









XҒТАР 61.59.37  
Ғылыми мақала

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2024-148-3-54-66>

## Полимерлер мен олардың модификацияларын қолдану арқылы тұтқыр материалдардың қасиеттерін арттыру технологиясы

А.Б. Нұрғабұл<sup>1</sup> , А.Ғ. Сыздық<sup>2</sup> , Г.Ж. Сейтенова<sup>3</sup> , Р.М. Дюсова<sup>4\*</sup> ,  
Ф. Хошноу<sup>5</sup> , А.Е. Джексембаева<sup>6</sup> 

<sup>1,2,3,6</sup> КеАҚ «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті», Астана, Қазақстан

<sup>4</sup>КеАҚ «Торайғыров университет», Павлодар, Қазақстан Республикасы

<sup>5</sup>De Montfort University, Ұлыбритания

(e-mail: <sup>1</sup>nurgabylakma@mail.ru, <sup>2</sup>ayazhanka.syzdyk@gmail.com,  
<sup>3</sup>gainiseitenova@gmail.com, <sup>4</sup>riza92@bk.ru, <sup>5</sup>fuadmkhoshnaw@gmail.com,  
<sup>6</sup>dzheksembayeva\_ae@mail.ru)

**Аңдатпа.** Бұл мақалада битумның өнімділігін жақсарту үшін полимерлі қоспаны қолдану қарастырылды. Полимерлер тұтқыр битумдардың беріктігін, ыстыққа төзімділігін және химиялық төзімділігін арттыруда шешуші рөл атқарады. Зерттеудің мақсаты полимерлерді және олардың модификацияларын пайдалана отырып, тұтқыр материалдардың өнімділігін жақсарту болып табылады. Сондай-ақ, мақалада бір өңірдің қазақстандық өндірушілерінің шикізатынан полимерлі-модификацияланған битум өндірудің қағидатты жаңа технологиясы және соның салдарынан шикізат пен дайын өнімді тасымалдауға жұмсалатын шығындарды азайтуға ықпал ететін бір өңірде өндірісті ұйымдастыру ұсынылған, бұл өз кезегінде энергия тұтынудың төмендеуіне және жалпы өндірістік процестерді оңтайландыруға алып келеді. Зерттеу нәтижелері полипропиленді қолдану арқылы жол битумының өнімділігін арттырудың жақсы динамикасын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** технология, тұтқыр материалдар, полимерлер, полипропилен, битум.

Түсті: 31.05.2024. Мақұлданды: 26.09.2024. Онлайн қолжетімді: 30.09.2024

\* автор-корреспондент

## Кіріспе

Бүгінгі таңдағы әлемдік ақпараттық агенттердің мәлімдемесі бойынша битумның әлемдік нарығы 2023-2030 жылдар аралығында өсетіні анықталған (Кесте 1, 2) [1-2].

### Кесте 1. Битум нарығы, аймақтар бойынша, млрд. АҚШ

Континент	2020	2027
Солтүстік Америка	12	16
Еуропа	10	13
Азиялық Тынық мұхит аймағы	27	37
Онтүстік Америка	2	5
Таяу Шығыс және Африка	3	5

### Кесте 2. ҚР битум нарығы көлемінің динамикасы

Жыл	2019	2020	2021	2022	2023
Берілгені, мың тонна	830	961	980	1200	1373

Қазіргі уақытта автомобиль жолдары Қазақстан Республикасы үшін маңызды мәнге ие, өйткені олар көлік қозғалысының жоғары деңгейін қамтамасыз етеді және ел ішінде де, халықаралық деңгейде де байланыстың негізгі буыны болып табылады. Қазақстанда жыл сайын жол жүру қозғалысының көбейіп, ауыр салмақтағы жүк көліктерінің артуынан және температураның ауысымдық өзгерісі нәтижелерінде жол сапасының төмендеуіне әсер етілуде. Сол үшін де жол сапасын жақсартуда елімізде көптеген жаңа технологиялар іске асырылуда. Сондай технологиялардың бірі ол – асфальтбетон жабындарына полимерлер мен олардың модификациясын тұтқыр материалдарға қосу арқылы қасиеттерін, сапасын арттыру болып табылады. Осылайша тұтқыр материалдардың деформациялық қасиеттерін арттыруға, климаттық және температурадағы маусымдық өзгерістерге тұрақты болуға, жол төсемдерінің ұзақ әрі сапалы болуын қамтамасыз етуге болады. Сондай-ақ полимерлерді тұтқыр материалдарға қосу олардың физикалық және механикалық өзгерістерге ұшыратады. Зерттеулер көрсеткендей, полимерлерді модификациялау арқылы қысу беріктігін, икемділігін және су эрозиясына төзімділігін арттыруға болады. Асфальтбетон жабындарының ерте жойылуының негізгі себептері: сапасы және біздің өңірде қолданылатын тұтқыр битумды мұнай жолының физика-механикалық қасиеттері. Мұнай өңдеу зауыттары (МӨЗ) шығаратын тұтқыр материалдар, жол жамылғысы жұмыс істейтін жағдайлар нәтижесіндегі температураға сәйкес емес, сондықтан осындай органикалық тұтқыр заттарды жасау қажеттілігі туындауда, соның нәтижесінде бұл суға, аязға төзімділікті арттырады, асфальтбетон жабындарының жарыққа төзімділігі мен беріктігін арттыруға көмектеседі. Көп жағдайда тұтқыр материал ретінде битум қолданысқа енеді [3].

