



ТҰРАҚТЫ ЖОЛ ЖАБЫНДАРЫ: ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА ҚОСПАЛАРДЫҢ БИТУМНЫҢ ЕНУ ДӘРЕЖЕСІНЕ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Дінмұхамбет Алижанов^{1*}, Галина Назаренко¹,
Темирлан Женисов¹, Актоты Агисова¹

¹«Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты» АҚ, Астана, Қазақстан

*Корреспондент автор: dimash_a92@mail.ru

Андатпа. Битум Қазақстанның әртүрлі климаты төзімділік пен сенімділік үшін ерекше қасиеттерді талап ететін жол құрылысына арналған асфальтбетон қоспаларында негізгі байланыстырушы материал ретінде қызмет етеді. Бұл зерттеу 50/70 маркалы битумды жаздың тым жоғары температурасымен танымал елдің оңтүстік аймақтарында пайдалану мүмкіндігін зерттейді. Дәстүрлі түрде 70/100 және 100/130 маркалы битумдар әсіресе оңтүстік және солтүстік аймақтарда қолданылғанымен, жеткізу қиындықтары мен сұраныстың артуына байланысты 50/70 сыныбы сияқты баламаларға қызығушылық артып келеді. Дегенмен, жоғары термиялық кернеу кезінде оның құрылымдық тұтастығына қатысты алаңдаушылық одан әрі талдауды қажет етеді. Зерттеу 50/70 және 70/100 битум маркаларының өнімділігін енуге, жұмсарту нүктесіне, тұтқырлыққа және адгезияға бағытталған зертханалық сынақтар арқылы салыстырады. Мақсат – Оңтүстік Қазақстанның ерекше климаттық жағдайларында жол құрылысы үшін 50/70 битумның орындылығын бағалау және өнімділігін арттыру үшін модификацияларды зерттеу. Нәтижелер битумды оңтайландыруға ықпал етеді.

Түйінді сөздер: битум, асфальтбетон қоспалары, жол құрылысы, модификацияланған битум, полимерлі қоспалар, жұмсарту нүктесі, тұтқырлық, адгезия

Кіріспе

Битум асфальтбетон қоспаларында негізгі байланыстырушы материал қызметін атқара отырып, Қазақстандағы жолдарды салу мен жөндеуде шешуші рөл атқарады. Жол битумы құрылыс материалтану тұрғысынан мұнайды өңдеу арқылы алынатын күрделі органикалық материал болып табылады. Ол жоғары молекулалық көмірсутектерден және олардың асфальтен, шайыр және май сияқты туындыларынан тұрады. Бұл құрамдас бөліктер оның тұтқырлығын, адгезия қасиеттерін және температура ауытқуларына төзімділігін анықтайды, сайып келгенде, Қазақстанның әртүрлі климатында ерекше маңызды болып табылатын жол төсемінің беріктігі мен сапасын анықтайды. Битумның физика-химиялық қасиеттерін зерттеу оны жол құрылысында пайдалануды оңтайландыруға мүмкіндік береді, жол төсемдерінің беріктігі мен сенімділігін қамтамасыз етеді. Бұл мәселеге шетелдік және отандық зерттеушілердің бірқатар еңбектері арналған [1-3].

Қазақстандағы жол құрылысында еліміздің климаттық аймақтарының ерекшеліктеріне сәйкес келетін битумның әртүрлі сорттары қолданылады. Осылайша, [4.5]-де климаты күрт континенталды елдерде, оның ішінде Қазақстанда 70/100 және 100/130 маркалы битуммен асфальтбетонды жабындысы бар автомобиль жолдарын пайдалану кезінде бірінші қыс маусымында оларда төмен температуралы жарықтар пайда болатыны атап өтілген.

Қазақстандағы асфальтбетонды жол құрылысының ерекшеліктері жол төсеу технологияларын және аралас композицияны жергілікті пайдалану жағдайларына бейімдеу қажеттілігімен байланысты. Температураның ауытқуы, тасымалдау жүктемелерінің қарқындылығы, сондай-ақ ультракүлгін сәулелену мен ылғалдың әсері сияқты факторларды ескеру маңызды. Аймаққа және жол жамылғысының ерекшеліктеріне байланысты битумның әртүрлі модификациялары, соның ішінде олардың физикалық-механикалық қасиеттерін жақсартатын полимерлі қоспалар қолданылуы мүмкін [6,7].

