

ЭОЖ 665.6  
DOI 10.56525/MLKN3915

## МҰНАЙ БИТУМЫН РЕЗЕҢКЕ-ПОЛИМЕРЛІ КОМПОЗИТТЕРМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАУ

**Аккенжеева Анар, Бусурманова Аккенже, Жетесова Гүлім**

Есенов университеті, Ақтау қаласы, Қазақстан

e-mail: anar.akkenzheyeva@yu.edu.kz, akkenzhe.bussurmanova@yu.edu.kz,  
gulim.zhetesova@yu.edu.kz

**Аңдатпа.** Бұл ғылыми-зерттеу жұмысы мұнай жол битумын резеңке-полимерлі композиттермен модификациялау мәселесіне арналған. Зерттеудің мақсаты – Қазақстанның климаттық жағдайларына бейімделген жаңа буынды жол байланыстырғыштарын әзірлеу үшін отандық МЖБ 70/100 және МЖБ 100/130 маркалы битумдардың реологиялық және физика-механикалық қасиеттерін жақсарту.

Жұмыста пайдаланылған автокөлік шиналары негізгіделген және полиэтилен, полипропилен сияқты полимер қалдықтарына негізделген резеңке-полимерлі композиттердің тиімділігі қарастырылды. Әдеби шолуда битумның құрамы мен қасиеттері, оны полимерлермен, резеңке үгіндісі және композиттік модификаторлармен жетілдіру жөніндегі отандық және шетелдік зерттеулер талданды.

Эксперименттік бөлімде бастапқы және модификацияланған битумдардың жұмсару температурасы, пенетрациясы, созылғыштығы, Фраас сынғыштық температурасы, тұтқырлығы және серпімді қалпына келу көрсеткіштері анықталды. Нәтижелер бойынша девулканизацияланған резеңке үгіндісі мен ELTC типті композиттік модификаторлардың битумның эксплуатациялық қасиеттерін айтарлықтай жақсартатыны дәлелденді.

Зерттеу қорытындысында Қазақстанның күрт континенттік климатында жол жабындарының беріктігін арттыруға мүмкіндік беретін оңтайлы құрамдар ұсынылды. Сонымен қатар, пайдаланылған шиналар мен полимер қалдықтарын қайта өңдеудің экологиялық және экономикалық тиімділігі көрсетілді.

**Түйін сөздер:** битум, резеңке-полимерлі композит, девулканизацияланған резеңке, ELTC модификаторы, реологиялық қасиеттер, жол құрылысы.

### Кіріспе

Бұл ғылыми-зерттеу жұмысы мұнай жол битумын резеңке-полимерлі композиттермен модификациялау мәселесіне арналған және жол-құрылыс битумының эксплуатациялық қасиеттерін заманауи тәсілдер арқылы жақсартуға бағытталған. Битум – мұнайды өңдеу нәтижесінде алынатын күрделі жоғары молекулалы көмірсутектер қоспасы, оның құрамындағы SARA-фракциялар (Saturates, Aromatics, Resins, Asphaltenes) материалдың реологиялық және физика-механикалық қасиеттерін айқындайды [1-3]. Қазақстанның күрт континенттік климаттық жағдайлары (жазда +40 °C-қа дейінгі ыстық, қыста –30...–40 °C аяз) жол жабындарына қосымша жүктеме түсіріп, битумның кең температуралық диапазонда тұрақты жұмысын талап етеді. Дәстүрлі мұнай битумдары мұндай талаптарға толық жауап бере алмайды, сондықтан оларды тиімді модификациялау өзекті ғылыми-техникалық міндет болып табылады [4-5].

Қазіргі таңда битумды модификациялаудың негізгі бағыттары – полимерлік қоспалармен, резеңке ұнтағымен және резеңке-полимерлі композиттермен жетілдіру. Полимерлер битумның жоғары температурадағы беріктігін арттырса, резеңке оның төмен температурадағы серпімділігін күшейтеді. Ал екі компонентті біріктіріп қолдану арқылы кеңірек температура диапазонында тұрақты байланыстырғыш алуға мүмкіндік бар [6-8].

Бұл жұмыста пайдаланылған автокөлік шиналары мен полиэтилен, полипропилен сияқты полимер қалдықтарына негізделген резеңке-полимерлі композиттердің тиімділігі

қарастырылды. Девулканизацияланған резеңке үгіндісі (ДРУ) және ELTC типті модификаторлар отандық МЖБ 70/100 және МЖБ 100/130 маркалы битумдардың эксплуатациялық қасиеттерін жақсартуға бағытталған кешенді зерттеулерде қолданылды [9-11].

