

АВТОМОБИЛЬ ШИНАСЫ ҮГІНДІЛЕРІН АСФАЛЬТТЫ-БЕТОН ҚҰРАМЫНА ҚОСУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Удербает С.С., техника ғылымдарының докторы

Saken_uderbayev@korkyt.kz, <https://orcid.org/0000-0003-4492-8364>

Ишанғали А.Б., 7M07366 – Құрылыс материалдарын, бұйымдары мен конструкцияларын өндіру

БББ-ның 1-курс магистранты

ajymzan257@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-9610-7595>

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Аннотация. Бұл мақалада резеңке үгіндісі мен модификацияланған асфальтбетонның физика-механикалық және эксплуатациялық қасиеттері зерттелген. Қазіргі жол құрылысы саласында автокөлік қозғалысының қарқындылығының артуы және ауыр жүк көліктерінің үлесінің көбеюі дәстүрлі асфальтбетон жабындарының тез тозуына әкелуде. Сонымен қатар, пайдаланылған автомобиль шиналары экологиялық тұрғыдан қауіпті қалдықтардың қатарына жатады. Осыған байланысты қалдық шиналарды қайта өңдеу және оларды жол-құрылыс материалдарына пайдалану өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеу барысында БНД 60/90 маркалы битум, минералды толтырғыштар және қалдық автомобиль шиналарынан алынған резеңке үгінділері қолданылды. Асфальтбетон қоспаларына 0%, 5%, 10% және 15% мөлшерде резеңке үгінділері қосылып, Маршалл әдісі бойынша зертханалық сынақтар жүргізілді. Зерттеу нәтижелері резеңке үгінділерін қолдану асфальтбетонның Маршалл тұрақтылығын, жоғары температурада деформацияға төзімділігін және су әсеріне тұрақтылығын арттыратынын көрсетті. Ең тиімдікөрсеткіштер 5–10% резеңке үгіндісі бар үлгілерде байқалды. Резеңке қалдықтарының көп бөлігі полигондарда жиналып, ондаған жылдар бойы ыдырамайтындықтан, қоршаған ортаға елеулі зиян тигізетінін байқаймыз.

Жүргізілген зерттеу резеңке үгіндісімен модификацияланған асфальтбетонды жол құрылысы тәжірибесінде қолданудың техникалық, экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімді екенін дәлелдейді.

Тірек сөздер: асфальтбетон, резеңке үгіндісі, модификацияланған битум, Маршалл тұрақтылығы, жолжабыны.

Кіріспе. Өндіріс орындарының қатарының көбеюі еліміздің тұрғындары үшін оң әсерін береді. Алайда, өндіріс орындарынан қалып жатқан ірі қалдықтар көлемі олардың денсаулық жағдайына, өмір салтына және қоршаған ортаға өз теріс әсерін беруде. Техногендік шикізаттардың жағымсыз әсерлерін атап айтар болсақ, айналасына улы заттар бөлуі, адамдардан басқа тіршілік иелерін жойып жіберуге қабілетті, биосфераға патологиялық әсерлері, су жүйелеріне де залал кетіреді. Бұл жағдайлардың қатарын азайтуда тиімді шешімі – оларды екінші қайта өндіріске қосу [1].

Қазақстанда жүргізілген соңғы статистикаларға сүйенсек, барлық өндіріс қалдықтары 16,5 млрд тонна (2021 ж.) құрайды. Олардың қауіпті/қауіпсіз қалдықтары – 2,8/13,7 екені көрсетілді. Ал осы қалдықтарды игеру көрсеткіші – 11% - ды құрайды. Бұл статистикалық көрсеткіштер қалдық түрлерін өндіріске қосу керек екенін тағы бір еске салады.

Техногендік қалдықтар шығарушылар ретінде өнеркәсіп орындары, энергетика, металлургия, тау-кен өндірістері, мұнай-газ және химия салалары көрсетіледі. Статистикада көрсетілген көрсеткіштер қай өндіріс орындарынан екенін нақтылап көрсетпейді [2].

