных стратегических и экологических задач.

В США в 19-е годы Рузвельт вывел страну из кризиса за счет строительства дорог. Было всего 2 млн автомобилей, но было много безработных, и страна нуждалась в сети транспортных артерий. В результате вся страна была покрыта сетью дорог, в основном, цементобетонных. В 60-70 гг. все повторилось. Правительство США, определив стратегию развития государства, приступило к масштабному расширению дорожной сети [4]. В настоящее время к этому стратегическому направлению активно подключилась Палата ВТО США, которая работает над обеспечением долгосрочного экономического роста и конкурентоспособности страны путем принятия плана модернизации инфраструктуры. Ее приоритеты: дороги, мосты и транзит. Палата США продолжает продвигать и принимать меры, направленные на то, чтобы рынки капитала США были самыми справедливыми, наиболее эффективными и инновационными в мире. Теперь США – самая богатая страна и занимает первое место по количеству автомобильных дорог.

Второй пример – Китайская Народная Республика. Полвека назад Китай был одной из самых отсталых стран по протяженности дорог с твердым покрытием. Правительство КНР считало, что существуют более важные задачи. Ситуация стала меняться лишь в 1980-е годы, когда пришло понимание: без современной дорожной инфраструктуры дальше нельзя. Появился даже лозунг: «Если мы хотим разбогатеть, нужно сначала строить дороги». В это время правительство приняло первый план создания сети государственных скоростных автомагистралей, и были разработаны соответствующие стандарты качества. В настоящее время Китай – на третьем месте по количеству дорог и на первом в мире по количеству автомагистралей.

К основным проблемам Казахстана по автомобильным дорогам следует отнести следующие задачи, которые необходимо решать незамедлительно.

Первая и главная проблема дорожной отрасли в Казахстане, определяющая высокую аварийность и нуждающаяся в разрешении, связана с техническим состоянием автодорожной инфраструктуры, которая создает высокий риск аварийности и смертности на узких дорогах с двухполосным движением: ежегодно в ДТП гибнет около 3 тыс. человек, количество ДТП снижается медленно [5]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), по Казахстану соотношение смертей в ДТП к общему количеству населения оказалось на уровне 17 погибших на 100 тысяч населения. Во Франции, Германии и Италии число погибших на дорогах на 100 тысяч населения составляет 6,4, 4,7 и 7,2, соответственно. Количество автотранспорта в стране ежегодно увеличивается на 25-40%, что влияет на интенсивное разрушение дорожных покрытий, приводящее к ежегодно увеличивающимся объемам ремонта дорог: по затратам составляет более 50% от общего объема, выделяемого на развитие дорог. Из 97,600 тысяч км дорог общего пользования 20% республиканских и 70% местных дорог требуют полной реконструкции под современные транспортные нагрузки. Этот процесс усугубляется медленным строительством и реконструкцией современных дорог. По сведениям Министерства, ежегодно строится по 900 км, а необходимо строить в десять раз больше, только тогда мы сможем восстановить за пять лет 45-50 тысяч км, а всю сеть дорог – за 11-12 лет.

Вторая проблема – это устаревшие методики проектирования и постсоветские технологии строительства дорог.

Срок гарантийной эксплуатации наших дорог ограничен до 15-20 лет, следовательно, дороги, построенные в 2007-2010 году, подлежат капремонту в 2025 году. Это дороги 1-2 категории, построенные с цементобетонными и асфальтобетонными покрытиями, на ремонт которых потребуются значительные финансовые затраты. Нами предлагаются нанотехнологии и наноструктурированные материалы, соответствующие современным мировым стандартам строительства на срок эксплуатации до 50 лет, тогда дороги будут окупаться, а затраты на их ремонт снижаться в 2-3 раза.

Третья проблема – это высокая стоимость строительства автомобильных дорог. До сих пор в Казахстане широко используются затратные технологии. В то же время в отвалах промышленных предприятий Казахстана накоплено более 45 млрд тонн техногенных отходов, для использования которых нашим институтом разработаны инновационные ресурсосберегающие и энергосберегающие нанотехнологии и наноструктурированные долговечные материалы. При этом стоимость строительства и затраты на эксплуатации дорог в течение 50 лет можно снизить в 2-3 раза.