Битумның қасиеттерін жақсартудың кең таралған әдістерінің бірі оны полимерлермен модификациялау болып табылады. Сонымен қатар айтарлықтай нәтижеге қол жеткізу экономикалық шығындармен және модификациялау процесінің технологиялық күрделілігімен байланысты, оны қалдықтар мен қайта өңделген өнімдерді пайдалану арқылы шешуге болады [4-6].

Бұл зерттеудің мақсаты 50/70 маркалы битумды еліміздің оңтүстік өңірлеріндегі автомобиль жолдарының құрылысында пайдалану мүмкіндігін анықтау болып табылады.

Мақсаттары:

- 50/70 және 70/100 маркалы битумдардың көрсеткіштеріне салыстырмалы талдау жүргізу;

- республиканың оңтүстік өңіріндегі жол құрылысында 50/70 маркалы битумды пайдалану мүмкіндігін зерделеу.

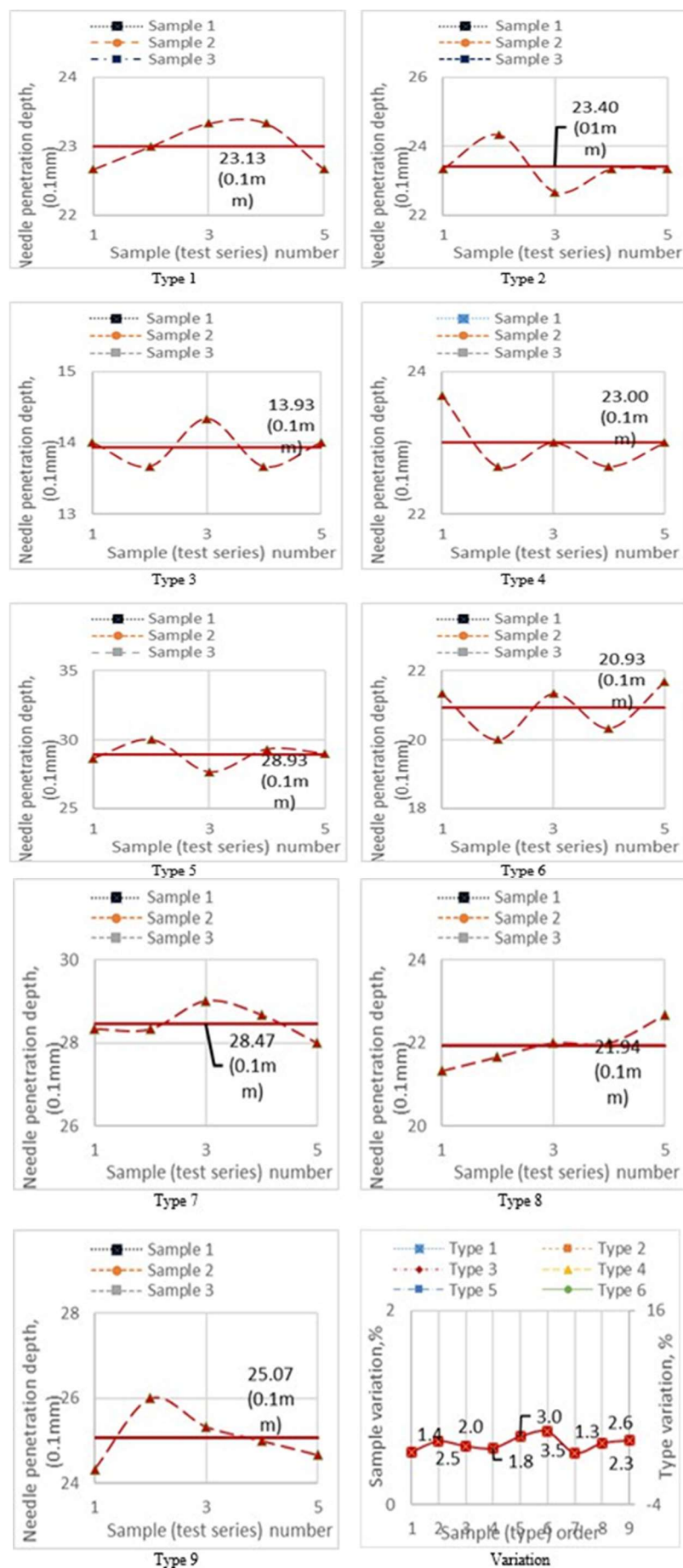
Әдістеме

Жол төсемі материалдарының сапасын қамтамасыз ету үшін «ҚазЖолҒЗИ» АҚ зертханасында битумды материалдар халықаралық және ұлттық стандарттарға сәйкес тексерілді. Сынақтардағы негізгі көрсеткіштерге ену, жұмсарту нүктесі, тұтқырлық және адгезия жатады. Бұл сынақтар битумның әртүрлі климаттық жағдайларда қолдануға жарамдылығын және оның төзімділік пен қауіпсіздік талаптарына сәйкестігін анықтауға мүмкіндік береді.

Нәтижелер және талқылау