Қызылорда қаласы – ҚР оңтүстік-батысындағы әкімшілік, әлеуметтік-экономикалық және мәдени орталықтарының бірі. Қаланың экологиялық жағдайын жақсарту үшін соңғы 2024 жылғы сандық көрсеткіштер бойынша алғашқы 9 ай көлемінде

227 мың тонна өндірістік қалдық жиналған. Олардың игерілуі немесе дұрыс жойылған мөлшері шамамен 30% -ы ғана жойылды.

Материалдар мен әдістер. Асфальтты бетон – автомобиль тораптарының, әуе көліктерінің және барлық көшелердің негізгі жабынды материалы екені белгілі. Асфальтты бетонның сапалық деңгейі көліктердің қозғалысы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, тасымал уақытын, көлік шығынын, апаттар және жарақаттарды азайтуға, аймақтар арасындағы байланысты және мобильділікті арттырады. Демек, асфальтты бетонның қала ішілік және қала маңында инфрақұрылымдық, экономикалық және әлеуметтік маңызы зор екені анық. Асфальтты бетонның осы аталған салалар бойынша маңызы 1-диаграммада көрсетілген [3-4].

Асфальтты бетон технологиясында автомобиль үгінділерін пайдалану – бұл инновациялық шешім, ол экологиялық және экономикалық тиімділікке бағытталған. Бұл технология автомобиль шиналарының қалдықтарын қайта өңдеу арқылы асфальтобетон қоспасына криолитті немесе ұнтақ тәрізді резинді қосуға негізделген.

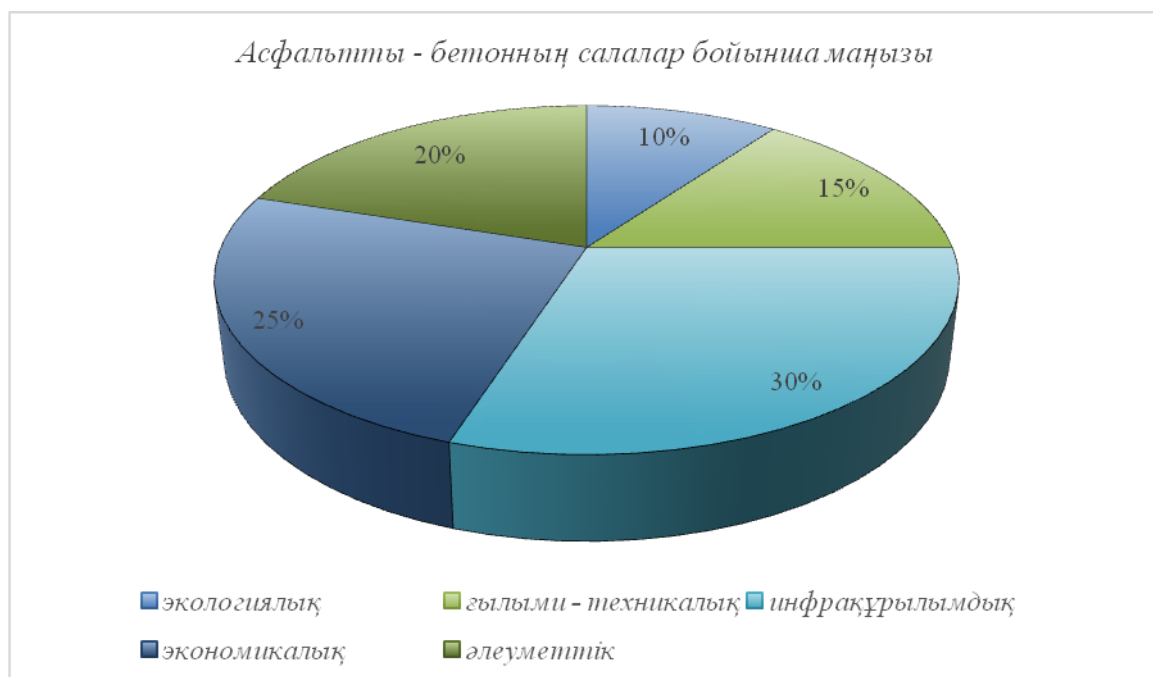
Автомобиль үгінділерін пайдаланудың негізгі артықшылықтары:

Қалдықтарды утилизациялау. Автомобиль шиналарының қалдықтарын қайта өңдеу қоршаған ортаны лағайтын қалдықтардың көлемін азайтуға мүмкіндік береді.