Мы предлагаем новую концепцию развития транспортного комплекса Казахстана на базе коренного изменения технологии строительства автомобильных дорог и замены недолговечных дорожных одежд из традиционных материалов, фактический срок эксплуатации которых составляет не более 15-20 лет. Предлагается строительство долговечных дорог на срок до 50 лет с использованием монолитных наноструктурированных асфальтобетонов и самовосстанавливающихся дорожных наноструктурированных бетонов. Разработанная научно-техническая программа во главе Национальной инженерной академией РК на 2021-2023 годы «Разработать и внедрить эффективные

технологии монолитного строительства дорожно-транспортных конструкций по мировым стандартам с комплексной утилизацией промышленных техногенных отходов и вторичного сырья» одобрена МИИР и МОН Республики Казахстан. Автор статьи является научным руководителем данной программы. Надеемся, что с начала следующего года все научно-исследовательские и проектные институты совместно с производственными организациями дорожной отрасли приступят к реализации работ по указанной программе.

Казахстан по территории занимает восьмое место в мире – 2 717 300 кв. км. Эта огромная территория находится в выгодном геополитическом пространстве между Европой и Азией и нуждается в нормальных магистральных дорогах для обеспечения транзитных транспортных грузоперевозок, благоприятно отражающихся на улучшении экономики Казахстана. Сегодня у нас дороги общего пользования имеют протяженность 97,6 тыс. км (это без учета дорог городов и поселков). Республиканская сеть – 24,8 тыс. км и, по информации министра индустриального и инфраструктурного развития Бейбута Атамкулова, за 5 лет, начиная с 2015 года, в Казахстане по инициативе Первого Президента – Елбасы Нурсултана Назарбаева, осуществляется масштабная госпрограмма инфраструктурного развития «Нұрлы жол». Построено и реконструировано 3 тысячи и отремонтировано около 10 тысяч километров дорог республиканского значения. По итогам 2019 года протяженность дорог I и II категории республиканского значения была увеличена до 34% и составила 8,2 тысячи километров. Областная и местная сеть – 72,8 тыс. км дорог, построенные до 1990-х годов, морально и технически устарели. Более 70% местных дорог, а это более 50 тыс. км, необходимо полностью реконструировать. За пять лет отремонтировано 15 тыс. км дорог местного значения. Безусловно, это улучшило мобильность регионов и, как следствие, позитивно отразилось на их социально-экономическом развитии.

Общеизвестно, что ремонты технически устаревших дорог и выполненные по традиционным технологиям не обеспечивают длительной их эксплуатации. Поэтому всевозрастающие с каждым годом объемы ремонта дорог, можно сказать, неэффективны, отвлекаются и затрачиваются более 50% средств, выделяемых на развитие общей дорожной сети ежегодно. Так, в следующей пятилетке до 2025 года программой «Нұрлы жол» строительством и реконструкцией, к примеру, будет охвачено всего 10 тыс. км республиканского значения. За этот период планируется отремонтировать 38 тыс. км дорог, из них республиканского значения – 11 тыс. км и 27 тыс. км – местной сети. Общий объем финансирования по программе «Нұрлы жол», предусмотренный до конца 2025 года, составляет 3,5 триллиона тенге. При средней стоимости 350 млн тенге одного километра двухполосной дороги этих средств хватит только на 10 000 км новых дорог третьей категории, а на какие средства будет осуществляться ремонт 38 тыс. км дорог? Как же будет выполняться обещанное МИИР РК: «Доля автодорог республиканского значения в хорошем и удовлетворительном состоянии будет доведена до 100%, а протяженность дорог I и II технической категории увеличится до 60%»? («От качества дорог – к качеству жизни». Б. Атамкулов).

При современных технологиях и инновационных материалах промышленно-гражданское строительство и другие аналогичные строительные отрасли, которые опередили по современным технологиям и темпам строительства на порядок, казалось

бы, дорожное строительство – не самое сложное. Быстрота темпов строительства удивляет, за 20 лет построен миллионный, оригинальной архитектуры и современный город XXI века – столица нашей республики Нур-Султан. С использованием новых инновационных материалов все города республики преобразились до неузнаваемости, приобрели современный облик.