Зерттеудің мақсаты – Қазақстанның климаттық және экологиялық жағдайларына бейімделген жаңа буынды жол байланыстырғыштарын әзірлеу үшін битумды резеңке-полимерлі композиттермен модификациялау арқылы оның реологиялық және физика-механикалық қасиеттерін арттыру.

### Материалдар мен зерттеу әдістері

Зерттеу нысандары ретінде пайдаланылған автокөлік шиналары мен тұрмыстық полимерлі қалдықтар (полиэтилен, полипропилен негізіндегі пластикалық бөтелкелер және басқа да пластик қалдықтар) қолданылды. Полимерлі қалдықтар механикалық қайта өңдеу әдісі арқылы дайындалды. Бұл әдістің мәні – пластикалық қалдықтарды механикалық ұнтақтау арқылы олардың бөлшектерін ұсақтап, әрі қарай термиялық өңдеуге және сапалы модификациялық шикізат алуға мүмкіндік жасау.

Зерттеу барысында битумды модификациялау үшін «CASPIBITUM» БК» ЖШС (Қазақстан) өндірген екі маркалы мұнай жол битумы пайдаланылды:

- МЖБ 70/100 – орташа тұтқырлыққа ие жол битумы. Қазақстанның климаттық жағдайларына бейімделген және резеңке-полимерлі композиттермен модификациялауға қолайлы бастапқы байланыстырғыш ретінде таңдалды. Бұл марка жоғары температурада тұрақтылығымен ерекшеленеді.

- МЖБ 100/130 – салыстырмалы түрде жұмсақ жол битумы. Оның пенетрация көрсеткіші жоғары болғандықтан, төмен температурада серпімділік пен жарықшаққа төзімділік қасиеттерін зерттеу үшін тиімді болып табылады. Бұл маркаға девулканизацияланған резеңке үгіндісі мен кәдімгі резеңке ұнтағы қосылып, физика-механикалық қасиеттерінің өзгерісі талданды.

Осы екі маркалы битумды зерттеу арқылы олардың бастапқы және модификацияланған күйдегі қасиеттерін салыстыруға, әртүрлі резеңке-полимерлі қоспалардың әсерін бағалауға және Қазақстанның климаттық жағдайына бейімделген оңтайлы құрамдарды анықтауға мүмкіндік берілді. МЖБ 70/100 және МЖБ 100/130 маркалы мұнай жол битумының сипаттамасы 1, 2-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – МЖБ 70/100 маркалы мұнай жолының тұтқыр битумының сипаттамалары

| № | Көрсеткіштің атауы   | МЖБ 70/100 маркасының нормативтік көрсеткіштері | Нақты мәні | Сынау әдістері |
|---|--|---|------------|----------------|
| 1 | Инениң ену тереңдігі, төмен емес, мм, 25 °С температурада    | 87±5  | 87,2       | ҚР СТ 1226     |
| 2 | Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, төмен емес, °С | 45,8±1,6  | 45,85      | ҚР СТ 1227     |
| 3 | Фраас бойынша сынғыштық температурасы, жоғары емес, °С       | - 21±3  | - 21       | ҚР СТ 1229     |
| 4 | Ерігіштігі, төмен емес, %                                    | 99,75 ±0,1                                      | 99,75      | ҚР СТ 1228     |
| 5 | Тұтану температурасы, төмен емес, °С                         | 334 ±4  | 335        | ҚР СТ 1804     |