Ресурстарды үнемдеу. Автомобиль үгінділерін асфальтобетон қоспасында пайдалану табиғи ресурстарды үнемдеуге және олардың сарқылуын бәсеңдетуге ықпал етеді.

Асфальтты бетонның қасиеттерін жақсарту. Автомобиль үгінділері асфальтобетонның беріктігін, төзімділігін, жарыққа және температуралық өзгерістерге төзімділігін арттырады.

Асфальтты бетон технологиясында автомобиль үгінділерін пайдалану Қазақстанның экологиялық және экономикалық дамуына үлес қосатын перспективалы бағыт болып табылады, өйткені ол қалдықтарды қайта өңдеу, ресурстарды үнемдеу және жол инфрақұрылымының сапасын жақсарту мәселелерін шешуге мүмкіндік береді [5].



1-диаграмма – Асфальтты-бетонның салалар бойынша маңызы

Асфальтты-бетонның қажеттіліктерін толтыру барысында бірқатар қиыншылықтар туындауы қалыпты. Себептері ретінде келесі факторларды қарастыруға болады:

- техникалық кемшіліктері: температура өзгерістеріне сезімталдығы – жаз мезгілінде жұмсаруы, қыс мезгілінде – морт сынуы. Нәтижесінде қызмет ету мерзімі қысқарады. Орта есепте 7-10 жылды ғана құрайды;

– экологиялық кемшіліктері: өндіріс кезінде ауаға зиянды заттардың бөлінуі, қалдықтар жиналуы, негізгі байланыстырғышы битум – мұнайға тікелей қатысты өнім;

– экономикалық көрсеткіштері: жоғары энергия шығыны – қоспа өндірісі үшін шамамен 120-160°C температура қажет, бұл отын мен электр энергиясын қажет етеді, импортқа тәуелділік – құрамының күрделі қоспалары іргелес елдерден тасымалданады.

Зерттеу жұмыстарында резеңке үгінділері жол құрылыс материалдарына қосу қарастырылды. Басты мақсаты – асфальтты-бетон құрамында автомобиль шиналарының үгінділерін пайдалану арқылы материалдың физика-механикалық қасиеттеріндегі өзгерістерді анықтау [6].

Нәтижелер оларды талқылау. Қазіргі таңда жол құрылысында экологиялық және экономикалық тиімді технологияларды қолдану өзекті мәселе болып отыр. Бұл әдіс тек қалдық шиналарды өндіріске жаратып қана қоймай, жол жабындарының сапасы мен ұзақ мерзімділігін арттырады.

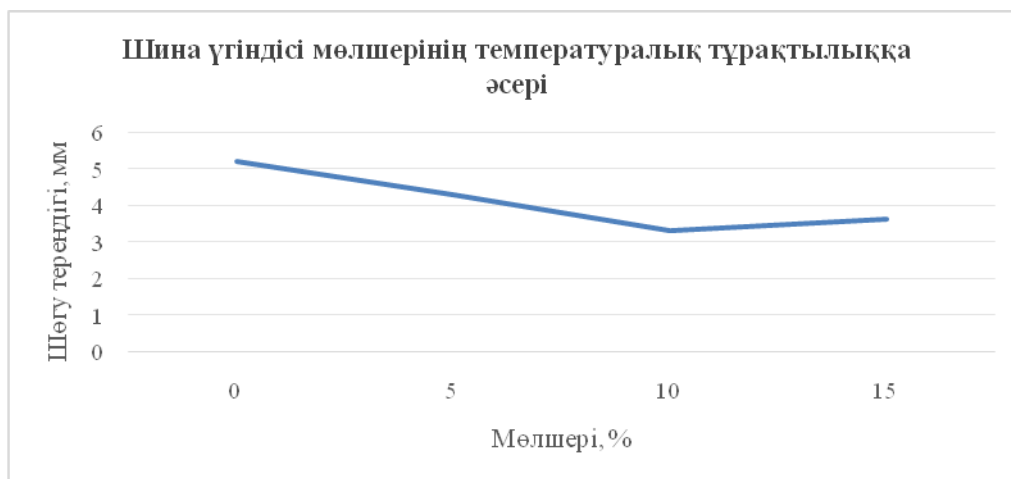
10% көлемінде үгінді қосу қоспаның: маршалл тұрақтылығын, су әсеріне төзімділігін, температура тұрақтылығын, жарыққа төзімділігін ең жақсы деңгейге арттырды.