1-суретте әрбір салыстырылған түрдегі битум үлгілерінің 0°C кезінде иненің өтуінің ішінара және орташа мәндері, сондай-ақ вариация коэффициенттерінің салыстырылуы берілген. Ордината осі сынақтар кезінде иненің ену шкаласын көрсетеді, өлшенген бірлік 0,1 мм-ге тең. Абсцисса осінде әрбір үлгідегі өлшемдердің сериялық нөмірлері (1-3) және сыналған үлгілер бөліміндегі сынақ серияларының сериялық нөмірлері (1-5) (Сынақ сериясының нөмірі) берілген.

Алынған нәтижелер бойынша 1 типті үлгілердің P0 ену индексі 23,0x0,1мм. Абсолютті мәндер 2x0,1мм аспайды, ауытқулар рұқсат етілген шектерде, вариация коэффициентінің максималды мәні 4% аспайды. Ең аз P0 мәндері 3 типті үлгілерде кездеседі, (13,67-14,33) x0,1мм, вариацияның максималды коэффициенті 7,2%. 4-түрдегі үлгілер барлық үлгілердің вариация коэффициенті 4,5%-дан аспайтын (22,67-23,67) x0,1 мм шегінде орналасқан 1 және 2 үлгілерге ұқсас P0 мәндеріне ие. Максималды P0 мәндері 5 типті үлгілерде кездеседі, (27,67-30,00) x0,1мм және вариация 3,5% аспайды. 6 типті үлгілерде P0 мәндері (20,00-21,67) x0,1 мм және вариация коэффициенті 3,0% аспайды. 7 типті үлгілер жоғары P0 мәндерін көрсетті, мысалы, 5 типті үлгілер, (28,00-29,00) x0,1мм аралығында, ұқсас тұрақтылықпен, вариация коэффициенті де 3,5%-дан аспайды. 8 типті үлгілер P0 мәндерін орташадан төмен (21,33-22,67) x0,1мм көрсетті, вариацияның максималды коэффициенті 4,5%. 50/70 үлгілерді түрлендіруден кейін P0 мәндері (24,33-26,00) x0,1мм-ге дейін аздап өсті, бұл ретте нәтижелердің тұрақтылығы сақталды, вариацияның максималды коэффициенті 4% құрайды.