Қазіргі уақытта полимерлер өндірісі ең қарқынды дамып келе жатқан салалардың бірі. Әлемде 2015 полимерлер өндірісі 250 млн. тонна құрады және жыл сайын орта есеппен 5-6 % өсуде. Олардың дамыған елдердегі нақты тұтынуы жылына 85-90 кг (1 адамға шаққанда) жетті және ұлғаюын жалғастыруда. Мұндай қызығушылық полимер өндірушілері, ең алдымен, алу мүмкіндігімен байланысты олардың негізінде әртүрлі техникалық құнды материалдар. Бірегей физика-химиялық, құрылымдық және полимерлі материалдар (ПМ) технологиялық қасиеттері кең халық шаруашылығының,

медицинаның және т. б. түрлі салаларында қолдану. Әр түрлі полимерлі бұйымдар өндірісінің өсуіне байланысты қолдану, осы түрді одан әрі жою мәселесі өткір бола түсуде қалдықтар. Пайдаланудан шыққан полимерлі материалдар әдетте жерлеуге ұшырайды, бірақ іс жүзінде ыдырамайды, қоршаған ортаға үлкен зиян келтіреді. Қазіргі кезеңде перспективті бағыттардың бірі қайта өңделген қалдықтарды полимерлерді пайдалану болып табылады. Оларды мұнай жол битумдарына модификациялық қоспалар ретінде және бұл полимерлі-битумды тұтқыр қоспалар өндірісінде қолдану өте тиімді. Осылайша біз қалдықтарды қайта өңдеу арқылы тиімді жетістіктерге жету жолын аша аламыз [4, 9, 11].

Асфальтбетон жабындарының ерте жойылудың негізгі себептері: сапасы және біздің өңірде қолданылатын тұтқыр битумды мұнай жолының физика-механикалық қасиеттері. Мұнай өңдеу зауыттары (МӨЗ) шығаратын тұтқыр материалдар, жол жамылғысы жұмыс істейтін жағдайлар нәтижесіндегі температураға сәйкес емес, сондықтан осындай органикалық тұтқыр заттарды жасау қажеттілігі туындауда, соның нәтижесінде бұл суға төзімділікті, аязға төзімділікті арттырады, асфальтбетон жабындарының жарыққа төзімділігі мен беріктігін арттыруға көмектеседі.

Екінші реттік полипропиленді (ПП) пайдалану битум модификаторы полимерлі-битумды байланыстырғышты алуға мүмкіндік береді, ол әдеттегі битуммен салыстырғанда жұмыс істеу барысындағы температуралар ауысымына ыңғайлы және серпімділік қасиеттерге ие. Полипропилен (ПП) өте күрделі молекулалық құрылыммен сипатталады, өйткені полипропилен мономердің химиялық құрамы, орташа молекулалық массасы және оған молекулалық таралуы бүйірлік топтардың кеңістіктік орналасуы құрылымға үлкен әсер ететін негізгі тізбек. Физика-химиялық қасиеттеріне байланысты ПП көптеген салаларда қолданыла бастады. Алайда, бір мезгілде ПП қалдықтарын жинақтау және оларды кәдеге жарату проблемасы туындайды. ПП өңдеудің әртүрлі әдістері бар. Қайталама ПП бұйымдарға өздігінен қайта өңделуі мүмкін немесе жаңа шикізатқа қосымша ретінде қолданылады.

Полипропилен полиолефиндер класына жатады және синтетикалық термопластикалық полярлы емес полимер болып табылады. Бұл полипропиленді полимерлеу арқылы алынған ақ түсті қатты өнеркәсіптік зат. Полимерлеу металлоорганикалық катализаторларда төмен және орташа қысымда жүзеге асырылады. Полипропилен тұрақтандырылған, боялған немесе боялмаған. Полипропилен ол қайталанылатын иілу және соққыларға жоғарғы төзімділік көрсеткіш көрсететін пластик. Ол сондай-ақ тозуға төзімділікпен және кең температура диапазонында жақсы электр оқшаулау қасиеттерімен ерекшеленеді. Ол бар жылтыр және жақсы мөлдірлік, химиялық төзімді және қоршаған ортаға әсер еткенде жарылып кетпейді. Полипропилен көптеген өнеркәсіптік полимерлермен салыстырғанда күрделі молекулалық құрылымға ие, өйткені орташа молекулалық массасы және молекулалық-массалық таралуы бар мономердің химиялық құрамынан басқа, оның құрылымына бүйірлік топтардың кеңістіктік тізбек орналасуы салыстырмалы түрде әсер етеді. Техникалық тұрғыдан алғанда, изотактикалық полипропилен ең маңызды және перспективалы болып табылады [5-7, 12, 15].

Өнеркәсіптік полимерлердің модификациясы кең полимерлі материалдарды алу үшін қолданылады, жақсартылған қасиеттері бар. Аз мөлшерде енгізу кең таралды полимерлі қоспалар. Бұл жағдайда қоспалардың құрылымы мен қасиеттеріне кешенді әсері байқалады полимерлер. Модификаторды енгізу жүзеге асырылуы мүмкін синтез процесінде де, полимерлерді өңдеу кезінде де. Модификаторлардың аз мөлшерін енгізген кезде физика-механикалық қасиеттері жақсарады материалдың беріктігі артады, пластмассаның пайдалану сапасы артады бұйымдар. Сонымен қатар, модификация арқылы тұтқырлықты төмендету және тұрақтандыру бұйымдарды

қалыптау сатысында материалдардың өнімділігін жақсартады, өнімділікті арттырады және тозуды азайтады [8].

Зерттеудің мақсаты отандық шикізатты пайдалана отырып, полимерлерді және олардың модификацияларын пайдалана отырып, тұтқыр материалдардың сипаттамаларын жақсарту болып табылады.

### Материалдар мен әдістер

Зерттеу нысаны: мақалада модификатор ретінде полимер – модификацияланған тұтқыр материал, битум – тұтқыр компонент қарастырылды.

