



**ПРАКТИЧЕСКИЙ ИМПАКТ СТРУКТУРЫ АВТОДОРОЖНОЙ СИСТЕМЫ
«ЗЕМЛЯНОЕ ПОКРЫТИЕ - АСФАЛЬТОБЕТОН» НА ПОВЫШЕНИЕ
БЕЗОПАСНОСТИ, ЭКОНОМИЧНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ДОРОЖНОГО
ДВИЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Жакипбаев Б.Е.^{1*}, Досалиев Қ.С.², Тулькенов К.Д.^{3,4}, Ибраева А.А.⁴

¹PhD, ассоциированный профессор, главный научный сотрудник Инженерно-технологического хаба, профессор кафедры «Нефтяное и строительное производство», Учреждение «Университет дружбы народов имени академика А. Куатбекова», Шымкент, Казахстан.

²PhD, заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и дорожное строительство» НАО «Южно-Казахстанский университете имени М. Ауэзова», Шымкент, Казахстан.

³ НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан

⁴АО «Казахстанский дорожный научный-исследовательский институт», Астана, Казахстан

* Корреспондент автор: bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru

Аннотация. Одним из приоритетных направлений, является совершенствование методов уплотнения земляного полотна и покрытия дорожной одежды, с применением техногенных отходов различных производств. Это позволяет производить проектирование и усиление эксплуатируемого инженерного сооружения за счет стабилизации водно-теплового режима конструкции, без ограничения движения и ликвидации балластовых углублений дорожного полотна, рационально использовать природные ресурсы, с сохранением ландшафта местности. Практическое применение решаемых вопросов требует комплексного и рационального использования вторичных материально-сырьевых ресурсов и отходов различных производств. К настоящему времени доля их использования составляет около 3-5 %, вместо расчетных значений в общем показателе 25-30 % в объеме сырья. Поэтому, в период индустриально-инновационного развития, вопросы рационального и комплексного использования отходов различных отраслей, с улучшением качества подстилающего слоя и полотна автомобильных дорог, имеют важное практическое значение. В статье представлены графики и экспериментальные данные исследования опытного отрезка дорожной одежды коробчатого типа на участке автомобильной дороги А-1 с ПК 37-50 по ПК 37-65. По результатам исследований коэффициента теплопроводности подстилающего слоя из смеси суглинка, супеси, ВВП угледобычи и фосфоргипса можно сделать следующий вывод: по теплофизическим свойствам подстилающий слой для сооружения земляного полотна автомобильной дороги имеет высокую пригодность.

Ключевые слова: дорожная одежда коробчатого типа, автодорожная система «земляное покрытие – асфальтобетон», подстилающий слой из отходов промышленных

предприятий: терриконы, фосфогипс, гранулированный и литой электротермофосфорный шлак.

Введение

Значительными сдерживающими факторами устойчивости земляного полотна и дорожного покрытия для надежной эксплуатации автомобильных дорог является также наличие дефектного земляного полотна, создающего чрезвычайные ситуации. Их протяженность иногда достигает 5-6 %, от общей протяженности автомобильной трассы, где нижнее строение дорожной одежды работает на пределе своей несущей способности.

Ежегодно для строительства и реконструкции автомобильных дорог по данным расходуется около 4,4 млн.м³ супеси; 2,5 млн.м³ суглинка; 2 млн.м³ гравийно-щебеночного материала и 800 тыс.т. цемента.

За последние 3 года в Республике Казахстан отремонтировано более 5 тыс. км автомобильных дорог междугородного значения, не считая пригородные сообщения. Только лишь на прокладку автомагистрали Шымкент-Сарыагаш израсходовано более 1,2 млн.м³ материалов для прокладки земляного подстилающего слоя, что повлекло за собой нарушение ландшафта и экологического равновесия, включая фауну и флору.

Кроме того, защита окружающей среды, исключение нарушения ландшафта местности, как указано выше, не снимаются с повестки дня и возникает необходимость применения альтернативных подручных сырьевых материалов из отходов промышленных предприятий для снижения чрезвычайных и аварийных ситуаций.

В то же время, на предприятиях фосфорной подотрасли и угледобывающей промышленности накопились миллионы тонн отходов производств в виде электротермофосфорных шлаков, фосфогипса и внутренних вскрышных пород, образующиеся при переработке фосфоритов бассейна Карагату и добыче углей, позволяющие решить рациональное использование материальных ресурсов и экологическую проблему промышленных регионов со снижением чрезвычайных и аварийных ситуаций на автомобильных дорогах местного назначения.

Цель исследования – разработка подстилающего слоя и сборной дорожной одежды, для обеспечения безопасности при эксплуатации автомобильных дорог, позволяющих снизить чрезвычайные и аварийные ситуации и защиты окружающей среды, за счет использования отходов производства минеральных удобрений и желтого фосфора, а также угледобывающей промышленности.