15% - дан жоғары қосу қоспаның құрылымына теріс әсер етуі мүмкін. Зерттеудегі нәтижелік көрсеткіштер 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте – Шина үгіндісі мөлшерінің физика-механикалық қасиеттерге әсері

Үлгі	Үгінді мөлшері, %	Маршалл тұрақт., kN	Тығыздық, г/см ³	Кеуектілік, %
A	0	10,8	2,34	3,4
B	5	12,2	2,33	3,7
C	10	13,6	2,31	4,1
D	15	12,9	2,28	4,8

2-диаграммада температуралық тұрақтылықтың (Wheel-tracking сынағы бойынша) өзгерісі көрсетілген. Шина үгіндісі мөлшері артқан сайын шөгу тереңдігі азайып, жол жабындысының температуралық тұрақтылығы жақсарады. 10% үгінді мөлшерінде ең жоғары тұрақтылық байқалады [7].



2-диаграмма – Шина үгіндісі мөлшерінің температуралық тұрақтылыққа әсері

Мақалада Қазақстандағы техногендік шикізаттарды асфальтты-бетон өндірісінде қолданудың тиімді жолдары қарастырылды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, өнеркәсіп қалдықтарын өндірісте пайдалану экономикалық, экологиялық және техникалық тұрғыдан тиімді болып табылады. Шиналар үгіндісін 10% көлемде қоспаға қосу асфальтты-бетон-

ның маршалл тұрақтылығын, су әсеріне төзімділігін, температуралық тұрақтылығын және жарыққа төзімділігін едәуір арттыра отырып, материалдың сапасын жоғарылатады [8-9].

Сонымен қатар, техногендік қалдықтарды қайта өңдеу қоршаған ортаның ластануын азайтып, қалдықтарды тиімді пайдалану арқылы тұрақты даму принциптеріне сәйкес шешім ұсынады. Алайда, үгінді мөлшері 15%-дан асқанда жол жабынының құрылымына кері әсер ету мүмкіндігі байқалады, сондықтан оңтайлы мөлшерді сақтау маңызды.

Осы зерттеу жол құрылысында экологиялық таза және экономикалық тиімді материалдарды қолданудың маңыздылығын көрсетті. Алдағы уақытта бұл бағыттағы жұмыстарды жалғастыру, жаңа технологияларды енгізу және нормативтік-құқықтық базаны жетілдіру еліміздің инфрақұрылымдық дамуына және жол жабындарының ұзақ мерзімді сапасына үлес қосатын болады.

Статистикалық негіз – қалдықтарды игеру көрсеткіштері мен нақты мысалдар: Мысалы, Қызылорда қаласында өндірістік қалдықтардың 30%-ы ғана дұрыс өңделеді, бұл көрсеткішті арттыру қажеттігі. Бұл мәлімет қоршаған ортаны қорғаудың нақты қажеттілігін көрсетеді.

Экологиялық аспектіні күшейту – қалдықтарды қолдану арқылы зиянды заттардың ауаға, суға және топыраққа әсерін азайту [10].

Экономикалық артықшылықтарды атап өту – шикізатты қайта өңдеу арқылы энергия мен шикізат шығындарын азайту, импортқа тәуелділікті төмендету.

Алдағы уақыттарда зерттеуді кеңейту: басқа техногендік қалдық түрлерін де асфальтты-бетонға қосу мүмкіндігін зерттеу. Нормативтік-құқықтық базаны жетілдіру: қалдықтарды пайдалану стандарттарын енгізу.

Жаңа технологияларды енгізу: жол жабындарының сапасын арттыру және ұзақ мерзімділігін қамтамасыз ету.