Зерттеу барысында тұтқыр материал ретінде битумды алдық. Битум-мұнайды айдау процесінде алынған тұтқыр, қара және жабысқақ зат. Бұл құрылыста, ең алдымен жол жабыны мен шатыр жабыны үшін кеңінен қолданылатын органикалық материал. Битум жабындардың су өткізбейтіндігі мен беріктігін қамтамасыз етеді, сонымен қатар асфальт үшін желім компоненті ретінде қызмет етеді. Битум – көмірсутектер мен олардың азотты, оттекті, күкіртті және құрамында металл туындыларының қоспасы болып табылатын қатты немесе шайыр тәрізді өнім. Битум өте күрделі химиялық құрамға ие. Ол  $C_9H_{20}$ -дан  $C_{30}H_{62}$ -ге дейінгі шекті көмірсутектерден тұрады (Кесте 3) [9-10].

Сегіз түрлі отандық өнім (битум) алынып, осылармен зерттеу жұмыстарын жасап салыстыру жүргізілді. МемСТ 22545-90 бойынша жоғары сападағы мұнай жол битумы (МЖБ) 100/130 таңдалынып алынды. Кестеде битумның бастапқы көрсеткіштері көрсетілген. Зерттеулерде 100/130 маркалы битум қолданылды: МЖБ 1; МЖБ 3; МЖБ 4; МЖБ 5; МЖБ 6 (Кесте 3).

### Кесте 3. Битумның бастапқы көрсеткіштері

Көрсеткіш / битум	МЖБ 0	МЖБ 1	МЖБ 2	МЖБ 3	МЖБ 4	МЖБ 5	МЖБ 6	МЖБ 7
Иненің ену тереңдігі x 0,1 мм, 25°C	76,3	107,9	88,96	106,3	118,4	103,7	104,8	86,6
«Сақина және доп» әдісі бойынша жұмсарту температурасы, °C, төмен емес	46,2	45,2	45,8	45,2	46,2	45,6	45,4	47
Созылу, 25°C температура, төмен емес	81,2	95,07	97,2	83	85,5	95,75	96,5	115,6

Термопластика ретінде ПП Н030 маркалы полипропилен қолданылды.

#### Кесте 4. Полипропиленнің сипаттамалары

	ПП Н030	ПП Н350
Балқыманың өтімділік көрсеткіші, г/10мин	3,3	36,7
Партия шегінде өтімділік көрсеткішінің мәндерінің таралуы, % артық емес	4,6	8,4
Иілу кезіндегі серпімділік модулі, МПа, кем емес	1187	1083
Ұшпа заттардың массалық үлесі, %, артық емес	0,04	0,04
Созылу кезіндегі өтімділік шегі, МПа, кем емес	33,0	30,4
Өтімділік шегі кезіндегі салыстырмалы ұзарту,%, кем емес	11	10
Түйіршіктердің мөлшері, мм	4,3	4,3
Иістің қарқындылығы, балл, артық емес	1	1

Зерттеу барысында отандық өндіруші компаниядан түйіршіктер түрінде алынған таза ПП пайдаланылды. Бұл таңдау полимер модификаторының пішіні мен табиғатының соңғы байланыстырғыштарының қасиеттеріне оң әсер етті. Әдеби шолу мен сынақтар негізінде полимербитумды дайындау технологиясы жасалды [11, 12]. Полимерлі битум механикалық араластырғышпен 2000 айн/мин жылдамдықпен 2 сағат бойы дайындалады. 1-1,5 сағат ішінде дайындалған қоспалар нәтиже бермеді, полипропилен түйіршіктері қоспада біркелкі еріген жоқ. РР өлшемі 2-5 мм түйіршіктер түрінде қолданылған, сондықтан уақытты 2 сағатқа дейін арттыру туралы шешім қабылданды. Араластыру температурасы 165-175°C аралығында сақталды. Таза битумды 165-175°C сұйық күйге дейін қыздыру керек. Содан кейін араластырғышты қосып, үздіксіз араластыра отырып, біртіндеп полипропилен қосылды. Бұл технология қоспаның маркасы немесе түрі өзгерген жағдайда түзетуді қажет етеді.

Иненің ену әдісі қысымның ену тереңдігін өлшеу арқылы полимерлер мен резеңке сияқты материалдардың жұмсақтығы мен сұйықтығын бағалайды. ASTM D5 және AASHTO T49 стандарттары өлшеу дәлдігі үшін маңызды [13].

«Сақина және доп» әдісі битумның жұмсарту температурасын доптың жүктемесі астындағы деформацияны өлшеу арқылы анықтайды. ASTM D36 және AASHTO t53 стандарттары бұл процесті реттейді [14].

Битумның дуктильді әдісі оның икемділігі мен деформациясын сынғанға дейін созылуды өлшеу арқылы бағалайды. Бағалау үшін ASTM d113 және AASHTO T51 стандарттары қолданылады [15].

Осы көрсетілген 3 әдіс бойынша біз тұтқыр материалымыздың қасиетін арттыру барысында полимер мродификациясын қосу арқылы зерттеу жұмысын жасадық. Ең жақсы алынған көрсеткіштер технологиясын анықтау жүзеге асырылды.

Нәтижелерді статистикалық өңдеу өлшенген параметрлердің әрқайсысы үшін орташа мәндерді, стандартты ауытқуларды және сенімділік аралықтарын бағалауды қамтиды (ену тереңдігі, жұмсарту температурасы, созылу). Параллель өлшеулер деректердің дәйектілігін бағалауға және кездейсоқ қателерді азайтуға мүмкіндік береді. Деректердің өзгергіштігін бағалау үшін стандартты ауытқулар, сондай-ақ эксперимент шарттарының өзгеруінен туындаған жүйелік қателіктер есептеледі. Сенімділік аралықтары (95%) полипропилен концентрациясының полимерлі модификацияланған битумның қасиеттеріне әсері туралы статистикалық маңызды қорытындылар үшін негіз болады.