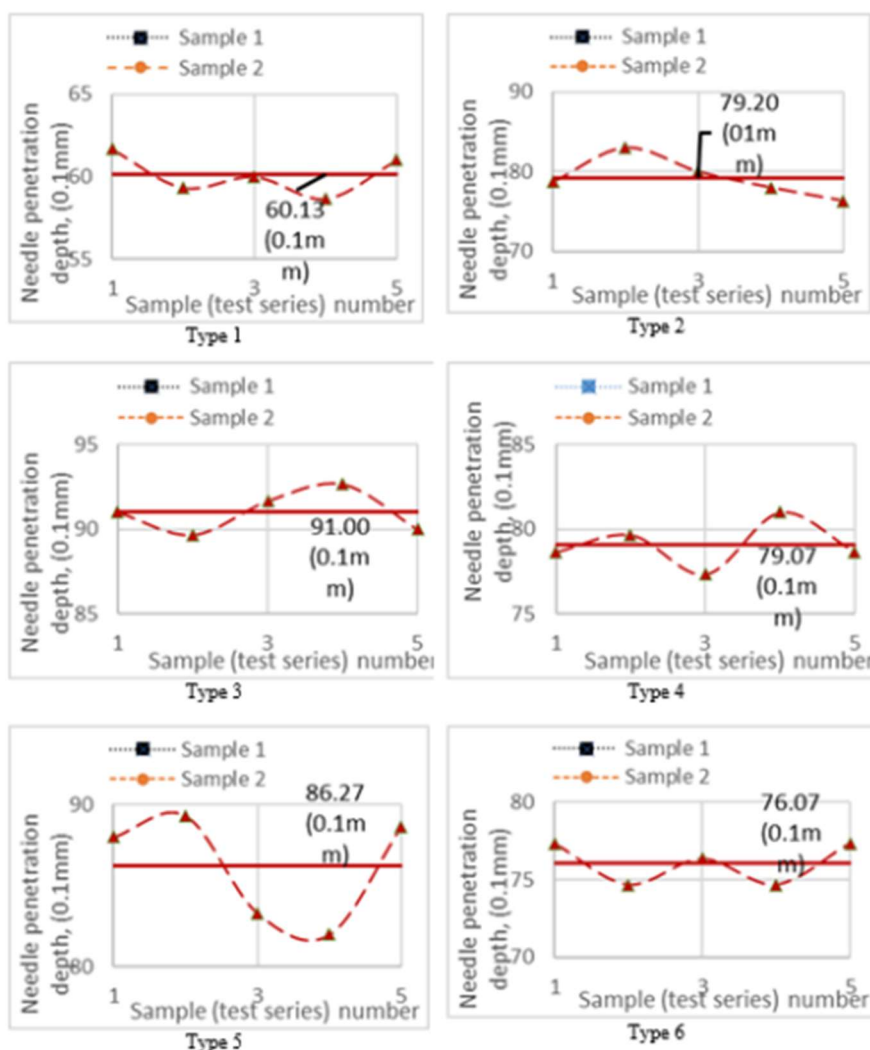


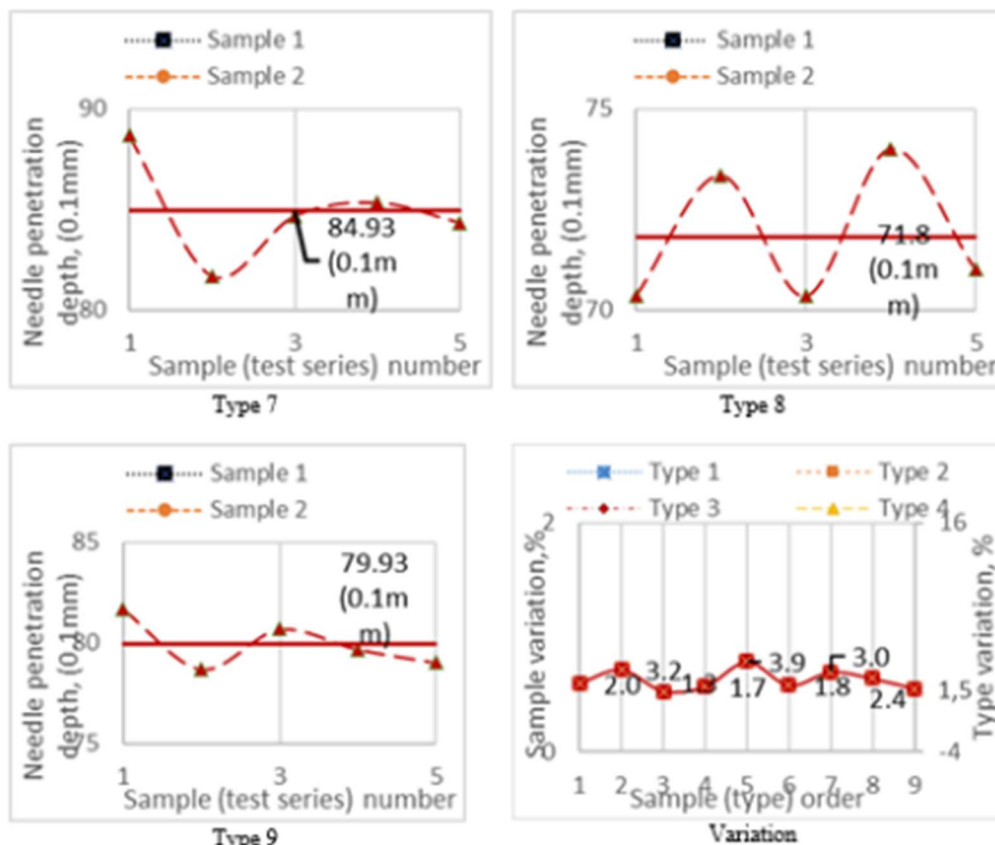
Сурет 1 – 0°C кезіндегі ену нәтижелері

3 типті қоспағанда, әрбір үлгідегі жеке ену мәндерінің өзгеру коэффициенттері 4,5% аспайды, 3 типті үлгілер үшін максималды вариация коэффициенті 7,2% құрайды. Бұл индекстер алынған жеке ену мәндерінің конвергенциясын сипаттайды және басқа типтегі үлгілерге қатысты 3 типті үлгілердің нәтижелерінің салыстырмалы түрде төмен тұрақтылығын көрсетеді. Бұл индекстер енудің алынған жеке мәндерінің қайталануын сипаттайды және әрбір түрдегі енудің алынған орташа мәндерінің жоғары сенімділігін көрсетеді. Алынған нәтижелерді жарамды деп санауға болады, анықталған ауытқулар рұқсат етілген мәндерден аспайды.

2-суретте әрбір салыстырылған түрдегі битум үлгілерінің 25°C кезінде иненің өтуінің ішінара және орташа мәндері, сондай-ақ вариация коэффициенттерінің салыстырылуы көрсетілген. Нәтижелерді графикалық көрсету принципі 0°C-те ену нәтижелеріне ұқсайды.

Диаграммаларға сәйкес (1,2-суреттер) жоғары сортты битум үлгілерінің орташа ену көрсеткіштері P0 24,4x0,1мм. Төмен сортты үлгілерді модификациялаудан кейін ену 8,2%-ға артып, 25,1x0,1мм құрады, бұл жоғары сортты битумның енуінің орташа мәндерінен асып түседі. Модификациядан кейін төмен сұрыпты үлгілердің ену көрсеткіші 24,8%-ға өсті, абсолютті мәндерде 79,9x0,1мм құрады. Бұл мән орташадан аз болса да, кейбір үлгілердің ең төменгі мәндерінен асып түседі жоғары бағалар. 