Кесте 2 – МЖБ 100/130 маркалы мұнай жолының тұтқыр битумының сипаттамалары

| №  | Көрсеткіштің атауы   | МЖБ 100/130            | Нақты мәні | Тест әдісі |
|----|--|------------------------|------------|------------|
| 1  | 25 °С иненің ену тереңдігі х0,1 мм                           | 101-130                | 113        | ҚР СТ 1226 |
| 2  | 0 °С иненің ену тереңдігі х0,1 мм                            | 30                     | 32         |            |
| 3  | Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, °С, төмен емес | 43                     | 44         | ҚР СТ 1227 |
| 4  | 25 °С созылғыштық, см, кем емес                              | 90                     | >150       | ҚР СТ 1374 |
| 5  | 0 °С созылғыштық, см, кем емес                               | 4,0                    | 6,9        |            |
| 6  | Динамикалық тұтқырлық 60 °С, Па*с, кем емес                  | 120                    | 138        | ҚР СТ 1211 |
| 7  | Кинематикалық тұтқырлық 135 °С, мм <sup>2</sup> /с, кем емес | 180                    | 352        | ҚР СТ 1210 |
| 8  | Тұтану температурасы °С, төмен емес                          | 230                    | 282        | ҚР СТ 1804 |
| 9  | Фраас бойынша сынғыштық температурасы, °С, жоғары емес       | -22                    | -24        | ҚР СТ 1229 |
| 10 | Пенетрация индексі   | -0,1-ден +1,0-ге дейін | -0,7       |            |
| 11 | Ерігіштігі %, кем емес                                       | 99,0                   | 99,9       | ҚР СТ 1228 |
| 12 | Парафин мөлшері %, жоғары емес                               | 2,5                    | 0,4        | ҚР СТ 1230 |

Зерттеу нәтижелері МЖБ 70/100 және МЖБ 100/130 маркалы мұнай жолының тұтқыр битумының нақты сипаттамалары ҚР СТ 1373-2013 талаптарына сәйкес келетінін көрсетті.

Битумды модификациялау битумды модификациялау қондырғысында жүргізілді. Қондырғы ұзындығы 20 см және ішкі диаметрі 15 см цилиндрлік реактордан тұрады. Реактор электр пешінің көмегімен қызады. Реактордағы температураны анықтау және қолдау үшін температура реттегішіне қосылған термометр бар. Битумды полимермен араластыру жылдамдығы араластырғышпен реттеледі. Битумды полимермен араластыру жылдамдығы араластырғыш көмегімен реттеледі, айналу жылдамдығы 6000 айн/мин құрайды. Қыздыру температура реттегіші арқылы пештің кернеуін арттыру арқылы реттеледі. Модификацияланған битумның өлшендісі орташа есеппен 200 г құрады. Модификациялау процесін жүргізер алдында битум үлгісі қозғалатын күйге дейін ерітілді (105°С жоғары емес температурада) және пластикалық қалдықтар баяу қосылды. Содан кейін полимерді битум мен қалдықтардың қоспасына қосып, қоспаны біркелкі болғанша тұрақты араластырып, қыздырады. Температура 175-180 °С аралығында сақталды, модификатордың түріне байланысты материалдар 180 минутқа дейін араластырылды. Полимерлі битум байланыстырғыштардың дайындалған қоспаларының сәйкестігін анықтау үшін келесі негізгі физикалық-механикалық сипаттамалар: жұмсару температурасы, иненің ену тереңдігі (пенетрация), созылу (икемділік) және Фраас сынғыштық температурасы анықталды. Жұмсару температурасы ҚР СТ 1227 бойынша «Сақина және шар» әдісімен анықталды. Пенетрацияны ҚР СТ 1226 бойынша пенетрометрмен анықталды. Созылғыштық битумның жабысуын (адгезиясын) жанама түрде сипаттайды және оның құрамдас бөліктерінің табиғатымен байланысты. Созылу ҚР СТ 1374 бойынша ЦКБ-974Н дуктилометр арқылы анықталды. Фраас сынғыштық температурасы битумның сынғыштық температурасын анықтауға арналған АТХ-04 аппаратының көмегімен анықталды.

**Нәтижелер және талдау**

МЖБ 100/130 маркалы битумға кәдімгі резеңке үгіндісі (КРҮ) және механохимиялық девулканизацияланған резеңке үгіндісі (ДРҮ) 5-25 масс. % диапазонында енгізілді. Нәтижелер 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3 - КРҮ және ДРҮ қосылған 100/130 маркалы МЖБ модификациялау нәтижелері

| Құрамы                      | Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, төмен емес, °С | 25 °С иненің ену тереңдігі, төмен емес, мм | 25 °С созылғыштығы, кем емес, см | Фраас бойынша сынғыштық температурасы, жоғары емес, °С |
|-----------------------------|--|--|----------------------------------|--|
| БНД 100/130                 | 44   | 113  | 150                              | -24  |
| БНД 100/130 - 95% КРҮ - 5%  | 45,8   | 69   | 139,7                            | -17,7  |
| БНД 100/130 - 95% ДРҮ - 5%  | 55,7   | 117  | 63,2                             | -18,8  |
| БНД 100/130 - 90% КРҮ - 10% | 54,5   | 65   | 115,8                            | -18,6  |
| БНД 100/130 - 90% ДРҮ - 10% | 64,5   | 105  | 48,4                             | -19,5  |
| БНД 100/130 - 85% КРҮ - 15% | 56,8   | 63   | 53                               | -19,1  |
| БНД 100/130 - 85% ДРҮ - 15% | 61   | 94   | 37                               | -26,5  |
| БНД 100/130 - 80% КРҮ - 20% | 61,9   | 60   | 21,9                             | -20,3  |
| БНД 100/130 - 80% ДРҮ - 20% | 63,5   | 83   | 33                               | -34  |
| БНД 100/130 - 75% КРҮ - 25% | 65,6   | 56,3                                       | 15,6                             | -30,6  |
| БНД 100/130 - 75% ДРҮ - 25% | 67,1   | 72   | 25                               | -27,7  |