В то же время в XXI веке около 2000 сельских населенных пунктов вообще не имеют никакого сообщения, кроме грунтовых проездов. Неоднократно Первым Президентом Казахстана – Елбасы Нурсултаном Назарбаевым отмечалось: чтобы преодолеть это отставание, «нужны прорывные технологии» и у нас «огромная страна, поэтому нам надо развивать единый внутренний рынок для сбалансированного развития всех регионов». Для этого необходимо, чтобы «дороги соединяли производителя, от крыльца по местным дорогам и автомагистралям для быстрой доставки своей продукции к рынку потребителя»!

Делая ставку на инновационные технологии и долговечные материалы, необходимо выработать новую стратегию быстрого качественного строительства и ремонта дорог. И такая технология у нас разработана и апробирована на дорогах Казахстана. Это строительство и реконструкция автомобильных дорог с использованием высокотехнологичных и долговечных монолитных наноструктурированных дорожно-строительных материалов на основе комплексной утилизации промышленных техногенных отходов и вторичного сырья.

На территории Казахстана в отвалах, полигонах, шламохранилищах и на свалках накоплены миллиарды тонн отходов производства и потребления. Так, на предприятиях, осуществляющих добычу и переработку углей, черных и цветных металлов, фосфоритов и баратов в Алматинской, Костанайской, Карагандинской, Актюбинской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской, Жамбылской, Западно-Казахстанской и Атырауской областях, накоплены значительные отвалы твердых отходов перерабатывающего производства. Эти отходы загрязняют окружающую среду и занимают площади около 25-35 тыс. гектар ценных земель. АО «Арселор Митал Темиртау» (в отвалах накоплено свыше 130-150 млн тонн золо-шлаковых отходов) и в «Казахмыс» размещено свыше 350 полигонов хранения промышленных отходов, в Южно-Казахстанской области – более 180 млн тонн промышленных и бытовых твердых отходов. В Алматинской области ТЭЦ-2 и Текелийский горно-обогатительный комбинат только за полгода выделяет более 570 тыс. тонн отходов. В Восточно-Казахстанской области горнодобывающей и металлургической промышленностью ежегодно производится около 30 млн тонн отходов. На Павлодарском алюминиевом заводе накоплены отвалы бокситового шлама. В Павлодарской области только на Экибастузской ГРЭС в золоотвалах накоплено свыше 1 млрд 500 млн тонн отходов, активно рассеивающихся в окружающую среду. Такие же золоотвалы разбросаны по всей территории Казахстана из 34 ГРЭС и ТЭЦ, 32 из них работают на твердом топливе, при сжигании которого образуются многотоннажные золо-шлаковые остатки. В Западном Казахстане растут отвалы серы и серосодержащих отходов, объемы которых достигли 9 млн тонн. Также в дорожном строительстве можно эффективно использовать нефтесодержащие породы, на применение которых имеется многолетний опыт, нефтезагрязненные грунты, отходы нефтеперерабатывающих предприятий.

Годовой экономический ущерб от загрязнений окружающей среды отходами производства и потребления, по оценкам специалистов, составляет на уровне 10% от ВВП республики. При этом перспективы их снижения не намечаются, так как, согласно Послания Президента, предусматривается к 2020 году увеличить в 2-3 раза металлургическое и химическое производство, соответственно, будут возрастать отвалы техногенных отходов и затраты на их содержание.

В Казахстане имеется опыт использования строительных промышленных отходов по ранним разработкам с участием автора [6-11]. В 1981-1990 гг. Министерством автомобильных дорог Казахской ССР (министр Бекбулатов Ш.Х.) ежегодно осуществлялось строительство от 650 до 1600 км дорог с использованием отходов промышленности. Так, в течение 1981-1985 годов было построено 3269 км и использовано 4 млн 720 тыс. тонн промышленных отходов, а в 1986-1987 годах построено 3274 км и использовано 7 млн 503 тыс. тонн промышленных отходов. Применение нефтесодержащих пород позволило сэкономить дорогостоящий битум при строительстве 7000 км автомобильных дорог. В среднем экономия энергозатрат, по сравнению с традиционной технологией, составила 50-70%, трудозатрат – 20-40%, экономический эффект – 40-60%.

В настоящее время в дорожном строительстве промышленные отходы используются в небольших объемах: бокситовый шлам Павлодарского алюминиевого завода, зола ТЭЦ г. Астаны и щебень из доменного шлака Темиртау, исчисляемые несколькими сотнями тыс. тонн.