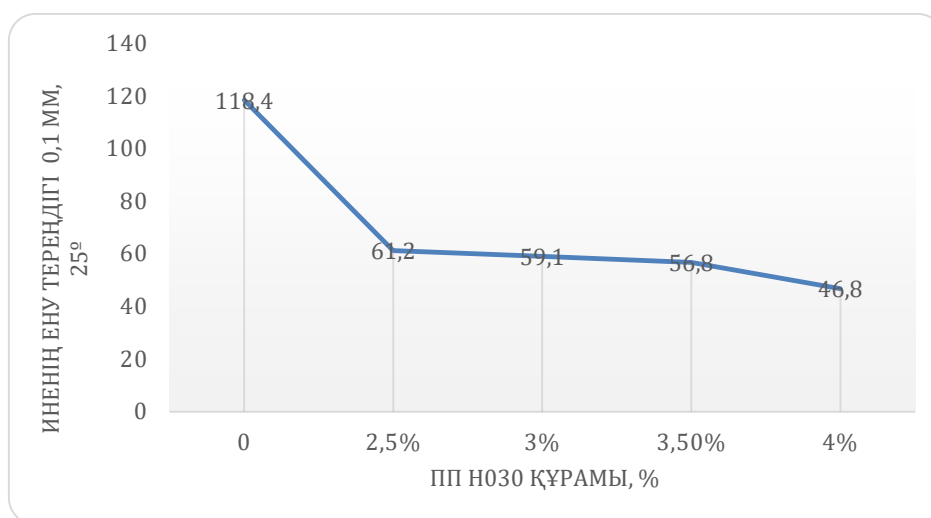
## Нәтижелер мен талқылау

Әрбір РР маркасы үшін пайыздық қатынасы бар әртүрлі қоспалар битум массасы 2,5%, 3%, 3,5%, 4% бойынша дайындалды.

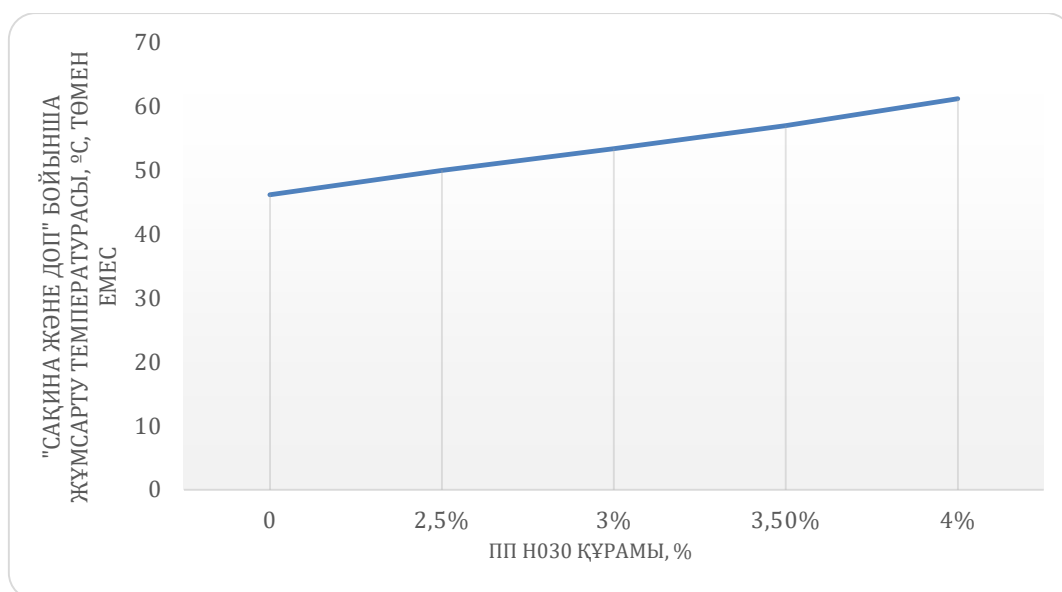
Нәтижелерді статистикалық өңдеу өлшенген параметрлердің әрқайсысы үшін орташа мәндерді, стандартты ауытқуларды және сенімділік интервалдарын бағалауды қамтыды (ену тереңдігі, жұмсарту температурасы, созылу). Параллель өлшеулер деректердің консистенциясын бағалауға және кездейсоқ қателерді азайтуға мүмкіндік берді. Деректердің өзгергіштігін бағалау үшін стандартты ауытқулар, сондай-ақ эксперимент шарттарының өзгеруінен туындаған жүйелік қателіктер есептеледі. Сенімділік аралықтары (95%) полипропилен концентрациясының полимер-модификацияланған битум қасиеттеріне әсері туралы статистикалық маңызды қорытындыларға негіз болды.