Бұл зерттеуде асфальтты бетон құрамына автомобиль шиналарының үгінділерін қосарқылы араласпаның физикалық-механикалық қасиеттерін жақсарту мүмкіндігі талданды. Шина үгінділері – қайта өңделген резеңке өнімдерінің түрі, олардың жол құрылысына қосылуы экологиялық, экономикалық және технологиялық жағынан тиімді екендігі қазіргі таңда көптеген зерттеулермен дәлелденіп келеді. Жұмыстың негізгі мақсаты – шина үгіндісі мөлшерінің асфальтбетонның беріктігіне, Маршалл тұрақтылығына, деформацияға қарсы тұру қабілетіне және пайдалану сипаттамаларына әсерін анықтау [11].

Эксперименттік нәтижелерге сүйенсек, резеңке үгінділерін қосу асфальтбетонның қасиеттерін белгілі бір мөлшерге дейін жақсарттады. Атап айтқанда, 5-10% аралығындағы үгінді қосылған үлгілер ең жоғары нәтижелер көрсетті. Маршалл тұрақтылығы 10% резеңке қосылған үлгіде ең жоғары деңгейге жеткені байқалды. Бұл резеңке құрамындағы эластикалық қасиеттердің асфальт құрылымына оң әсер етіп, ішкі байланыстарды нығайтатынын көрсетеді. Сонымен қатар, резеңке үгінділері қоспаны икемді ете отырып, суықта жарылуға және ыстықта шөгуге төзімділігін арттыратыны анықталды.

Зерттеу нәтижелері резеңке үгіндісі мөлшерінің асфальтбетон қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Маршалл тұрақтылығы көрсеткіші резеңке үгіндісі қосылған үлгілерде бақылау үлгісімен салыстырғанда жоғары болды. Әсіресе 10% резеңке үгіндісі бар қоспада ең жоғары тұрақтылық мәні байқалды. Бұл резеңкенің серпімді қасиеттері есебінен асфальтбетон құрылымының беріктігі артатынын дәлелдейді.

Flow көрсеткішінің артуы қоспаның икемділігінің жоғарылағанын көрсетеді. Бұл қасиет төмен температурада жарықтардың пайда болуына қарсы тұру қабілетін арттырады. Алайда резеңке мөлшері 15% болған жағдайдағы су шамасының шамадан тыс өсуі қоспаның тым жұмсақ болуына әкелуі мүмкін екені анықталды [12].

Тығыздық көрсеткіштері резеңке үгіндісі мөлшері артқан сайын аздап төмендеді, ал ауа қуыстарының көлемі керісінше артты. Бұл резеңке бөлшектерінің минералды

толтырғыштармен салыстырғанда тығыздығы төмен болуымен түсіндіріледі. Дегенмен, 5–10% аралығындағы мөлшерде бұл өзгерістер нормативтік талаптар шегінде алды.

Wheel-tracking сынағы нәтижелері резеңке үгіндісі қосылған асфальтбетонның жоғары температурада шөгуге төзімділігі артқанын көрсетті. 10% резеңке қосылған үлгілерде доңғалақ ізі терендігі ең төмен мәнге ие болды. Бұл қасиетауыр жүк көліктері көп жүретін жолдар үшін аса маңызды.

Су әсеріне тұрақтылықты сипаттайтын TSR көрсеткіші де резеңке үгіндісі бар үлгілерде жоғары болды. Бұл резеңке мен битум арасындағы байланыс асфальтбетон құрылымының суға төзімділігін арттыратынын көрсетеді [13].

Дегенмен, үгінді мөлшері 15% және одан жоғары болғанда, қоспаның құрылымдық тұтастығы әлсіреп, оның беріктігі төмендей бастағаны байқалды. Бұл битум мен толтырғыш арасындағы адгезияның шамадан тыс резеңке әсерінен әлсіреуіне байланысты. Яғни, резеңке мөлшерін шектен тыс көбейту асфальтты бетон құрылымын тұрақсыз етеді.

Қорытынды. Зертханалық сынақтар нәтижелері wheel-tracking көрсеткішінің де жақсарғанын көрсетті. Резеңке қосылған асфальтбетон доңғалақ ізіне байланысты деформацияға аз ұшырады, яғни жоғары температурада шөгуге төзімділігі артты. Бұл ауыр жүк көліктері жиі жүретін жолдар үшін маңызды сипаттама. Сонымен қатар, TSR (су әсеріне тұрақтылық) нәтижелері резеңке үлес салмағы артқан сайын материалдың суға төзімділігі жақсарғанын көрсетті. Бұл асфальтбетонның ұзақ мерзімді пайдалану мерзімін ұзартуға ықпал етеді.