Важность рационального и комплексного применения сырьевых материалов со снижением чрезвычайных и аварийных ситуаций можно рассматривать в следующих направлениях:

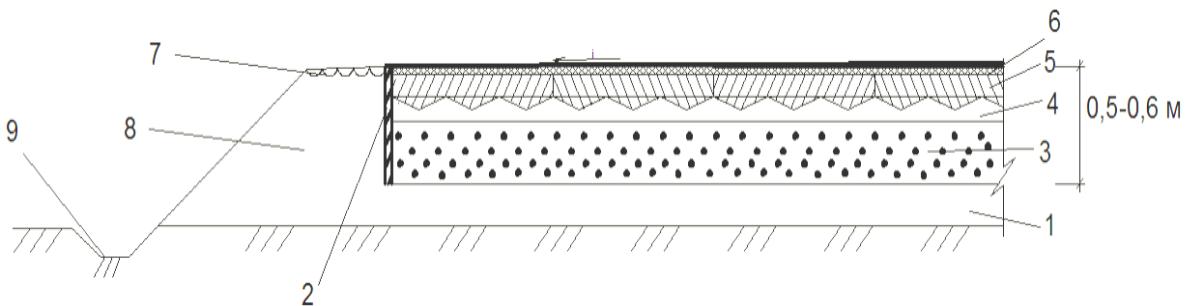
- утилизация отходов различных производств и промышленности для освобождения выделенных под отвалов и различных шламохранилищ посевные земельные угодия;
- решать вопросы защиты окружающей среды;
- исключить вредное воздействие выбросов различных газообразующих элементов в окружающую среду.

Все указанное является актуальной задачей для безопасности и жизнедеятельности людей, снижения чрезвычайных и аварийных ситуаций на автомобильных дорогах местного и пригородного назначения. К тому же промышленные отходы хорошо показали в получении строительных материалов и изделий, так остро необходимых при строительстве автомобильных дорог.

Методология

Для проверки теоретических расчетов и экспериментальных данных исследования дорожной одежды коробчатого типа, на участке автомобильной дороги А-1 с ПК 37-50 по ПК 37-65 в ТОО «Отау строй» осенью 2016 г. построен опытный отрезок. Это сделано для

выявления особенностей водно-теплового режима земляного полотна дорожной одежды коробчатого типа, определения расчетных параметров применяемых конструкций дорожной одежды, а также для обоснования эффективности использования отходов фосфорной и угледобывающей промышленности в качестве компонентов шихты для коробки и подстилающего слоя дорожной одежды, снижающих пучение и появление ям и выбоин, приводящих к чрезвычайным и аварийным ситуациям с человеческими травмами и жертвами. Поперечный профиль дорожной одежды коробчатого типа опытного участка приведен В соответствии с рисунком 1.



1 - слой основания; 2 - боковая стенка коробки из толщего бетона;
3 - подстилающий слой; 4 - песок; 5 - бетонные плиты, нижняя поверхность которых выполнена в виде остроконечных конусообразных элементов;
6 - верхняя поверхность амортизирующего слоя из асфальтобетона; 7 - обочина автомобильной дороги; 8 - откосы автомобильной дороги; 9 - поверхностный водоотвод

Рисунок 1 - Поперечный профиль дорожной одежды коробчатого типа

Построенная конструкция автомобильной дороги представляет собой покрытие на ровной поверхности земли, шириной 4,0 м и длиной 15,0 м. Поверхностный уклон проезжей части автомобильной дороги двухскатный, с уклоном наклона 20 %.

Для закладки коробки на опытном участке данной автомобильной дороги из толщего бетона было использовано 8,2 м³ литого электротермофосфорного шлака с хранилища Таразского металлургического завода, 1,9 м³ гранулированного электротермофосфорного шлака Ново-Джамбулского фосфорного завода, 1,4 м³ цемента и 1,3 м³ воды. Возвведение насыпи произведено из местного суглинка и супеси, перемешанных с фосфогипсом – отходом завода минеральных удобрений ТОО «Казфосфат» и внутренних вскрышных пород, образовавшихся при добыве бурых углей Ленгерского месторождения Толебийского района Южно-Казахстанской области. Верхняя часть опытного участка автомобильной дороги построена из конусообразной монолитной плиты.

После подготовки участка производилась закладка боковых стенок коробки из толщего бетона, высота которой составляет 0,6 м, а толщина 0,15 м, по всему периметру траншеи. Боковые стенки из толщего бетона подвергались твердению и сушке при естественных климатических условиях. После твердения и сушки боковых стенок из толщего бетона, производилась послойная отсыпка земляного полотна слоем 20 - 25 см, с использованием суглинка, супеси, отходов фосфорного и угледобывающего производства и разравнивание автогрейдерами. При необходимости можно увеличить насыпь земляного полотна и его толщину. Уплотнение подстилающего слоя до значения $K_{up} = 0,95$ выполнялось при помощи уплотняющего катка. Поверх подстилающего слоя укладывался слой песка, служащий дренирующим слоем дорожной одежды. После устройства подстилающего слоя автомобильной дороги из смеси шихтовых материалов и песка, поверх них была установлена железобетонная плита из остроконечных конусообразных элементов. Поверх плиты покрытия было установлено асфальтобетонное покрытие из горячей мелкозернистой асфальтобетонной смеси на вязком битуме БНД 60/90.