### Кесте 5. Битум МЖБ 100/130 және ПП Н030 қоспасын зерттеу нәтижелері

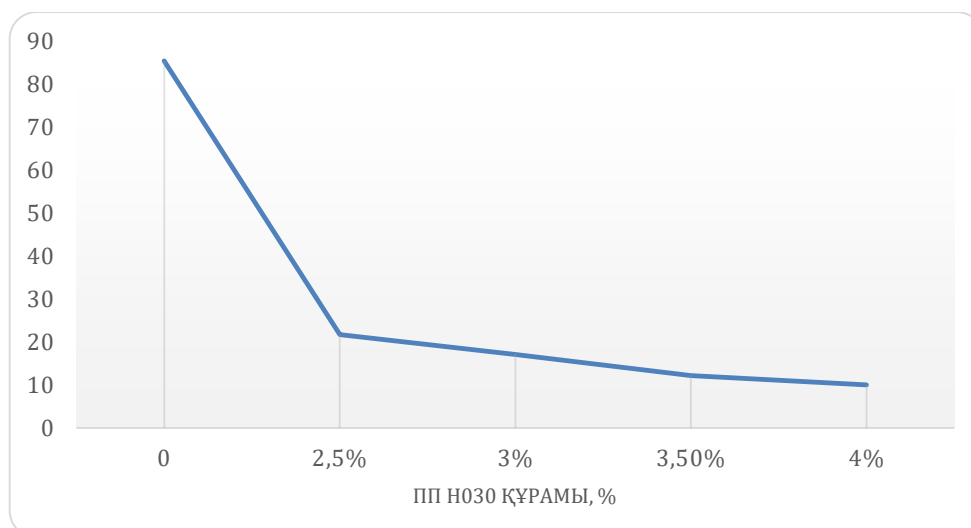
МЖБ 100/130	100	97,5%	97%	96,5%	96%
ПП Н030	0	2,5%	3%	3,5%	4%
Иненің ену тереңдігі x 0,1 мм, 25°C	118,4	61,2	59,1	56,8	46,8%
«Сақина және доп» әдісі бойынша жұмсарту температурасы, °C, төмен емес	46,2	50	53,4	57	61,2
Созылу, 25°C температура, төмен емес	85,5	21,7	17,1	12,2	10,05
Полимер битум маркасы			БМП-50/70	БМП-50/70	БМП-35/50



Сурет 1. ПП Н030 құрамына байланысты иненің ену тереңдігі



**Сурет 2. ПП Н030 құрамына байланысты «Сақина және доп» әдісі бойынша жұмсарту температурасы**



**Сурет 3. Созылу температурасы ПП Н030 құрамына байланысты битум полимері**

Төменде МемСТ сәйкес полимербитум үшін стандартты мәндер берілген (Кесте 6).

**Кесте 6. Полимербитум маркалары бойынша стандартты мәндер**

Көрсеткіштер атауы	ПМБ маркасының нормасы						Сынақ әдісіне арналған нормативтік құжаттың коды	
	35/50	50/70	70/100		100/130			130/150
			I	II	I	II		
<b>Негізгі талаптар</b>								
1. Иненің ену тереңдігі x 0,1 мм, 25°C	35-50	51-70	71-100		101-130		131-150	ҚР СТ 1226 МемСТ 33136
2. «Сақина және доп» әдісі бойынша жұмсарту температурасы, °C, төмен емес	65	62	60	58	52	52	52	ҚР СТ1227 МемСТ33142
3. Созылу, 25°C температура, төмен емес	15	20	25	28	35	32	35	ҚР СТ 1374 МемСТ 33138

Зерттеу әртүрлі концентрацияларда полипропилен (ПП) қосудың әсерін көрсететін деректерді алды (2,5%, 3%, 3,5%, 4%) МЖБ 100/130 маркалы битумның пайдалану қасиеттеріне. Иненің ену тереңдігі, жұмсарту температурасы және созылу сияқты негізгі параметрлер ПП мазмұнына байланысты өзгерді.

Полипропилен құрамының ұлғаюымен таза битумда иненің ену тереңдігінің 118,4x0,1 мм 4% ПП кезінде 46,8x0,1 мм дейін айтарлықтай төмендеуі байқалады. Бұл материалдың қаттылығының жоғарылауын көрсетеді, бұл оның жүктемеге төзімділігінің жақсарғанын және икемділіктің төмендеуін растайды (Сурет 4). Төмендеудің жалпы тенденциясы басқа РР маркаларын зерттеген [9, 17] мақалаларда да көрсетілген.

Битумды жұмсарту температурасы таза битум үшін 46,2°C-тан 61,2°C-қа дейін 4% қосылған ПП-де айтарлықтай артады. Бұл өсу битумның термиялық тұрақтылығының жақсарғанын көрсетеді, бұл оны жоғары температура жағдайында қолдануға ыңғайлы етеді (Сурет 5). Сол сияқты жұмсарту температурасының жоғарылауы 4% - дан астам қосылды ПП көзде [9, 17].

Битумның созылуы, керісінше, полипропиленнің максималды концентрациясында таза битумда 85,5 см-ден 10,05 см-ге дейін айтарлықтай төмендейді. Бұл материалдың икемділігінің төмендеуін көрсетеді, бұл оны жоғары деформациялық қабілетті қажет ететін жағдайларда қолдануды шектеуі мүмкін (Сурет 6).

Алынған полимербит қоспалары ПП 2,5% және 3% концентрациясында ПМБ -50/70, ал 3,5% және 4% концентрациясында ПМБ-35/50 ретінде жіктелді [16]. Брендтің бұл өзгеруі полипропиленнің битумның өнімділігіне айтарлықтай әсерін растайды, бұл оның қасиеттерінің жақсаруына әкеледі.

Нәтижелерді статистикалық өңдеу 7 Кестеде келтірілген.



### Кесте 7. Нәтижелерді статистикалық өңдеу

№	Параметр	Орташа мән	Стандартты ауытқу	Сенім аралығы (95%)
1	Иненің ену тереңдігі x 0,1 мм, 25°C	59,1	Орташа арифметикалық мәннің 4%	Орташа арифметикалық мәннің 6 %
2	«Сақина және доп» әдісі бойынша жұмсарту температурасы, °C, төмен емес	53,4	1 °C	1 °C
3	Созылу, 25°C температура, төмен емес	17,1	1 см	2 см

Статистикалық деректерді өңдеу негізінде иненің ену тереңдігі 25°C (59,1 x 0,1 мм) орташа мәннен 4% ауытқуы бар, ал сенімділік аралығы 6% құрайды. "Сақина және доп" әдісімен жұмсарту температурасы (53,4°C) 1°C сенімділік интервалымен стандартты 1°C ауытқуға ие, бұл нәтижелердің жоғары қайталануын көрсетеді. 25°C (17,1 см) созылу 1 см ауытқуы және 2 см сенімділік аралығы бар орташа өзгергіштікті көрсетеді. Бұл деректер зерттелетін материалдың қасиеттерінің тұрақтылығын көрсетеді.