Кәдімгі резеңке үгіндісі (КРҮ) мен механохимиялық девулканизацияланған резеңке үгіндісі (ДРҮ) 5-25 масс. % аралығында қосылған композициялар жоғары температурадағы беріктіктің айтарлықтай артатынын көрсетті: жұмсару температурасы бастапқы 44 °С-тен 60-67 °С-қа дейін көтерілді. КРҮ үлесі артқан сайын битум қатайып, пенетрация тез төмендейді, ал ДРҮ жағдайында жұмсару температурасы айтарлықтай өссе де, пенетрация салыстырмалы түрде жоғарырақ мәндерде сақталады. Бұл ДРҮ пайдаланудың өңделгіштік пен беріктік арасындағы тепе-теңдікті тиімдірек қамтамасыз ететінін көрсетеді. Фраас бойынша сынғыштық температурасы резеңке үлесі артқан сайын жақсаратыны байқалды. Әсіресе 15-20 масс.% ДРҮ қосылған композицияларда сынғыштық температурасы -26,5...-34 °С диапазонына дейін төмендеп, суық климат жағдайында жарықшақ түзуге төзімділіктің артқаны анықталды. Кәдімгі резеңке үгіндісі бар құрамдармен салыстырғанда ДРҮ бар үлгілерде төмен температуралық иілгіштік жақсырақ сақталды.

МЖБ 70/100 битумын модификациялау үшін құрамында девулканизацияланған резеңке, полиэтилен (ПЭ) немесе полипропилен (ПП) және қоспалар бар гибриді ELTC

модификаторы қолданылды. Модификацияланған құрамдар SBS-пен модификацияланған битуммен салыстырылды. Нәтижелер 4-кестеде келтірілген.

Кесте 4 - 70/100 маркалы МЖБ-мын SBS-пен және ELTC+ПЭ жүйелерімен модификациялау нәтижелері

| Құрамы                                  | Сақина мен шар бойынша жұмсару температурасы, төмен емес, °С | 25 °С иненің ену тереңдігі, төмен емес, мм | Серпімді қалпына келу, % |
|---|--|--|--------------------------|
| БНД 70/100                              | 48,3   | 90,8                                       | 0                        |
| 4% SBS<br>t = 160°C, 60 мин             | 76,4   | 67,3                                       | 60                       |
| ELTC 20%+ПЭ 10%<br>t = 180°C, 30-90 мин | 65,9-67,7  | 56,2-57,0                                  | 37-39                    |
| ELTC 20%+ПЭ 20%<br>t = 180°C, 30-90 мин | >80  | 35,6                                       | 33                       |
| ELTC 20%+ПЭ 40%<br>t = 180°C, 30-90 мин | >80  | 26,6                                       | 30                       |

Пайдаланылған шиналар резеңкесі мен полиэтилен және полипропиленнен тұратын ELTC типті модификаторды енгізу битумның жоғары температуралық қасиеттерін айтарлықтай жақсартты. ELTC+ПЭ жүйелерінде жұмсару температурасы 65-80 °С және одан жоғары мәндерге дейін өсті, алайда ПЭ үлесі 20-40 % деңгейінде болғанда байланыстырғыш шамадан тыс қатайып, серпімді қалпына келу көрсеткіштері төмендегені байқалды. ELTC+ПП жүйелерінде жұмсару температурасы мен пенетрация көрсеткіштері жоғары деңгейде сақтала отырып, серпімді қалпына келу 50-55% шамасында болды, бұл ұзақ мерзімді шаршау жарықшақтарына төзімділіктің жоғары болуына негіз береді. 4 % SBS полимерімен модификацияланған МЖБ 70/100 битумының жұмсару температурасы 76,4 °С-қа дейін көтеріліп, серпімді қалпына келу 60 % деңгейінде болды. ELTC+ПП негізіндегі кейбір құрамдар (мәселен, ПП үлесі 10-20 %) жұмсару температурасы, пенетрация және серпімділік көрсеткіштері бойынша SBS-пен модификацияланған битумға жақын немесе соған пара-пар деңгейге қол жеткізді. Бұл резеңке-полимерлі композиттік модификаторлардың қымбат SBS полимерін ішінара немесе толық алмастыруға әлеуеті бар екенін көрсетеді.