8,1% өзгеру коэффициентін және 95% сенімділік деңгейінде модификацияланған битумның мәні битумның жоғары сорттарының P25 мәндерінің статистикалық қателігінің шегінде жатыр. Осылайша, модификацияланған битум қателігінің жоғарғы шегі 86,4x0,1 мм жетуі мүмкін, бұл оны битумның жоғары сорттарының енуінің абсолютті мәндеріне одан да жақындатады.





Сурет 2 – 25°C-те ену нәтижелері

Қорытынды

1. Айнымалы өндірушілердің енуі бойынша битум сорттарын анықтауға арналған сынақтар кешені орындалды. Зерттеудің мақсаты төменгі сортты битумның оның модификациясынан кейін пластификациялануын және битумның жоғары сорттарының бақылау және орташа көрсеткіштеріне сәйкестігін бағалау болды.

2. Бақылау көрсеткіші ретінде әртүрлі өндірушілердің 0°C (P0) және 25°C (P25) температурасында битумның енуі пайдаланылды, оған қатысты төмен сұрыпты битумды модификациялаудан күтілетін нәтижеге қол жеткізілді.

3. P0 ену өлшемдерінің нәтижелері бойынша төмен сұрыпты битумның бақылау үлгілері 23,0x0,1 мм құрайтын тұрақты мәндерді көрсетті, ал жоғары сортты бақылау үлгілері 13,9x0,1 мм-ден 28,9x0,1 мм-ге дейінгі тереңдікте үлкен ауытқуды көрсетті.

4. P25 ену өлшемдерінің нәтижелері сонымен қатар өзгеру коэффициенті 2,02% құрайтын төмен сұрыпты битумның бақылау үлгілерінің енуінің жеке мәндерінің жоғары жинақтылығын көрсетті, ал P25 абсолютті мәндері - 60,1x0,1 мм. Әртүрлі өндірушілердің жоғары сорттарының бақылау үлгілерінің конвергенциясы аз, бұл 8,09% вариация коэффициентімен, P25 абсолютті мәндерімен дәлелденеді 71,8x0,1 мм-ден 91,0x0,1 мм-ге дейін.