В коробке дорожной одежды в верхней стороне оставлена ниша размерами 15×15 см для изъятия проб земляного полотна. Изъятая пробы применяется для определения плотности и влажностных характеристик в момент эксплуатации дороги.

Таким образом, был построен опытно-промышленный участок дорожной одежды коробчатого типа на автомобильной дороге с применением отходов фосфорного производства и ВВП угледобычи. Опытный участок насыпи автомобильной дороги подвергался осенне-весеннему дождеванию и зимнему сезонному промерзанию.

Результаты

Земляное полотно из отходов фосфорной промышленности подвергалось осенне-весеннему влагонакоплению и промерзанию. Основная цель мониторинга – влагонакопление и промерзание земляного полотна. Экспериментальные исследования проводились в три этапа: осенне - влагонакопление, зимнее - промерзание и весенне-пучинообразование после промерзания.

Первый этап. Изъятие и исследование проб земляного полотна автомобильной дороги коробчатого типа проводилось в осенний период 2016 г. Были определены плотность и весовая влажность грунта.

Второй этап. Изъятие и исследование проб земляного полотна автомобильной дороги коробчатого типа проводилось в зимний период начала 2017 г. Были определены плотность и весовая влажность грунта.

Третий этап. Изъятие и исследование проб земляного полотна автомобильной дороги коробчатого типа проводилось в весенний период 2017 г. Были определены плотность и весовая влажность грунта.

Таким образом, осуществлялось моделирование дорожной одежды коробчатого типа. На опытном участке установлены многозонные цифровые датчики температуры МЦДТ 0922 (термокосы), которые регистрируют изменение температуры грунта как по высоте, так и по ширине насыпи автомобильной дороги. Кроме того, осуществлялось наблюдение водно-теплового баланса за опытным участком автомобильной дороги по температурным режимам земляного полотна из супеси, суглинка, ВВП угледобычи и фосфогипса при его промерзании. В соответствии с рисунком 2 показана схема установки датчиков температуры (термокосы).

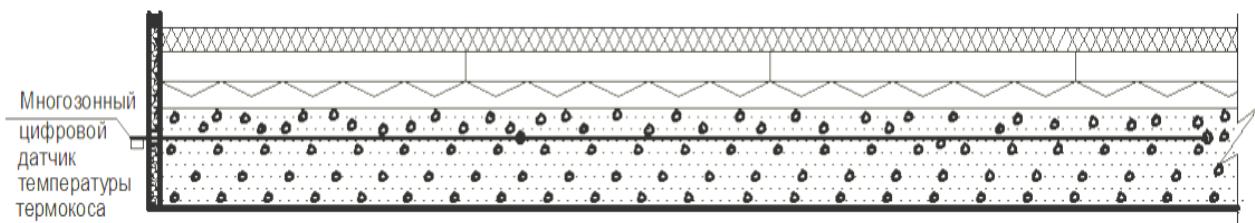


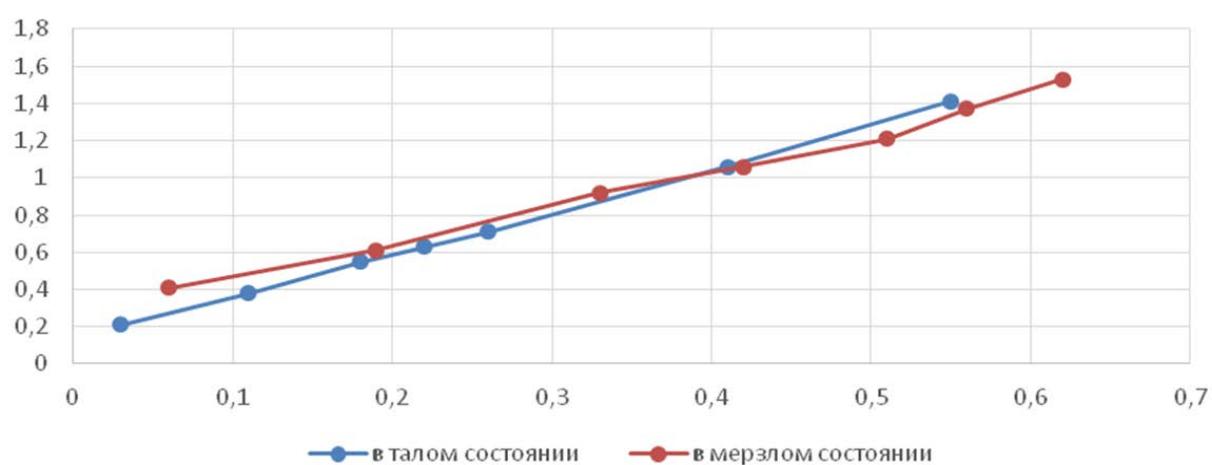
Рисунок 2 - Схема расположения датчиков (термокосы) в теле земляного полотна автомобильной дороги