#### Қорытынды

Жүргізілген зерттеу жұмысы МЖБ 70/100 және МЖБ 100/130 маркалы битумдарды пайдаланылған шиналар резеңкесі мен полимер қалдықтарына негізделген резеңке-полимерлі композиттермен модификациялау арқылы олардың реологиялық және физика-механикалық қасиеттерін жақсартуға бағытталды.

- Бастапқы битумдардың көрсеткіштері мемлекеттік стандарттарға сәйкес келетіні анықталды, бұл оларды сенімді негіз ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

- БНД 100/130 битумына кәдімгі және девулканизацияланған резеңке үгіндісін қосу жұмсару температурасын 60–67 °С-қа дейін көтеріп, төмен температурадағы иілгіштікті жақсартты. Әсіресе ДРУ пайдалану беріктік пен өңделгіштік арасындағы тепе-теңдікті тиімдірек қамтамасыз етті.

- МЖБ 70/100 битумын ELTC модификаторымен түрлендіру жоғары температуралық қасиеттерді айтарлықтай жақсартты. ELTC+ПП жүйелері серпімді қалпына келу көрсеткіштерімен ерекшеленіп, ұзақ мерзімді төзімділікті арттырды.

- Кейбір ELTC+ПП құрамдары SBS-пен модификацияланған битумға пара-пар нәтижелер көрсетті, бұл қымбат SBS-ті ішінара алмастыруға мүмкіндік бар екенін дәлелдейді.

- Экологиялық тұрғыдан резеңке-полимерлі модификаторлар пайдаланылған шиналар мен пластик қалдықтарын қайта өңдеуге жол ашып, қоршаған ортаға түсетін жүктемені азайтады.

- Оңтайлы құрам ретінде БНД 100/130 үшін 15–20 масс.% ДРҮ, ал МЖБ 70/100 үшін ELTC+ПП негізіндегі 10–20 масс.% модификатор ұсынылады.

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер резеңке-полимерлі композиттерді, әсіресе ELTC+ПП жүйесін қолдану Қазақстанның күрт континенттік климат жағдайына бейімделген, жоғары температураға төзімді әрі серпімді жол битумдарын алудың перспективалы бағыты екенін көрсетті.

## ӘДЕБИЕТТЕР

1. Porto, M., Caputo, P., Loise, V., Eskandarsefat, S., Teltayev, B., & Oliviero Rossi, C. (2019). Bitumen and bitumen modification: A review on latest advances. *Applied sciences*, 9(4), 742.
2. Shivokhin, M.; Garcia-Morales, M.; Partal, P.; Cuadri, A.A. Rheological behaviour of polymer-modified bituminous mastics: A comparative analysis between physical and chemical modification. *Constr. Build. Mater.* 2012, 27, 234–240
3. Ashoori, S.; Sharifi, M.; Masoumi, M.; Salehi, M.M. The Relationship between SARA Fractions and Crude Oil Stability. *Egypt. J. Pet.* 2017, 26, 209–213.
4. Sheremata, J.M.; Gray, M.R.; Dettman, H.D.; McCaffrey, W.C. Quantitative molecular representation and sequential optimization of Athabasca asphaltenes. *Energy Fuels* 2004, 18, 1377–1384.
5. Yarranton, H.W.; Fox, W.A.; Svrcek, W.Y. Effect of Resins on Asphaltene Self-Association and Solubility. *Can. J. Chem. Eng.* 2007, 85, 635–642.
6. Polacco, G.; Filippi, S.; Merusi, F.; Stastna, G. A review of the fundamentals of polymer-modified asphalts: Asphalt/polymer interactions and principles of compatibility. *Adv. Colloid Interface Sci.* 2015, 224, 72–112.
7. The World of Bitumen from Ancient Uses to Modern Applications <https://highways.today/2024/07/10/world-of-bitumen/>
8. Li, J.; Xing, X.; Hou, X.; Wang, T.; Wang, J.; Xiao, F. Determination of SARA fractions in asphalts by mid-infrared spectroscopy and multivariate calibration. *Measurement* 2022, 198, 111361.
9. Zhang, J.; Yao, Z.; Yu, T.; Liu, S.; Jiang, H. Experimental evaluation of crumb rubber and polyethylene integrated modified asphalt mixture upon related properties. *Road Mater. Pavement Des.* 2019, 20, 1413–1428.
10. Wang, T.; Xiao, F.; Amirkhani, S.; Huang, W.; Zheng, M. A review on low temperature performances of rubberized asphalt materials. *Constr. Build. Mater.* 2017, 145, 483–505.
11. Akkenzheyeva, A., Haritonovs, V., Bussurmanova, A., Merijs-Meri, R., Imanbayev, Y., Serikbayeva, A., ... & Turkmenbayeva, M. (2024). The use of rubber-polymer composites in bitumen modification for the disposal of rubber and polymer waste. *Polymers*, 16(22), 3177.