Нәтижелер полипропиленді битумға қосу оның қасиеттерін айтарлықтай өзгертетінін, термиялық тұрақтылықты жақсартатынын және материалдың қаттылығын арттыратынын көрсетеді, бұл жоғары температура мен қарқынды жүктеме жағдайында қолдану үшін пайдалы болуы мүмкін. Алайда, созылудың төмендеуі мұндай материалдарды жоғары икемділікті қажет ететін суық климатта қолдануды шектеуі мүмкін. Осылайша, битумдағы полипропиленнің оңтайлы концентрациясын таңдау нақты жұмыс жағдайларына және соңғы өнімге қойылатын талаптарға байланысты.

### Қорытынды

Жүргізілген зерттеу полимерлі қоспаларды, әсіресе ПП қолдану беріктік, ыстыққа төзімділік және деформацияға төзімділік сияқты битумның негізгі сипаттамаларын айтарлықтай жақсартатынын көрсетті. Қазақстандық шикізат негізінде полимерлі-модификацияланған битум өндірісінің әзірленген технологиясы материалдың пайдалану қасиеттерін жақсартуды ғана емес, сонымен қатар өндірістік процестерді оңтайландыра отырып, тасымалдау және энергия тұтыну шығындарын азайтуға ықпал етеді. Осылайша, ұсынылған технология жол жабындарының сапасын және өңірдегі өндіріс тиімділігін арттыру үшін перспективалы шешім болып табылады. Полипропиленнің басқа сорттарын зерттеу бағытында жұмыс жалғасады, сонымен қатар қайталама полимерлерді пайдалану қарастырылады.

**Алғыс айту:** Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде қаржыландырады (№BR21882278 гранты «Қазақстан Республикасы Құрылыс, жол-құрылыс секторының аккредиттелген қызметтерінің толық циклін көрсету бойынша құрылыс-техникалық инжинирингтік орталық құру»).

**Мүдделер қақтығысы:** Мақала авторлары осы зерттеудің нәтижелері мен қорытындыларына әсер ететін мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

**Авторлардың қосқан үлесі:** А.Б. Нұрғабыл – зерттеу жүргізу кезінде көмек көрсету, мақала мәтінін жазу, зерттеу нәтижелерін талқылау. А.Ф. Сыздық – зерттеу жүргізу кезінде көмек көрсету, мақала мәтінін жазу, зерттеу нәтижелерін талқылау. Г.Ж. Сейтенова – зерттеудің негізгі мақсаты мен бағытын әзірлеу, редакциялау және түзету. Р.М. Дюсова – зерттеу жүргізу, деректерді жинау және талдау, зерттеу нәтижелерін талқылау. Ф. Хошноу – зерттеу нәтижелерін талқылауға қатысты. А.Е. Джексембаева – қаржылық қолдауды қамтамасыз ету.

### Әдебиеттер тізімі

1. Global Bitumen Market Report 2024 Market Size Split by Type (Natural Bitumen, Petroleum Bitumen, Coal Tar Pitch), Application (Roadways, Waterproofing, Adhesives, Insulation), 01.01.2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cognitivemarketresearch.com/natural-bitumen-market-report> (дата обращения: 25.06.2023).
2. Bitumen Market Size, Share, Competitive Landscape and Trend Analysis Report by Type, by End-use Industry: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2023-2032 // MC: Renewable, Speciality And Fine Chemicals. Sep 2023. Report Code: A01263. Pages: 212.
3. Sagitova G.F., Ainabekov N.B., Nifontov Yu.A., Daurenbek N.M. Selection of raw materials for the production of bitumen materials based on local resources // Series chemistry and technology. - 2023. - Vol. 4, № 457. - P. 19–30. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.189>
4. Zhu J., Birgisson B., Kringos N. Polymer modification of bitumen: Advances and challenges // European Polymer Journal. - 2014. - Vol. 54. - P. 18–38. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2014.02.005>
5. Chang X., Zhang R., Xiao Y., Chen X., Zhang X., Liu G. Mapping of publications on asphalt pavement and bitumen materials: A bibliometric review // Construction and Building Materials. - 2020. - Vol. 234. - P. 117370. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117370>
6. Рахимов И.А. Синтез и свойства полифторалкилхлорсульфитов // Соединения фтора. Химия, технология, применение: сборник научных трудов (юбилейный выпуск) / РНЦ «Прикладная химия». - СПб., 2009. - С. 314–321.
7. Уайт Дж. Л., Чой Д.Д. Полиэтилен, полипропилен и другие полиолефины / пер. с англ.; под ред. Э.С. Кобкалло. - СПб.: Профессия, 2006. - 256 с.
8. Тераока И. Полимерные растворы: введение в физические свойства. - Бруклин, Нью-Йорк: John Wiley & Sons, Inc., 2002. - 349 с.
9. Habib N.Z., Kamaruddin I., Napiah M., Tan I.M. Rheological Properties of Polyethylene and Polypropylene Modified Bitumen // International Journal of Civil and Environmental Engineering. - 2011. - № 3:2.
10. Корнейчук Н.С., Лескин А.И., Рахимова Н.А. Полимерно-битумное вяжущее на основе вторичного полипропилена для производства асфальтобетонных смесей // Инженерный вестник Дона. - 2017. - № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4240](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4240)
11. Vargas C.A., Lu H.R., Hanandeh A.E. Environmental impact of pavements formulated with bitumen modified with PE pyrolytic wax: A comparative life cycle assessment study // Journal of Cleaner Production. - 2023. - Vol. 419. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138070>
12. Porto M., Caputo P., Loise V., Eskandarsefat S., Teltayev B., Rossi C.O. Bitumen and Bitumen Modification: A Review on Latest Advances // Applied Sciences. - 2019. - Vol. 9. - P. 742. <https://doi.org/10.3390/app9040742>
13. Национальный стандарт Республики Казахстан. СТ РК 1227-2003. Битумы и битумные вяжущие. Определение точки размягчения методом кольца и шара. Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (Госстандарт). 17 с.
14. Национальный стандарт Республики Казахстан. СТ РК 1226-2003. Битумы и битумные вяжущие. Метод определения глубины проникания иглы. Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (Госстандарт). 17 с.