Переход на использование нанотехнологий и наноструктурированных материалов не только решит вопросы долговечности автотрасс, но и позволит значительно уменьшить объемы использования каменных материалов, дефицитного битума и дорогостоящего цемента. Тем более, что для производства наноструктурированных дорожно-строительных материалов на основе техногенных минеральных образований (ТМО) более 45 млрд тонн с ежегодным выходом более 700 млн тонн – это достаточные сырьевые запасы на долгие годы строительства. ТМО – ценное сырье для производства цементов и дорожного строительства [12-19]. В США и странах ЕС такие ТМО используются практически полностью [12].

Традиционные технологии дорожного строительства имеют следующие технологические недостатки, снижающие производительность современных дорожно-строительных механизированных комплексов в 2-3 раза: ограниченное время для транспортирования и уплотнения дорожных смесей – не более 2-4 часов, необходимость использования специального комплекта оборудования, ограниченная протяженность строительного участка, не превышающая один километр в сутки, производство работ только при положительных температурах, эксплуатация цементобетонных дорог не допускается до 28 суток и набора 100% прочности и другие. Техничко-эксплуатационные недостатки: ограниченные сроки эксплуатации, асфальтобетон ежегодно изнашивается до 2 см и через 5-6 лет необходимо восстанавливать слой износа, в цементобетонном покрытии через каждые 5-6 лет необходимо восстанавливать температурные швы, срок эксплуатации не более 15-20 лет. Технология применения наноструктурированных материалов не имеет указанных технологических и технико-эксплуатационных недостатков, и срок эксплуатации составляет не менее



50 лет, с восстановлением асфальтобетонного слоя износа через каждые 8-10 лет. Из практического опыта: первое восстановление слоя износа в Казахстане произведено через 42 года.

Для Казахстана главное – быстрое восстановление автодорожной сети и дальнейшее развитие новых направлений для обеспечения всех отдаленных регионов страны хорошими дорогами. По ранним сведениям бывшего Минтраскома РК, ежегодно разрушается более 1,5 тыс. км дорог, которые подлежат полной реконструкции. В то же время автомобилизация страны и грузовые перевозки ежегодно увеличиваются на 25-40%. Это повышает нагрузки на дороги в 2-3 раза. Таким образом, скорейшее восстановление и развитие сети долговечных автомобильных дорог является первостепенной и неотложной государственной стратегической задачей. Для этого предлагается рейтинг акимов областей и районов оценивать по количеству и качеству дорог, соединяющих все поселки дорогами с твердым покрытием.

Новизна новой технологии дорожного строительства заключается в коренном изменении структуры бетонов и асфальтобетонов с созданием коллоидной системы, обладающей свойством многолетней тиксотропии (самовосстановления прочности) и реопексии (длительное упрочнение от нагрузок). Технология наноструктурированных цементов и вяжущих позволяет создавать дешевые энергоэффективные и экологически чистые дорожно-строительные материалы для монолитного дорожного строительства, а также эффективно утилизировать многотоннажные промышленные техногенные отходы и вторичные строительные и полимерные отходы. При этом в качестве наполнителя наноструктурированных бетонов пригодны все местные каменные материалы и грунты. Для высокопрочных дорожных бетонов даже предпочтительно присутствие не менее 30% грунтов.

К сожалению, в Казахстане нормальные условия для твердения традиционных цементобетонов могут быть обеспечены, когда температура окружающей среды составляет не менее 20°C. При более низких температурах темп твердения монолитного бетона существенно замедляется, не говоря уже о достаточной трудоемкости изготовления бетона в дорожных условиях, и не позволяет радикально повысить скорость строительства автомобильных дорог. Поэтому многие новые дороги, построенные 4-6 лет назад с цементобетонными покрытиями, имеют шелушение поверхности и трещины. Наноструктурированные материалы можно использовать при любых температурах и этот резерв строительного сезона в 5-7 месяцев можно и нужно использовать для повышения темпов строительства дорог.

Новая технология строительства дорог позволит идти дорожникам на опережение, даст возможность строить ежегодно не менее 3-5 тыс. км долговечных дорог сроком на 50 лет, а ремонт дорог – на 35 лет.