Результаты исследований значений коэффициента теплопроводности подстилающего слоя дорожной одежды коробчатого типа, состоящей из суглинка, супеси, ВВП отходов угледобычи и фосфогипса приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Коэффициент теплопроводности в подстилающем слое

Влажность подстилающего слоя, W, д. ед.	Относительная влажность подстилающего слоя, W, д. ед.	Коэффициент теплопроводности подстилающего слоя λ , Вт/(м·К)					
		1	2	3	4	5	6
при насыпной плотности в талом состоянии							
0,03	0,055	0,15	0,13	0,18	0,16	0,18	0,17
0,18	0,30	0,27	0,21	0,23	0,27	0,29	0,23
0,26	0,48	0,38	0,39	0,31	0,4	0,36	0,4
0,55	0,86	0,69	0,71	0,66	0,68	0,7	0,68
при максимальной плотности ($\kappa_{упл}=1,0$) в талом состоянии							
0,03	0,055	0,21	0,2	0,23	0,2	0,32	0,31
0,18	0,30	0,55	0,49	0,53	0,5	0,53	0,56
0,26	0,48	0,71	0,69	0,78	0,7	0,81	0,76
0,55	0,86	1,41	1,33	1,41	1,36	1,29	1,33
при максимальной плотности ($\kappa_{упл}=1,0$) в мерзлом состоянии							
0,06	0,06	0,41	0,43	0,38	0,29	0,38	0,40
0,33	0,48	0,92	0,88	0,89	0,93	0,85	0,83
0,51	0,68	1,21	1,37	1,25	1,25	1,29	1,31
0,62	0,75	1,53	1,60	1,62	1,56	1,55	1,51

Хорошая теплопроводность приготовленной смеси способствует существенно снизить или даже предотвратить промерзание грунтовой массы дорожного полотна автомобильной дороги. Снижение и предотвращение промерзания земляного полотна автомобильной дороги приводит к уменьшению влагонакопления и морозного пучения в осенне-зимнее время. Низкий показатель влажности в весенний период способствует более высокой несущей способности земляного полотна автомобильной дороги.

**Рисунок 3 - Коэффициент теплопроводности в подстилающем слое земляного полотна автомобильной дороги**

Результаты и Обсуждение

По результатам исследований коэффициента теплопроводности подстилающего слоя из смеси суглинка, супеси, ВВП угледобычи и фосфогипса можно сделать следующий вывод: по теплофизическим свойствам подстилающий слой для сооружения земляного полотна автомобильной дороги имеет высокую пригодность.

Коэффициент фильтрации, водопроницаемость грунтов оцениваются коэффициентом влагопроводности K_w . Именно коэффициент влагопроводности грунта влияет на его пучинообразование в подстилающем слое.

В процессе испытаний подстилающего слоя земляного полотна автомобильной дороги, получили значения коэффициента влагопроводности при начальной влажности и плотности подстилающего слоя за время достижения участком увлажнения верхней поверхности образца при его увлажнении снизу (глубинные воды) и с боку (атмосферные осадки). Испытания проводились на образцах подстилающего слоя из суглинка, супеси, ВВП угледобычи и фосфогипса отобранных в специальных формах при оптимальной влажности $W_{opt} = 0,30$ и коэффициенте уплотнения $K_{upl} = 1,0$. Значение коэффициента влагопроводности определялось по формуле:

$$K_w = \frac{4}{3,14d^4\tau} \left[\frac{m_b}{\rho_c(W_{upl} - W_h)} \right] 2 \quad (1)$$

d - диаметр грунтового образца, см;

τ - время увлажнения, ч;

m_b - масса впитавшейся воды, г;

ρ_c - плотность частиц грунта, г/см³;

W_h - влажность испытуемого образца, д.ед.

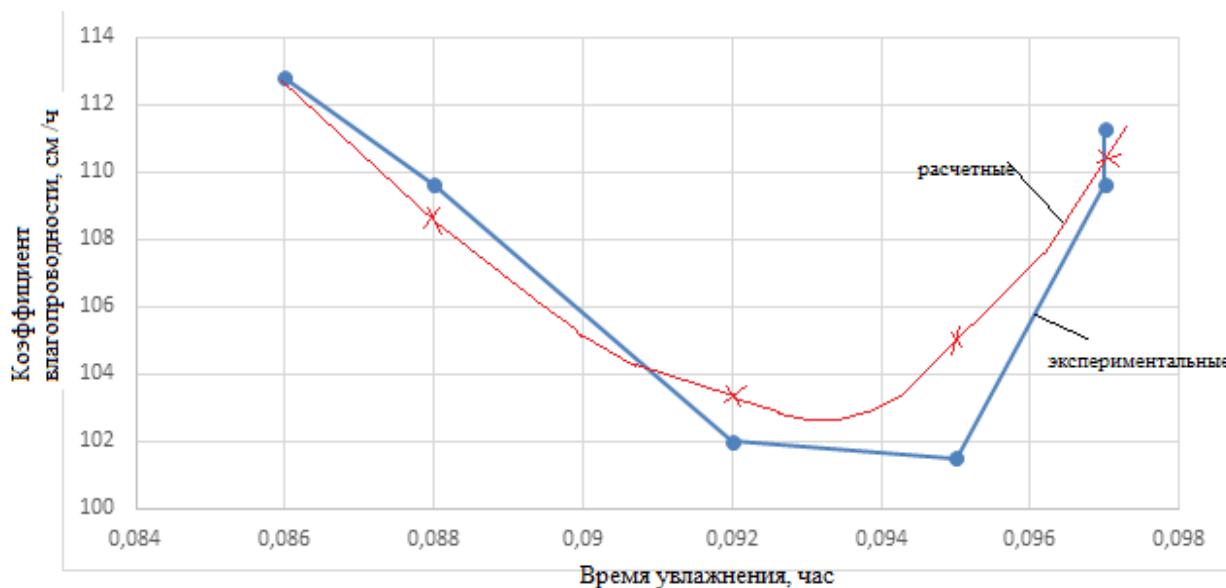
Результаты испытаний коэффициента влагопроводности K_w подстилающего слоя из суглинка, супеси, ВВП угледобычи и фосфогипса приведены в таблице 2.