Экологиялық тұрғыдан алғанда, автокөлік шиналарын кәдеге жарату мәселесі әлем елдерінің барлығын алаңдатып отыр. Резеңке қалдықтарының көп бөлігі полигондарда жиналып, ондаған жылдар бойы ыдырамайтындықтан, қоршаған ортаға елеулі зиян тигізеді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, бұл қалдықтарды жол құрылысына пайдалану қоршаған ортаға түсетін жүктемені азайтып, қайта өңдеу тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, резеңкені пайдалану минералды материалдарға сұранысты төмендетіп, табиғи ресурстарды үнемдеуге септігін тигізеді [14].

Экономикалық тұрғыдан шина үгінділерін қолдану асфальтбетон қоспасының өзіндік құнын төмендетуге әсер етеді. Себебі резеңке қалдығының бағасы көбіне минералды толтырғыштарға қарағанда әлдеқайда төмен. Жол құрылысында материалдың құнын азайта отырып, ұзақ мерзімді қызмет ету мүмкіндігі де артады.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері автомобиль шинасы үгінділерін асфальтты бетон құрамына енгізу технологиялық тұрғыдан тиімді екенін дәлелдеді. Үгінді мөлшерін оңтайлы пайдалану (5-10%) материалдың негізгі беріктік көрсеткіштерін арттырды, оның деформацияға және су әсеріне төзімділігін жақсартты. Сонымен қатар, бұл тәсіл экологиялық және экономикалық артықшылықтар береді. Алайда резеңке үгінділерін шамадан тыс қолдану асфальтбетон беріктігін төмендететіні анықталды. Сондықтан, зерттеу нәтижелерін ескере отырып, шина үгінділерін асфальтбетон құрамында 10% шамасында пайдалану ең тиімді болып саналады. Бұл көрсеткіш жолдың қызмет ету мерзімін ұзартып, шығындарды азайтуға және экологиялық мәселелерді шешуге оң әсер етеді. Болашақ зерттеулер резеңке үгінді мөлшерін әртүрлі битум түрлерімен, модификаторлармен және жол-климаттық жағдайлармен салыстыра отырып, технологияны одан әрі жетілдіру бағытында жүргізілуі тиіс [15].

Осыған байланысты резеңке үгіндісімен модификацияланған асфальтбетонды II–III техникалық санаттағы автомобиль жолдарының жоғарғы және байланыстырушы қабаттарында қолдануды ұсынуға болады. Бұл технология жолжабындарының қызмет ету мерзімін ұзартып, жөндеу аралығын арттырады, сондай-ақ қалдық автомобиль шиналарын қайта өңдеу арқылы экологиялық жүктемені төмендетуге мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер техникалық, экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімді екенін дәлелдейді.

Әдебиеттер:

- [1] **Бунькин, И.Ф.** Воробьев В.А. (2001). Моделирование и оптимизация управления составом асфальтобетонных смесей. – М.: Российская инженерная академия, 2001. – 328 с.
- [2] Қазақстан Республикасы Ұлттық статистика бюросы. Қалдықтарды басқару және өңдеу: 2021–2024 жылдардағы экологиялық статистикалық жинақ. – Астана: Ұлттық статистика бюросы, 2024. – 76 б
- [3] Қазақстан Республикасының Экология, геология және табиғи ресурстар министрлігі. Қазақстан Республикасындағы экологиялық жағдай туралы ұлттық баяндама. – Астана, 2024. – 112 б.
- [4] **Қожахметов, А.Т.,** Смағұлов Е.Ж. Құрылыс материалдарының технологиясы: оқу құралы. – Алматы: Эверо баспасы, 2021. – 320 б.
- [5] **Байкенов, А.А.,** Рахимов Ж.Т. Асфальтты бетон және оны өндіру технологиясы. – Қарағанды: Қарағанды техникалық университеті баспасы, 2020. – 215 б.
- [6] **Махмұтов, А.М.** Қалдықтарды құрылыс материалдары өндірісінде пайдалану. – Алматы: Қазақ құрылыс және сәулет институты, 2019. – 178 б.
- [7] **Баймуратов, А.Ж.,** Әбдіразақов Т. Жол-құрылыс материалдары. – Алматы: ҚазҚСҚА, 2021. – 240 б.
- [8] **Дүйсембаев, А.К.** Асфальтбетон қоспаларының қасиеттері және оларды жақсарту жолдары. Оқу құралы. – Алматы, 2020. – 180 б.
- [9] **Құрманбаев, Т.,** Сайдұллаев Е. Қайта өңделген резеңке материалдарын жол құрылысында қолдану // Техникалық ғылымдар журналы, 2022. – №3. – 45-52 бб.
- [10] Битум және асфальтбетон: Материалдардың физика-механикалық сипаттамалары. Алматы: Дәуір, 2019. – 200 б.
- [11] **Әлімұлы, О.** Жол төсемдерінің төзімділігі және оларды модификациялау әдістері. Астана: ЕҰУ баспасы, 2021. – 156 б.
- [12] **Абдрахманов, Т.К.** Құрылыс материалдарын өндіру технологиясы. – Нұр-Сұлтан: Фолиант, 2020. – 360 б.
- [13] **Кенжебаев, С.М.,** Тлеубаев А.Т. Жол жабындарының беріктігі мен ұзақ мерзімділігі. – Алматы, 2017. – 198 б.
- [14] СН РК 3.03-19-2010. Автомобиль жолдары. Асфальтбетон қоспаларына қойылатын талаптар. – Астана, 2018.
- [15] **Иванов, Н.И.** Асфальтобетон и его модификация полимерами. – Москва: Стройиздат, 2016. – 280 с.

References:

- [1] **Bun'kin, I.F.** Vorob'ev V.A. (2001). Modelirovanie i optimizacija upravlenija sostavom asfal'tobetonnyh smesey /– M.: Rossijskaja inzhenernaja akademija, 2001. –328 s. [in Russian]
- [2] Qazaqstan Respublikasy Ulttyq statistika bjurosy. Qaldyqtardy basqaru zhane ondeu: 2021–2024 zhyldardagy jekologijalyq statistikalyq zhinaq. – Astana: Ulttyq statistika bjurosy, 2024. – 76 b. [in Kazakh]
- [3] Qazaqstan Respublikasynyn Jekologija, geologija zhane tabigi resurstar ministrligi. Qazaqstan Respublikasyndagy jekologijalyq zhagday turaly ulttyq bajandama. – Astana, 2024. – 112 b. [in Kazakh]
- [4] **Qozhahmetov, A.T.,** Smagulov E.Zh. Qurylys materialdarynyn tehnologijasy: oqu quraly. – Almaty: Jeverobaspasy, 2021. – 320 b. [in Kazakh]
- [5] **Bajkenov, A.A.,** Rahimov Zh.T. Asfal'tty beton zhane ony ondiru tehnologijasy. – Qaragandy: Qaragandy tehnikalyq universiteti baspasy, 2020. – 215 b. [in Kazakh]
- [6] **Mahmutov, A.M.** Qaldyqtardy qurylys materialdary ondirisinde pajdalanu. – Almaty: Qazaq qurylys zhane saulet instituty, 2019. – 178 b. [in Kazakh]
- [7] **Bajmuratov, A.Zh.,** Abdirazaqov T. Zhol-qurylys materialdary. Almaty: QazQSQA, 2021. – 240 b. [in Kazakh]
- [8] **Dujsembaev, A.K.** Asfal'tbeton qospalarynyn qasiетterі zhane olardy zhaqsartu zholdary. Oqu quraly. Almaty, 2020. – 180 b. [in Kazakh]
- [9] **Qurmanbaev, T.,** Sajdullaev E. Qajta ondelgen rezenke materialdaryn zhol Qurylysynda Qoldanu. Tehnikalyq gylymdar zhurnaly, 2022. – №3 – 45–52 bb. [in Kazakh]