5. Төмен сортты битумға модификаторды қосқаннан кейін ену индексі P0 8,2% және P25 24,8% өсті. P0 индексі 25,1x0,1мм құрады, бұл жоғары сортты битумның орташа ену мәнінен жоғары, яғни 24,4x0,1мм. P25 индексі 86,4x0,1 мм болды, бұл 81,2x0,1 мм жоғары сыныптағы орташа көрсеткіштен асып түседі. Демек, зерттеуге сәйкес оң нәтижеге қол жеткізілді, 50/70 маркалы битум құрамына модификаторды қосу битумның ену белгісін 70/100 дейін арттыруға мүмкіндік берді.

Әдебиеттер тізімі

1. Оңғарбаев Ы., Телтаев Б., Тілеуберді Е., Мансұров З., Росси К.О., Каландра П., Сейілханов Т., Жамболова А., Иманбаев Е.С. Материалдар және өндіріс.- 2024.- Т.24.
2. Шахмов З., Жұмағұлова А., Қоспармакова С., Қожахмет А., Қабдрашит Ж. Технобиус.- 2023.- Т.3 (2).- №0040.
3. Иманбаев Ы., Бусұрманова А., Оңғарбаев Ы., Серікбаева А., Сыдықов С., Табылғанов М., Ақкенжеева А., Ізтелеу Н., Мұсабекова З., Амангелдин Д., Тілеуберді Ы. Полимерлер.- 2022.- Т.14(21).- 4729-б.
4. Полимермен модификацияланған асфальтты байланыстырғышқа арналған кешенді әдебиеттерге шолу // *CivilEng*.- 2024.- <https://www.mdpi.com/2673-4109/4/3/49>
5. Веропалумбо Р., Орето К., Виссионе Н., Руссо Ф. Көлікті зерттеу процедурасы.- 2023.- Т.69.- 225–232 б.
6. Wang D., Yang X., Chu X. және т.б. *Journal of Cleaner Production*.- 2023.- Т.411.- №137255.
7. Alizadeh S., Shafabakhsh G., Sadeghnejad M. *International Journal of Pavement Engineering*.- 2023.- Т.24(2).
8. Варгас С.А., Эль Хананде А. Таза технологиялар және қоршаған ортаны қорғау саясаты.- 2024.- Т.26 (2).- 447–465 б.
9. Дворжакова П., Кекен З., Виммерова Л., Ханушова Т. Көлік зерттеу бөлімі D: Көлік және қоршаған орта.- 2024.- Т.133.- №104303.
10. Araujo D. L. V., Santos J., Martinez-Arguelles G. *International Journal of Pavement Engineering*.- 2023.- Т.24 (2).

Авторлар туралы мәліметтер (үш тілде):

Дінмұхамбет Алижанов – «ҚазжолҒЗИ» АҚ зерттеу зертханасының меңгерушісі, Алматы қ., Қазақстан, dimash_a92@mail.ru

Галина Назаренко – «ҚазжолҒЗИ» АҚ жол-құрылыс материалдары бөлімінің бас маманы, Алматы қ., Қазақстан, g.nazarenko@qazjolgzi.kz

Темирлан Жеңисов – «ҚазжолҒЗИ» АҚ сынақ зертханасының инженері, Астана қ., Қазақстан, t.zhenissov@qazjolgzi.kz

Актоты Агисова – инженер департамента развития науки и инноваций, г. Астана, Казахстан a.agisova@qazjolgzi.kz

Дінмұхамбет Алижанов – заведующий исследовательской лабораторией АО «КаздорНИИ» г. Алматы, Казахстан dimash_a92@mail.ru

Галина Назаренко – главный специалист отдела дорожно-строительных материалов АО «КаздорНИИ», г. Алматы, Казахстан g.nazarenko@qazjolgzi.kz

Темирлан Жеңисов – инженер испытательной лаборатории АО «КаздорНИИ», г. Астана, Казахстан t.zhenissov@qazjolgzi.kz

Актоты Агисова – Ғылым және инновациялық даму департаментінің инженері, Астана, Қазақстан a.agisova@qazjolgzi.kz

Dinmukhambet Alizhanov – Head of the Research Laboratory, JSC KazdorNII, Almaty, Kazakhstan, dimash_a92@mail.ru

Galina Nazarenko – Chief Specialist of the Road Construction Materials Department, JSC KazdorNII, Almaty, Kazakhstan, g.nazarenko@qazjolgzi.kz