Анализируя результаты испытаний подстилающего слоя, можно отметить следующее: данные значения коэффициентов влагопроводности K_w подстилающего слоя из суглинка, супеси, ВВП угледобычи и фосфогипса могут кардинально изменяться в зависимости от коэффициента уплотнения и начальной влажности смеси.

Исследование показало, что изменение влажности грунта в осенний, зимний и весенний периоды в теле грунта земляного полотна исследуемого участка незначительны.

Таблица 2 - Коэффициент влагопроводности подстилающего слоя

№ образца	Масса впитавшей воды m_b , гр	Время увлажнения τ , ч.	Коэффициент влагопроводности K_w , см ² /ч.	Коэффициент влагопроводности K_w , см ² /сут.	Среднее значение коэффициента влагопроводности K_w см ² /сут.
1	38	0,095	101,5	2436	2586,4
2	41	0,086	112,8	2707,2	
3	32	0,097	111,3	2671,2	
4	36	0,088	106,5	2630,4	
5	40	0,097	100,6	2625,6	
6	43	0,092	102,0	2448	

**Рисунок 4 - Зависимость коэффициента влагопроводности**

В процессе мониторинга увлажнения опытного участка автомобильной дороги из коробчатого типа, параллельно проводилось наблюдение за величиной морозного пучения поверхности дорожной одежды методом нивелирования.

Нивелирование отметок поверхности дорожной одежды в зимний период проводим по 5 точкам (по ширине земляного полотна), по четырем углам и по центру конструкции дорожного полотна. Результаты наблюдения за пучинообразованием высотных отметок дорожной одежды методом нивелирования в зимний период с декабря по февраль 2016-2017 гг. занесены в таблицу 3.

Таблица 3 - Изменение отметок поверхности дорожного покрытия

№ точек (расстояние)	Превышение отметок дорожного полотна, м		
	декабрь	январь	февраль
1 (0-3м)	0,001	0,002	0,002
2 (3-6м)	0,000	0,001	0,001
3 (6-9м)	0,001	0,003	0,002
4 (9-12м)	0,002	0,003	0,002
5 (12-15м)	0,000	0,001	0,001

Результаты экспериментальных исследований по определению влажности грунта и морозного пучения земляного полотна подтверждают, что подстилающий слой дорожного полотна разработанный из шихтовой смеси фосфогипса и внутренних вскрышных пород угледобычи, а также бетонная коробка из отходов электротермофосфорного шлака снижают влагонакопление от притока воды в осенне-весенние периоды, что исключает пучинообразование в основном слое дорожного покрытия и появление выбоин и трещин, нарушающих целостность автомобильной трассы. Это приводит к улучшению безопасности жизнедеятельности за счет снижения аварий. Построенная бетонная коробка из отходов электротермофосфорного шлака по периметру земляного полотна и устроенная в траншеях, не приводит к влагонакоплению, то есть к свободному и постоянному притоку воды в осенне-весенний период в нижних слоях дорожного полотна. Таким образом, при отсутствии влагонакопления в земляном полотне, устроенном из смеси фосфогипса с ВВП угледобычи, увлажнение в осенне-весенний период и пучинообразование в зимний период земляного полотна невозможны.

Заключение

Построена модель опытного участка автомобильной дороги с дорожной одеждой коробчатого типа, для определения процессов летнего высыхания, осенне-весеннего увлажнения и промерзания внутри коробки дорожного полотна с сохранением водно-теплового баланса в массе подстилающего слоя. Смесь состоит из отходов ВВП угледобывающей промышленности и фосфогипса, образующего в производстве минеральных удобрений. Технология укладки дорожной одежды коробчатого типа автомобильных трасс следующая: производится закладка нижнего подстилающего слоя из супеси, суглинка, внутренних вскрышных пород и фосфогипса, далее коробка толстого бетона из готовых смесей, которая подвергается твердению и сушке при естественных климатических условиях. Затем туда укладывается литой и гранулированный электротермофосфорный шлак в заданных количествах. Измельчение электротермофосфорного шлака обусловлено тем, что он имеет оплавленную округлую форму, что снижает эффект сцепления вяжущего материала-цемент. Это позволяет повысить прочность и устойчивость стенок коробки дорожной одежды из толстого тонкослойного бетона, толщиной 15-20 мм, создает стабилизацию водно-теплового баланса и сохраняет целостность полотна автомобильной трассы в осенне-зимне-весенние периоды за счет снижения влагонакопления и пучинообразования, а также исключает появление выбоин.