15. Habbouche J, Boz I, Diefenderfer B.K., Smith B.C., Adel S.H. State of the Practice for High Polymer-Modified Asphalt Binders and Mixtures // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. - 2021. - Vol. 2675, № 7. - P. 235–247. <https://doi.org/10.1177/0361198121995190>

16. Национальный стандарт Республики Казахстан СТ РК 2534-2014. Битумы нефтяные модифицированные, дорожные. Технические условия. Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (Госстандарт). 47 с.

17. Munera J.C., Ossa E.A. Polymer modified bitumen: Optimization and selection // Materials & Design (1980-2015). - 2014. - Vol. 62. - P. 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.05.009>

**А.Б. Нұрғабыл<sup>1</sup>, А.Ф. Сыздық<sup>2</sup>, Г.Ж. Сейтенова<sup>3</sup>, Р.М. Дюсова<sup>4</sup>, Ф.Хошноу<sup>5</sup>,  
А.Е. Джексембаева<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3,6</sup> НАО «Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева»,  
Астана, Республика Казахстан

<sup>4</sup>НАО «Торайгыров университет», Павлодар, Республика Казахстан

<sup>5</sup>De Montfort University, Великобритания

### **Технология улучшение характеристик вяжущих материалов с использованием полимеров и их модификаций**

**Аннотация:** В этой статье рассматривается использование полимерной добавки для улучшения характеристик битума. Полимеры играют решающую роль в повышении прочности, термостойкости и химической стойкости вязких битумов. Целью исследования является улучшение характеристик вяжущих материалов с использованием полимеров и их модификаций. Также в статье представлена принципиально новая технология производства полимерно-модифицированного битума из сырья казахстанских производителей одного региона и, как следствие, организация производства в одном регионе, способствующая снижению затрат на транспортировку сырья и готовой продукции, что, в свою очередь, приводит к снижению энергопотребления и оптимизации общепроизводственных процессов. Результаты исследования показывают хорошую динамику повышения производительности дорожного битума с использованием полипропилена.

**Ключевые слова:** технология, вязкие материалы, полимеры, полипропилен, битум.

**A.B. Nurgabyly<sup>1</sup>, A.G. Syzdyk<sup>2</sup>, G.J. Seitenova<sup>3</sup>, R.M. Dyussova<sup>4</sup>, F. Khoshnaw<sup>5</sup>,  
A.E. Jexembayeva<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3,6</sup>NPJSC "L. N. Gumilyov Eurasian National University", Astana, Republic of Kazakhstan

<sup>4</sup>NPJSC "Toraigyrov Universit", Pavlodar, Republic of Kazakhstan

<sup>5</sup>De Montfort University, United Kingdom

### **Technology to improve the characteristics of binders using polymers and their modifications**

**Abstract.** This article discusses the use of a polymer additive to improve the characteristics of bitumen. Polymers play a crucial role in increasing the strength, heat resistance and chemical resistance of viscous bitumen. The aim of the study is to improve the characteristics of binders using polymers and their modifications. The article also presents a fundamentally new technology for the production of polymer-modified bitumen from raw materials of Kazakhstani producers in one region and, as a result, the organization of production in one region, which helps to reduce the cost of transporting raw materials and finished products, which, in turn, leads to lower energy consumption and optimization of general production processes. The results of the study show a good dynamics of increasing the productivity of road bitumen using polypropylene.