Temirlan Zhenissov – Engineer of the Testing Laboratory, JSC KazdorNII, Astana, Kazakhstan, t.zhenissov@qazjolgzi.kz

Aktoty Agisova – engineer of the Department of Science and Innovation Development, Astana, Kazakhstan a.agisova@qazjolgzi.kz

Авторлардың үлесі:

Дінмұхамбет Алижанов – тұжырымдама, әдістеме, ресурстар, деректерді жинау, тестілеу, модельдеу, талдау, визуализация, интерпретация, мәтінді дайындау, редакциялау, қаржыландыру алу.

Галина Назаренко – деректерді жинау, тестілеу, модельдеу, талдау, интерпретация, мәтінді дайындау.

Темирлан Женисов – деректерді жинау, талдау, мәтінді дайындау.

Актоты Агисова – деректерді жинау, тестілеу, визуализация.

Мүдделер қақтығысы:

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Жасанды интеллектті (AI) пайдалану:

Мақаланы дайындау барысында жасанды интеллект тек тілдік редакциялау, грамматикалық және стилистикалық түзетулер енгізу мақсатында қолданылды.

**ТҰРАҚТЫ ЖОЛ ЖАБЫНДАРЫ: ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА ҚОСПАЛАРДЫҢ
БИТУМНЫҢ ЕНУ ДӘРЕЖЕСІНЕ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ**

**Дінмұхамбет Алижанов^{1*}, Галина Назаренко¹, Темирлан Женисов¹, Актоты
Агисова¹**

¹АО «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт», г. Астана,
Казахстан

*Корреспондент автор: dimash_a92@mail.ru

Аннотация. Битум является основным вяжущим в асфальтобетоне, используемом в дорожном строительстве по всему Казахстану, где значительные климатические колебания предъявляют высокие требования к прочности и долговечности. В данной работе рассматривается применимость битума марки 50/70 в южных районах страны, характеризующихся экстремальной летней жарой. Традиционно на юге и севере используются марки 70/100 и 100/130 соответственно. Однако растущий спрос и ограниченное предложение повысили интерес к марке 50/70. В то же время остаются вопросы, касающиеся ее устойчивости к высоким термическим нагрузкам, что требует дополнительных исследований. Для решения этой проблемы были проведены лабораторные эксперименты по сравнению марок 50/70 и 70/100 с акцентом на пенетрацию, температуру размягчения, вязкость и адгезию. Целью является определение пригодности марки 50/70 для климатических условий юга Казахстана и рассмотрение возможных модификаций для улучшения ее характеристик. Ожидается, что полученные результаты будут способствовать более эффективному выбору и оптимизации битума для дорожного строительства.

Ключевые слова: битум, асфальтобетонные смеси, дорожное строительство, модифицированный битум, полимерные добавки, температура размягчения, вязкость, адгезия.

**ECO-FRIENDLY MODIFIERS FOR BITUMEN: ENHANCING PENETRATION
GRADE PROPERTIES TOWARD SUSTAINABLE PAVEMENTS**

Dinmukhambet Alizhanov^{1*}, Galina Nazarenko¹, Temirlan Zhenissov¹, Aktoty Agissova¹

¹JSC «Kazakhstan Road Research Institute», Astana, Kazakhstan

*Corresponding author: dimash_a92@mail.ru

Abstract. Bitumen is the key binder in asphalt concrete used for road construction across Kazakhstan, where significant climatic variation sets high requirements for strength and durability. This work examines the applicability of bitumen grade 50/70 in the southern parts of the country, characterized by extreme summer heat. Traditionally, grades 70/100 and 100/130 are employed in the south and north, respectively. However, rising demand and supply constraints have increased interest in grade 50/70. At the same time, questions remain regarding its resistance to high thermal stresses, which calls for additional study. To address this, laboratory experiments were carried out to compare grades 50/70 and 70/100, focusing on penetration, softening point, viscosity, and adhesion. The aim is to determine the suitability of grade 50/70 for southern Kazakhstan's climatic conditions and to consider possible modifications to improve its performance. The results are expected to support more effective selection and optimization of bitumen for road construction.

Key words: bitumen, asphalt concrete mixtures, road construction, modified bitumen, polymer additives, softening temperature, viscosity, adhesion



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).