Нет сомнений, что новая технология нужна для решения стратегической задачи – скорейшего восстановления автодорожной сети и дальнейшего развития новых направлений на бескрайних просторах Казахстана. Не секрет, что плотность дорог нашей страны очень низкая. Так, на 1000 м<sup>2</sup> приходится 36 м дороги, поэтому численность сельского населения постоянно снижается из-за отсутствия хороших дорог и доступности до всех благ, которыми пользуются городские жители. Для сравнения, территория Россия в 6,5 раз больше Казахстана, а плотность дорог в 2,4 раза выше.

Для реализации данной технологии практически все уже имеется. В Казахстане в советский период были построены промышленные предприятия, которые до сих пор функционируют и развиваются – это предприятия черной и цветной металлургии, фосфорные заводы и энергетические тепловые электростанции, работающие на каменных углях. При их строительстве не предусматривались меры по их безотходному производству, поэтому накопление техногенных отходов и их утилизация в настоящее время в Казахстане является также государственной проблемой и составляет более 45 млрд тонн с ежегодным выходом более 700 млн тонн. Это и есть сырьевая база для производства наноструктурированных цементов и порошков. Также имеются заводы по производству цемента, которые загружены сегодня далеко не на полную мощность. На базе простаивающих комбинатов можно организовать производство наномодифицированных цементов для дорожного строительства. При этом исключается самый дорогостоящий передел в производстве – это обжиг и приготовление клинкера, стоимость которого составляет около 70% стоимости традиционного цемента, в связи с чем производительность заводов повысится в два раза, а стоимость снизится не менее чем в два раза. Тем самым можно вдохнуть в предприятия новую жизнь, обеспечить работой тысячи людей и, в конечном итоге, дать толчок для экономического и социального подъема нашей страны.

Эксплуатационные качества таких дорог чрезвычайно высоки. Высокая несущая способность полотна дороги, получаемого по новой технологии, связана с тем, что наноструктурированные материалы в покрытиях и несущих дополнительных слоях основания или рабочем слое земляного полотна постоянно упрочняются. Как показали многолетние исследования и мониторинг дорог, на упрочнение дорожного полотна положительно влияют даже температурные колебания с переходом через ноль градусов, что очень важно для резкоконтинентального климата Казахстана. При этом происходит еще более глубокая гидратация наноразмерных гидросиликатов, а вибрационные действия транспорта еще более упрочняют материалы, что обеспечивает повышенную несущую способность и эксплуатационные характеристики дорожного полотна на слабых и засоленных грунтах. Если говорить о прочностных показателях наноструктурированных материалов, то наноструктурированные бетоны соответствуют высокопрочным цементобетонам до М 500-600, а асфальтонаноструктурированные бетоны по прочности в три раза прочнее традиционных асфальтобетонов, но обладают более упругими свойствами по сравнению с равнопрочными бетонами. Самое главное, они обладают высокой морозостойкостью, что позволяет эксплуатировать дороги без ремонта в течение 40-50 лет [12-19].

Предлагаемая новая технология строительства дорог позволяет выполнить дорожные работы с гарантией высокого качества, так как наноструктурированные дорожные смеси являются высокотехнологичными, транспортировать можно на любые расстояния и затвердевают они только в прессованном состоянии, то есть после уплотнения. Производительность строительства дорог увеличивается от двух с половиной до пяти раз. При этом при строительстве обеспечивается экономия финансовых затрат от 30 до 50%. Сокращаются затраты на содержание и ремонт в процессе 50-летней эксплуатации дорог по сравнению с дорогами, построенными по традиционной технологии: с цементобетонным покрытием – более двух раз, а с асфальтобетонным покрытием – более трех раз.

В *таблице* приведено сопоставление стоимости и затрат по времени строительства в зависимости от категории автомобильных дорог. Такие дороги не будут нуждаться в ремонте десятилетиями. Освоение новой технологии позволит решить важнейшую стратегическую задачу Казахстана – в короткие сроки построить в различных регионах страны сеть высококлассных автомобильных дорог со сроком службы не менее 50 лет. Ускорить строительство магистральных дорог можно до трех раз, а местных дорог 3-4 категорий – более чем в пять-шесть раз.