## МОДИФИКАЦИЯ НЕФТЯНОГО БИТУМА РЕЗИНОВО-ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИТАМИ

**Аккенжеева Анар, Бусурманова Аккенже, Жетесова Гүлім**

Университет Есенова, г.Ақтау, Казахстан  
e-mail: anar.akkenzheyeva@yu.edu.kz, akkenzhe.bussurmanova@yu.edu.kz,  
gulim.zhetesova@yu.edu.kz

**Аннотация.** Данная научно-исследовательская работа посвящена проблеме модификации нефтяного дорожного битума резино-полимерными композитами. Цель исследования – улучшение реологических и физико-механических свойств битумов отечественных марок БНД 70/100 и БНД 100/130 для разработки дорожных связующих нового поколения, адаптированных к климатическим условиям Казахстана.

В работе рассматривалась эффективность композитов на основе использованных автомобильных шин и резино-полимерных композитов на основе полимерных отходов, таких как полиэтилен и полипропилен. В литературном обзоре проанализированы отечественные и зарубежные исследования состава и свойств битума, его совершенствования полимерами, резиновыми крошками и композитными модификаторами.

В экспериментальной части определены температура размягчения, пенетрация, растяжимость, температура хрупкости Фраас, вязкость и показатели упругого восстановления первичных и модифицированных битумов. Результаты показали, что девулканизированная резиновая крошка и композитные модификаторы типа ELTC значительно улучшают эксплуатационные свойства битума.

В заключении исследования были предложены оптимальные составы, позволяющие повысить прочность дорожных покрытий в резко континентальном климате Казахстана. Кроме того, была продемонстрирована экологическая и экономическая эффективность переработки использованных шин и полимерных отходов.

**Ключевые слова:** битум, резино-полимерный композит, девулканизированная резина, модификатор ELTC, реологические свойства, дорожное строительство.

## MODIFICATION OF PETROLEUM BITUMEN WITH RUBBER-POLYMER COMPOSITES

**Akkenzheyeva Anar, Bussurmanova Akkenzhe, Zhetessova Gulim**

Yessenov University, Aktau, Kazakhstan

e-mail: anar.akkenzheyeva@yu.edu.kz, akkenzhe.bussurmanova@yu.edu.kz,  
gulim.zhetessova@yu.edu.kz

**Annotation.** This research paper is devoted to the problem of modification of petroleum bitumen by rubber-polymer composites. The purpose of the study is to improve the rheological and physico-mechanical properties of bitumen of domestic brands PBR 70/100 and PBR 100/130 for the development of new generation road binders adapted to the climatic conditions of Kazakhstan.

The paper considered the effectiveness of composites based on used automobile tires and rubber-polymer composites based on polymer waste such as polyethylene and polypropylene. The literature review analyzes domestic and foreign studies of the composition and properties of bitumen, its improvement by polymers, rubber crumb and composite modifiers.

In the experimental part, the softening temperature, penetration, extensibility, Fraas brittleness temperature, viscosity, and elastic recovery parameters of primary and modified bitumen were determined. The results showed that devulcanized rubber crumb and composite modifiers such as ELTC significantly improve the performance properties of bitumen.

In the conclusion of the study, optimal compositions were proposed to increase the strength of road surfaces in the sharply continental climate of Kazakhstan. In addition, the environmental and economic efficiency of recycling used tires and polymer waste was demonstrated.

**Keywords:** bitumen, rubber-polymer composite, devulcanized rubber, ELTC modifier, rheological properties, road construction.