**Keywords:** technology, viscous materials, polymers, polypropylene, bitumen.

## References

1. Global Bitumen Market Report 2024 Market Size Split by Type (Natural Bitumen, / Petroleum Bitumen, Coal Tar Pitch), Application (Roadways, Waterproofing, Adhesives, Insulation) 01.01.2023. - [Electron.resurs] - URL: <https://www.cognitivemarketresearch.com/natural-bitumen-market-report> (accessed: 25.06.2023)
2. Bitumen Market Size, Share, Competitive Landscape and Trend Analysis Report by Type, by End-use Industry: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2023-2032 // MC: Renewable, Speciality And Fine Chemicals. Sep 2023. Report Code: A01263. Pages: 212.
3. Sagitova G.F., Ainabekov N.B., Nifontov Yu.A., Daurenbek N.M. Selection of raw materials for the production of bitumen materials based on local resources // Series chemistry and technology. - 2023. - Vol. 4, № 457. - P. 19–30. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.189>
4. Zhu J., Birgisson B., Kringos N. Polymer modification of bitumen: Advances and challenges // European Polymer Journal. - 2014. - Vol. 54. - P. 18–38. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2014.02.005>
5. Chang X., Zhang R., Xiao Y., Chen X., Zhang X., Liu G. Mapping of publications on asphalt pavement and bitumen materials: A bibliometric review // Construction and Building Materials. - 2020. - Vol. 234. - P. 117370. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117370>
6. Rahimov I.A. Sintez i svoistva poliflorakrbkhlorsulfitov [Synthesis and properties of polyfluoroalkyl chlorosulfites] / Fluorine compounds. Chemistry, technology, application: collection of scientific papers (anniversary issue) / RSC "Applied Chemistry". - SPb., 2009. - B. 314–321. [in Russian]
7. Uaid Dj.L. Polietilen, polipropilen i drugie poliolefini [Polyethylene, polypropylene and other polyolefins] / L. White, D.D. Choi; lane. in English, edited by E.S. Kobkallo. (St. Petersburg: Profession, 2006, 256 p.) [in Russian]
8. Taraoka I. Polimernie rastvori: vvedenie v fizicheskie svoistva [Polymer solutions: an introduction to physical properties] (Brooklyn, New York: John Wiley & Sons, Inc. 2002, 349 p.) [in Russian]
9. Habib N.Z., Kamaruddin I., Napiah M., Tan I.M. Rheological Properties of Polyethylene and Polypropylene Modified Bitumen // International Journal of Civil and Environmental Engineering. - 2011. - № 3:2.
10. Korneichuk N.S, Leskin A.I., Rahimova N.A. Polimerno-bitumnoe vyuzhushee na osnove vtorichnogo polipropilena dlya proizvodstva asfaltobetonah smesei [Polymer-bitumen binder based on recycled polypropylene for the production of asphalt concrete mixtures] // Engineering Bulletin of the Don. (2017, №2). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4240](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4240). [in Russian]
11. Vargas C.A., Lu H.R., Hanandeh A.E. Environmental impact of pavements formulated with bitumen modified with PE pyrolytic wax: A comparative life cycle assessment study // Journal of Cleaner Production. - 2023. - Vol. 419. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138070>
12. Porto M., Caputo P., Loise V., Eskandarsefat S., Teltayev B., Rossi C.O. Bitumen and Bitumen Modification: A Review on Latest Advances // Applied Sciences. - 2019. - Vol. 9. - P. 742. <https://doi.org/10.3390/app9040742>
13. Nazionalnii standart Respubliki Kazahstan. ST RK 1227-2003. «Bitumi i bitumnie vyazhushie. Opredelenie tochki razmyagcheniya metodom kolza i shara» [The National standard of the Republic of Kazakhstan. ST RK 1227-2003. "Bitumen and bitumen binders. Determination of the softening point by the ring and ball method."] // Committee for Standardization, Metrology and Certification of the Ministry of Industry and Trade of the Republic of Kazakhstan (Gosstandart).- c.17. [in Russian]
14. Nazionalnii standart Respubliki Kazahstan ST RK1226-2003. «Bitumi i bitumnie vyazhushie. Metod opredeleniya glubini pronikaniya igli» [National Standard of the Republic of Kazakhstan. ST RK 1226-2003. Bitumens and Bituminous Binders. Method for Determining Needle Penetration Depth]. Committee for Standardization, Metrology and Certification of the Ministry of Industry and Trade of the Republic of Kazakhstan (Gosstandart). - P. 17. [in Russian]
15. Habbouche, J., Boz, I., Diefenderfer B.K., Smith B.C., Adel S.H. State of the practice for high polymer-modified asphalt binders and mixtures. [Transportation Research Record]. - 2021. - №2675 (7). - P. 235-247.
16. Nazionalnii standart Respubliki Kazahstan ST RK 2534-2014 «Bitumi neftyanii modofizirovanie, dorojnie. Tehnicheskie usloviya» [National Standard of the Republic of Kazakhstan. ST RK 2534-2014.

Modified Petroleum Road Bitumens. Technical Specifications]. Committee for Standardization, Metrology and Certification of the Ministry of Industry and Trade of the Republic of Kazakhstan (Gosstandart). - P.47. [in Russian]

17. Munera, J.C., Ossa, E.A. Polymer modified bitumen: Optimization and selection. [Materials and Design]. - 2014. - № 62. - P. 91–97.

#### **Авторлар туралы мәлімет:**

**Сейтенова Гайни Жумагалиевна** - химия ғылымдарының кандидаты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің қауымдастырылған профессоры, Сәтбаев, 2, 010008, Астана, Қазақстан.

**Дюсова Ризагуль Муслимовна** - техника ғылымдарының кандидаты, «Торайғыров университеті» постдокторанты, Ломова көшесі, 64, Павлодар, Қазақстан.

**Фуад Хошноу** - PhD, Де Монфорт Университеті (DMU), Лестер қақпасы LE1 9BH Лестер, Ұлыбритания

**Джексембаева Асель Ермековна** - Доктор PhD, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Инновацияларды дамыту департаментінің директоры, Сәтбаев, 2, 010008, Астана, Қазақстан.

**Нұрғабыл Ақмарал Бақзатқызы** - Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, жаратылыстану факультетінің магистранты, Сәтбаев, 2, 010008, Астана, Қазақстан.

**Сыздық Аяжан Ғалымқызы** - Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, жаратылыстану факультетінің магистранты, Сәтбаев, 2, 010008, Астана, Қазақстан.

**Seitenova Gaini** - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satbaev st., 010008, Astana, Kazakhstan.

**Dyussova Rizagul Muslimovna** - Candidate of Technical Sciences, postdoctoral fellow of «Toraigrov University», Lomova st.64, 140000, Pavlodar, Kazakhstan.

**Fuad Khoshnaw** - PhD, De Montfort University (DMU), The Gateway, Leicester, LE1 9BH, Leicester, United Kingdom.

**Jexembayeva Assel Ermekovna** - Director of the Innovation Development Department of L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satbaev st., 010008, Astana, Kazakhstan.

**Nurgabyly Akmaral Bakzatovna** - 1st year undergraduate, Faculty of Natural Sciences, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satbaev st., 010008, Astana, Kazakhstan.

**Syzdyk Ayazhan Galymkyzy** - 1st year undergraduate, Faculty of Natural Sciences, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satbaev st., 010008, Astana, Kazakhstan.



**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/>)