Эколого-экономическое преимущество применяемого разрабатываемого мероприятия заключается в использовании при строительстве автомобильных дорог не природных материалов, в виде суглинка, песка и гравия, а отходов предприятий фосфорной подотрасли химической промышленности в виде фосфогипса, электротермофосфорного шлака гранулированного и кускового, мелкораздробленного и отсортированного на определенные фракции, а также отходов угледобывающей отрасли в виде вскрышных пород.

Ожидаемый экономический эффект от применения материала ЖД-70, в сравнении с классическим материалом покрытия ЩМА-20 на 1 км автомобильной дороги III технической категории с общей стоимостью строительства 39 273 млн. тенге, составит 9,223 млн. тенге. Снижение стоимости на 1 погонный км автомобильной дороги составляет 8,46%. Проведено сравнение объемного количества применяемых отходов фосфорной и угледобывающей промышленности с природными материалами. Установлено, что использование техногенных отходов фосфорного производства и угледобывающей отрасли позволит снизить в 1,4 раза применение природных сырьевых материалов для дорожного строительства и улучшить экологическую обстановку промышленных регионов, с сохранением ландшафта местности.

Технико-экономическими расчетами выявлена не только экономическая, но и экологическая эффективность предлагаемой технологии от применения техногенных отходов различных производств. Выявлено, что при прокладке пригородных автомобильных дорог применения техногенных отходов различных производств, позволяет снижение себестоимости строительства автомобильной трассы пригородного назначения до 8,46 %

Список литературы

1. Досалиев К.С., Жакипбаев Б.Е. Строительство автомобильных дорог: дорожная одежда коробчатого типа. Монография. - Алматы: Издательство ТОО «Adal Kitap», 2023. - 195 с. (ISBN 978-601-7681-58-6) - **монография**
2. Asmatulyayev B.A. Уникальные возможности Казахстана для модернизации автомобильных дорог на основе использования промышленных отходов. «Вестник КаздорНИИ», 2024. - **научная статья в журнале**
3. Досалиев К.С., Жакипбаев Б.Е. Строительство автомобильных дорог: дорожная одежда коробчатого типа. - Алматы: Adal Kitap, 2023. - 195 с. - **монография**

4. Артёмов А.П., Лапин В.А. Строительство и эксплуатация автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 2019. - 512 с. - **учебник**
5. Киселёв В.И., Романенко В.А. Дорожные одежды: проектирование и расчёт. - М.: Изд-во АСВ, 2017. - 288 с. - **учебник**
6. Бережной В.М. Основания и земляное полотно автомобильных дорог. - М.: Высшая школа, 2016. - 352 с. - **учебник**
7. Горев В.А. Дорожные строительные материалы. - М.: Машиностроение, 2015. - 420 с. - **учебник**
8. Скороходов А.М. Дорожные одежды и материалы. - М.: Транспорт, 2020. - 368 с.
9. Кузнецов А.П., Панфилов В.Е. Проектирование оснований и фундаментов транспортных сооружений. - СПб.: Лань, 2018. - 464 с. - **учебник**
10. Фисенко Г.Л., Апенко Н.Ф. Модернизация дорожных покрытий и применение промышленных отходов. - Алматы: Қазақ университеті, 2021. - 275 с.- **монография**
11. Сейталиев Р.Ж. Строительные материалы: теория и практика. - Алматы: Эверо, 2020. - 380 с. - **учебник**
12. Тугунов Т.Т. Грунты и их улучшение в дорожном строительстве. - Алматы: Раритет, 2019. - 295 с. - **монография**
13. Хусаинов Б.Ш. Применение техногенных отходов в строительстве. - Астана: Фолиант, 2018. - 310 с. - **монография**
14. Yoder E.J., Witczak M.W. Principles of Pavement Design. - John Wiley & Sons, 2017. - 752 р. - **монография (на англ)**
15. Huang Y.H. Pavement Analysis and Design. - Pearson, 2019. - 792 р. **монография (на англ)**
16. Roberts F.L., Kandhal P.S., Brown E.R. Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction. - NAPA Research, 2016. - 672 р. - **монография (на англ)**
17. Khandal S. Sustainable Road Construction Using Industrial Waste Materials. - Springer, 2022. - 410 р.- **монография (на англ)**
18. A.K. Gupta, S. Kumar. Use of Phosphogypsum and Industrial By-Products in Construction. - CRC Press, 2021. - 344 р. - **монография (на англ)**
19. Gopalakrishnan K. et al. Recycled Materials and Byproducts in Highway Applications. - TRB, 2016. - 530 р. - **монография (на англ)**
20. Jones D., Harvey J. Pavement Design and Management for Sustainable Infrastructure. - CRC Press, 2020. - 480 р. - **научная монография (на англ)**
21. Li N., Yuan D. Industrial Waste Utilization in Civil Engineering. - Elsevier, 2022. - 415 р. - **монография (на англ)**