Категория дорог, число полос	Традиционная технология		Инновационная технология	
	Стоимость строительства дороги, 1 км/млн тенге	Время строительства дороги, км/сутки	Стоимость дороги, км/млн тг	Время строительства дороги, км/сутки
Автомагистраль, 6 полос	1 225 млн тенге	46 суток	857,5 млн тенге	15,3 суток
Автодорога, 4 полосы	817 млн тенге	30,7 суток	571,9 млн тенге	10,2 суток
Автодорога, 2 полосы	350 млн тенге	15,4 суток	286,0 млн тенге	5,4 суток
Автодорога, 2 полосы, реконструкция	350 млн тенге	15,4 суток	185,0 млн тенге	2,4 суток

*Таблица – Сопоставление стоимости и производительности строительства автомобильных дорог по инновационной технологии с традиционной*

## ВЫВОДЫ

1. Применение традиционных материалов и технологий дорожного строительства снижает производительность современных дорожно-строительных комплексов в два-три раза и сокращает срок службы дорог до 15-20 лет. Предлагаемые нанотехнологии и наноструктурированные монолитные бетоны из нефтебитумосодержащих и промышленных техногенных материалов позволяют ускорить темпы строительства и реконструкции дорог в три-шесть раз и повысить срок эксплуатации до 50 лет и являются наиболее перспективными для подъема экономики Казахстана. Для реализации разработанных нанотехнологий в дорожном строительстве необходимо обеспечить финансирование научно-технической программы, возглавляемой Национальной инженерной академией Казахстана, на 2021-2023 годы «Разработать и внедрить эффективные технологии монолитного строительства дорожно-транспортных конструкций по мировым стандартам с комплексной утилизацией промышленных техногенных отходов и вторичного сырья». Кроме того, принять к сведению следующие предложения.

1.1. Система проведения тендеров применительно к транспортному строительному комплексу нуждается в пересмотре. По интеллектуальным проектно-исследовательским работам приоритеты отдавать компаниям, имеющим аккредитованные

дорожные лаборатории и высококвалифицированных специалистов, имеющих ученые степени и участвовавшие в разработках нормативных документов, имеющие патенты на изобретения в этой области. Для выполнения работ необходимо соответствующее оборудование. В тендерах на строительные работы приоритеты следует отдавать подрядчикам, обеспечивающим надлежащее качество строительства, реконструкции и ремонта; в тендере должны побеждать компании, имеющие соответствующую технику и квалифицированных специалистов и рабочих, способных провести качественное строительство дорог с использованием новейших отечественных и зарубежных технологий. Из зарубежных компаний необходимо привлекать те организации, которые будут использовать инновационные разработки своих стран и получившие положительные результаты при многолетней эксплуатации дорог.

Все зарубежные компании-подрядчики, работающие в Казахстане, не вносят инноваций, иногда нарушают технологии из-за незнания климатических условий Казахстана. Только одна компания «Папенбург» (Германия) внесла свою лепту своей техникой и технологией при строительстве автодороги «Астана-Щучинск» протяженностью 07-57 км с цементобетонным покрытием и основанием из наноструктурированного бетона при научном сопровождении института КазНИИПИ «Дортранс». Техничко-эксплуатационное состояние на этом участке протяженностью 50 км вот уже в течение 13 лет идеальное, по сравнению с другими участками, построенными на этой дороге с использованием традиционных материалов.

1.2. Научное обеспечение дорожной отрасли на современном этапе в Казахстане недостаточно и нуждается в расширении и модернизации. Направление повышения качества и ускорения строительства долговечных автомобильных дорог и обеспечение безопасности транспортного движения может стать одним из основных и эффективных направлений вклада прикладной транспортной науки в реальное улучшение экономической ситуации страны. 🌐

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Токаев К.Ж. Послание к народу Казахстана. 2020 г.
- [2] Асматулаев Б.А., Надилов Н.К. и др. // Способ переработки нефтесодержащих пород и/или нефтезагрязненных материалов. Инновационный патент №29382.МЮ РК. Бюл. № 12, 2014. С. 3.
- [3] Золотарев В.А. Пятый Конгресс «Евроасфальт-Евроритум» // Наука и техника в дорожной отрасли. – М.: № 4 – 2012. – С. 40-41.
- [4] Бикбау М.Я. Наноцементы – будущее мировой цементной промышленности и технологии бетонов // Вестник Российской академии естественных наук. М.: 2015. – С. 32-37.
- [5] Ибраимов А.К., Дюсенгалиева Т.М., Тешбаева А.А. Анализ дорожно-транспортных происшествий на автодорогах Республики Казахстан // Материалы XLI Международной научно-практической конференции КазАТК им. М. Тынышпаева на тему «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» (3-4 апреля 2017 г.), – Том 2. – С. 533-537.
- [6] Белоусов Б.В. Котвицкий А.Ф., Асматулаев Б.А. Рекомендации по строительству дорожных одежд с основаниями из местных материалов, укрепленных активи-