- [10] Bitum zhane asfal'tbeton: Materialdardyn fizika-mehanikalyq sipattamalary. Almaty: Daur, 2019. – 200 b. [in Kazakh]
- [11] **Alimuly, O.** Zhol tosemderinin tәzimdiligi zhәne olardy modifikacijalau әdisteri. Astana: EҮУ baspasy, 2021. – 156 b. [in Kazakh]
- [12] **Abdrahmanov T.K.** Qurylys materialdaryn ondiru tehnologijasy. – Nur-Sultan: Foliant, 2020. – 360 b. [in Kazakh]
- [13] **Kenzhebaev, S.M.,** Tleubaev A.T. Zhol zhabyndarynyn beriktigi men uzaq merzimdiligi. – Almaty, 2017. – 198 b. [in Kazakh]
- [14] SN RK 3.03-19-2010. Avtomobil' zholdary. Asfal'tbeton qospalaryna qojylatyn talaptar. – Astana, 2018. [in Kazakh]
- [15] **Ivanov, N.I.** Asfal'tobeton i ego modifikacija polimerami. – Moskva: Strojizdat, 2016. – 280 s [in Russian]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРОШКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Удербает С.С., доктор технических наук

Ишангали А.Б., магистрант 1 курса ОП М07366 – Производство строительных материалов, изделий и конструкций

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Казахстан

Аннотация. В данной статье исследованы физико-механические и эксплуатационные свойства асфальтобетона, модифицированного резиновой крошкой. В современных условиях дорожного строительства рост интенсивности автомобильного движения и увеличение доли тяжёлых грузовых транспортных средств приводят к ускоренному износу традиционных асфальтобетонных покрытий. Кроме того, отработанные автомобильные шины относятся к числу экологически опасных отходов. В связи с этим переработка изношенных шин и их использование в дорожностроительных материалах является актуальной задачей.

В ходе исследования использовались дорожный битум марки БНД 60/90, минеральные заполнители и резиновая крошка, полученная из отходов автомобильных шин. В состав асфальтобетонных смесей вводили 0%, 5%, 10% и 15% резиновой крошки, после чего проводились лабораторные испытания по методу Маршалла. Результаты исследований показали, что применение резиновой крошки способствует повышению маршалловской стабильности асфальтобетона, его устойчивости к деформациям при высоких температурах и водостойкости. Наиболее эффективные показатели были получены у образцов с содержанием резиновой крошки 5–10%. Следует отметить, что на свалках скапливаются огромные объёмы отработанной резины, которая не разлагается десятилетиями, нанося тем самым значительный ущерб окружающей среде.

Проведённое исследование подтверждает техническую, экономическую и экологическую целесообразность применения асфальтобетона, модифицированного резиновой крошкой, в практике дорожного строительства.

Ключевые слова: асфальтобетон, резиновая крошка, модифицированный битум, маршалловская стабильность, дорожное покрытие.

EFFECTIVENESS OF USING CRUMB RUBBER FROM AUTOMOBILE TIRES IN ASPHALT CONCRETE COMPOSITION

Uderbayev S.S., Doctor of Technical Sciences

Ishangali A., 1st-year Master's student of the educational program 7M07366 – Production of Construction Materials, Products and Structures

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Annotation. This article investigates the physical-mechanical and performance properties of asphalt concrete modified with crumb rubber. In modern road construction, the increase in traffic intensity and the growing share of heavy freight vehicles lead to accelerated deterioration of conventional asphalt concrete pavements. In addition, end-of-life automobile tires are classified as environmentally hazardous waste. Therefore, the recycling of worn tires and their use in road construction materials is an urgent and relevant task.

In this study, BND 60/90 grade paving bitumen, mineral aggregates, and crumb rubber obtained from waste automobile tires were used. Asphalt concrete mixtures were prepared with 0%, 5%, 10%, and 15% crumb rubber content, followed by laboratory testing using the Marshall method. The results demonstrated that the incorporation of crumb rubber enhances the Marshall stability of asphalt concrete, improves its resistance to high-temperature deformation, and increases water resistance. The most favorable performance indicators were observed in mixtures containing 5-10% crumb rubber.

The conducted research confirms the technical, economic, and environmental feasibility of using crumb rubber-modified asphalt concrete in road construction practice.

Keywords: asphalt concrete, crumb rubber, modified bitumen, Marshall stability, pavement.