Сведения об авторах (на трех языках):

Жакипбаев Бибол Еркебуланұлы - PhD, қауымдастырылған профессор, Инженерлік-технологиялық хабтың бас ғылыми қызметкері, академик А. Қуатбеков атындағы Халықтар достығы университетінің «Мұнай және құрылым өндірісі» кафедрасының профессоры, Шымкент, Қазақстан, bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru

Жакипбаев Бибол Еркебуланұлы - PhD, ассоциированный профессор, главный научный сотрудник Инженерно-технологического хаба, профессор кафедры «Нефтяное и строительное производство» Университета дружбы народов имени академика А. Куатбекова, Шымкент, Казахстан, bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru

Zhakipbayev Bibol Yerkebulanuly - PhD, Associate Professor, Chief Researcher of the Engineering and Technology Hub, Professor of the Department of «Oil and Construction Production» at the Academician A. Kuatbekov University of Peoples' Friendship, Shymkent, Kazakhstan, bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru

Досалиев Қайрат Сағындықұлы - PhD, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің «Өнеркәсіптік, азаматтық және жол құрылышы» кафедрасының менгерушісі, Шымкент, Қазақстан.

Досалиев Қайрат Сағындықұлы - PhD, заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и дорожное строительство» Южно-Казахстанского университета имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

Dosaliev Kairat Sagyndykuly - PhD, head of the Department of «Industrial, Civil and Road Construction» at M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

Тұлкенов Камал Дауренұлы - «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КЕАҚ-тың магистранты, «Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты» АҚ-ның жетекші инженері, Астана, Қазақстан, k.tulkenov@qazjolgzi.kz

Тулькенов Камал Дауренович - магистрант НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», ведущий инженер АО «Казахстанский дорожный научный-исследовательский институт», Астана, Казахстан, k.tulkenov@qazjolgzi.kz

Tulkenov Kamal Daurenovich - master's student at the Non-Profit Joint Stock Company «L.N. Gumilyov Eurasian National University», leading engineer at the Joint Stock Company «Kazakhstan Road Research Institute», Astana, Kazakhstan, k.tulkenov@qazjolgzi.kz

Ибраева Айшолпан Асылхановна - АҚ «ҚазжолГЗИ» Ғылым мен инновацияларды дамыту департаментінің маманы, Астана, Қазақстан, a.ibrayeva@qazjolgzi.kz

Ибраева Айшолпан Асылхановна - специалист департамента развития науки и инноваций АО «КаздорНИИ», Астана, Казахстан, a.ibrayeva@qazjolgzi.kz

Ibraeva Aisholpan Asylkhanovna - Specialist, Department of Science and Innovation Development, JSC «KazdorNII», Astana, Kazakhstan, a.ibrayeva@qazjolgzi.kz

Вклад авторов:

Жакипбаев Б.Е. - разработка методологии исследования, анализ экспериментальных данных, подготовка текстовой части статьи, интерпретация теплотехнических и гидрологических характеристик дорожной одежды.

Досалиев Қ.С. - организация опытно-промышленного участка, проведение экспериментальных исследований, сбор и обработка данных по водно-тепловому режиму и пучинообразованию, участие в подготовке графиков и таблиц. Совместно авторы подготовили выводы и рекомендации по практическому применению предложенной технологии.

Тулькенов К.Д. - участие в проведении лабораторных испытаний, обработка результатов мониторинга температурного и влажностного режимов дорожной конструкции, подготовка графических материалов и участие в формировании итоговых аналитических выводов исследования.

Ибраева А.А. - участие в организационном и информационном сопровождении исследования, подготовка и систематизация материалов для публикации, анализ данных, редакционная обработка текста статьи, оформление аннотации, ключевых слов и сведений об авторах на трех языках, участие в подготовке статьи к публикации в научном журнале.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Использование искусственного интеллекта (ИИ): Авторы не использовали ИИ при подготовке статьи.