- зированными фосфорными гранулированными шлаками // Минатодор Каз ССР, Казфилиал СоюздорНИИ, Алма-Ата, 1976. – С. 17.
- [7] Асатулаев Б.А., Куатбаев К.К. и др. / Авторское свидетельство СССР № 1518317 «Вяжущие» Кн С 04 В 7/24, 1989. - 8 с.
- [8] Белоусов Б.В., Асатулаев Б.А. Технические условия ТУ 218 КазССР, 22-78 «Шлаки активизированные фосфорные гранулированные для дорожного строительства» // Минавтодор Каз ССР, Алма-Ата. – 1978. – С. 7.
- [9] Абланов Б.Ф., Белоусов Б.В., Асатулаев Б.А. Исследование вещественного состава и кинетики твердения вяжущего на основе фосфорного шлака // Сб. «Вопросы металлогении, вещественного состава и геологического строения месторождений Казахстана». – Вып. 13. – Алма-Ата. – 1978. - С. 58-59.
- [10] Безрук В.М. и др. (с участием к.т.н. Асатулаева Б.А., Казфилиал СоюзДорНИИ). Пособие по строительству покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов из грунтов, укрепленных вяжущими материалами. К СНиП 3.06.-85 и СНиП 3.06.06-88. – Минтрансстрой СССР, СозДорНИИ. М.: 1990. – С. 85.
- [11] Исаев В.С., Еркина Н.А., Юмашев В.М., Васильев Ю.М. Саль А.О., Асатулаев Б.А. Методические рекомендации по строительству оснований и покрытий из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных неорганическими вяжущими. – Минтрансстрой СССР, СоюздорНИИ. – М.: 1985. – С 150.
- [12] Асатулаев Б.А. Строительство дорожных одежд с повторным использованием материалов реконструируемых дорог // ТОО «Эверо», ISBN-9965-474-14-1. – Алматы, 1999. – С. 210.
- [13] Асатулаев Б.А., Сыдыков Ж.О. и др. Материалы каменные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. СТ РК 973-2004. – Астана, 2004. – 21 с.
- [14] Асатулаев Б.А., Надиров Н.К. и др. Состав гидрофобного гидравлически активного минерального порошка для асфальтобетонов и органоминеральных бетонов. 2004/0443.1 от 30.03.2004. Предварительный патент № 16296, опубл. 14.10.2005. Бюлл. № 10.
- [15] Асатулаев Б.А., Надиров Н.К., Пшембаев М.К. и др. Композиция для покрытия автомобильных дорог и аэродромов // Предварительный патент РК №16297 / Казпатент. Бюлл. № 10. – Астана, 2005 – С. 4.
- [16] Асатулаев Б.А., Надиров Н.К., Пшембаев М.К. и др. Сероасфальтобетонная смесь. Предварительный патент РК / Казпатент. Бюлл. № 11, – Астана, 2005, – С. 4.
- [17] РК 218-56-2006 «Рекомендации по применению технологии холодного ресайклинга при строительстве дорожных одежд с использованием отходов производства и активных техногенных продуктов» Комитет развития транспортной инфраструктуры Министерства транспорта и коммуникаций РК, ТОО КазНИИПИ «Дортранс». – Астана, 2006. – С. 26.
- [18] Асатулаев Б.А., Асатулаев Р.Б. и др. Самовосстанавливающиеся дорожные бетоны // Наука и техника в дорожной отрасли. – № 2. – 2016. М.: С. 18-22.
- [19] Asmatulayev B.A., Asmatulayev R.B., Asmatulayev N.B. Use of self-recovering slowly-hardening concrete to longevity of highways. DS ART 2019 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 832 (2020) 012019 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/832/1/012019.1-13 (Скопус)