**«ТОПЫРАҚ НЕГІЗІ - АСФАЛЬТБЕТОН» АВТОЖОЛ ЖҮЙЕСІНІҢ
ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНІҢ ЖОЛ ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ
ҚАУПСІЗДІГІН, ҮНЕМДІЛІГІН ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҒЫН АРТТАРУДАҒЫ
ПРАКТИКАЛЫҚ ӘСЕРІ**

Б.Е. Жақыпбаев^{1*}, К.С. Досалиев², Қ.Д. Тұлкенов^{3,4}, А.А. Ибраева⁴

¹PhD, қауымдастырылған профессор, Инженерлік-технологиялық хабтың бас ғылыми қызметкері, «Мұнай және құрылыш өндірісі» кафедрасының профессоры
Мекеме: «Академик А. Қуатбеков атындағы Халықаралық достық университеті»,
Шымкент, Қазақстан

²PhD, «Өнеркәсіптік, азаматтық және жол құрылышы» кафедрасының менгерушісі
Мекеме: М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент,
Қазақстан

³«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КЕАҚ, Астана, Қазақстан

⁴ «Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты» АҚ, Астана, Қазақстан
*Хат алушы автор: bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru

Андратпа. Әр түрлі өндірістердің техногендік қалдықтарын қолдана отырып, жер төсемін тығызыдау және жол киімін жабу әдістерін жетілдіру басым бағыттардың бірі болып табылады. Бұл құрылымның су-жылу режимін тұрақтандыру есебінен, қозғалысты шектемей және жол төсемінің балласт ойықтарын жоюсыз пайдаланылатын инженерлік құрылышты жобалауға және нығайтуға, жергілікті жердің ландшафтың сақтай отырып, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді. Шешілетін мәселелерді практикалық қолдану әртүрлі өндірістердің қайталама материалдық-шикізат ресурстары мен қалдықтарын кешенді және ұтымды пайдалануды талап етеді. Қазіргі уақытта оларды пайдалану үлесі шикізат көлеміндегі 25-30 % жалпы көрсеткіштегі есептік мәндердің орнына шамамен 3-5 % құрайды. Сондықтан, индустримальық-инновациялық даму кезеңінде автомобиль жолдарының астыңғы қабаты мен төсемінің сапасын жақсарта отырып, әртүрлі салалардың қалдықтарын ұтымды және кешенді пайдалану мәселелері маңызды практикалық маңызға ие. Мақалада 37-50 ПК-дан 37-65 ПК-ға дейінгі А-1 автокөлік жолының участкесінде қорап түріндегі жол киімдерінің тәжірибелік сегментін зерттеудің кестелері мен тәжірибелік деректері көлтірілген. Саздақ, құмды саз, көмір өндіру және фосфогипс қоспасынан жасалған астыңғы қабаттың жылу өткізгіштік коэффициентін зерттеу нәтижелері бойынша мынадай қорытынды жасауға болады: жылу-физикалық қасиеттеріне сәйкес автокөлік жолының жер төсемін салу үшін астыңғы қабаттың жарамдылығы жоғары.

Түйін сөздер: қорап түріндегі жол киімі, «жер жамылғысы – асфальтбетон» автожол жүйесі, өнеркәсіптік кәсіпорындардың қалдықтарынан жасалған астыңғы қабат: террикондар, фосфогипс, түйіршіктелген және құйылған электротермофосфор қожы.

PRACTICAL IMPACT OF THE «SOIL SUBGRADE - ASPHALT CONCRETE» ROAD SYSTEM STRUCTURE ON ENHANCING TRAFFIC SAFETY, COST EFFICIENCY, AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY DURING OPERATION

B.E. Zhakipbayev^{1*}, Q.S. Dosaliev², K.D. Tulkenev^{3,4}, A.A. Ibrayeva⁴

¹PhD, Associate Professor, Chief Researcher of the Engineering and Technology Hub, Professor of the Department of «Oil and Construction Production»

Institution: «Academician A. Kuatbekov University of People's Friendship», Shymkent, Kazakhstan

²PhD, Head of the Department of «Industrial, Civil and Road Construction»

Institution: M. Auezov South Kazakhstan Public University, Shymkent, Kazakhstan

³ Non-Profit Joint Stock Company «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Astana, Kazakhstan

⁴Joint Stock Company «Kazakhstan Road Research Institute», Astana, Kazakhstan

*Corresponding author: bibol.ye.zhakipbayev@mail.ru

Abstract. One of the priority areas is the improvement of methods for compacting the subgrade and pavement coating, using man-made waste from various industries. This allows for the design and strengthening of an operating engineering structure by stabilizing the water-thermal regime of the structure, without restricting movement and eliminating ballast depressions in the roadway, rationally using natural resources, while preserving the landscape of the area. The practical application of the issues being resolved requires the comprehensive and rational use of secondary material and raw materials and waste from various industries. To date, the share of their use is about 3-5 %, instead of the calculated values in the general indicator of 25-30 % in the volume of raw materials. Therefore, during the period of industrial-innovative development, issues of rational and integrated use of waste from various industries, with improving the quality of the underlying layer and road surface, are of great practical importance. The article presents graphs and experimental data from a study of an experimental section of box-type road pavement on the section of the A-1 highway from PC 37-50 to PC 37-65. Based on the results of studies of the thermal conductivity coefficient of the underlying layer from a mixture of loam, sandy loam, coal mining and phosphogypsum, the following conclusion can be drawn: in terms of thermophysical properties, the underlying layer for the construction of a highway subgrade is highly suitable.

Key words: box-type road pavement, road system «earthen surface – asphalt concrete», underlying layer from industrial waste: waste heaps, phosphogypsum, granulated and cast electrothermophosphorus slag.



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).