

УДК 623.15

**ЖОЛ ЖАБЫНЫНДАҒЫ ЖАРЫҚТАР. ЖАРЫЛУҒА ТӨЗІМДІЛІКТІ АРТТЫРУ  
ӘДІСТЕРІ**

**Ширинбаев Нурсултан Аширбаевич**  
[polytech2015@mail.ru](mailto:polytech2015@mail.ru)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің магистранты

Жол-құрылыс материалы ретінде асфальтбетонның кең таралуы оның бірегейлігіне байланысты, бірақ оның физикалық және механикалық қасиеттерінің температураға үлкен тәуелділігі әртүрлі ақаулардың пайда болуына, соның ішінде ыстық кезеңдегі жарықтардың - төмен температурада пайда болуына әкеледі. Сонымен қатар, маңызды мәселе әлі де

шешілмеген - жөнделген жабын төсемдерінің қызмет ету мерзімін ұлғайту және техникалық қызмет көрсету шығындарының төмендеуі болып табылады.

Жарықтардың пайда болу сипатына қарай олар температура, шағылысу, қуат, технологиялық және шаршау формаларын алады [3]. Температуралық жарықтар жабынның салқындауы кезінде созылмалы кернеулердің пайда болуына байланысты пайда болады, оның шамасы көбінесе сызықтық кеңею коэффициентіне, температура айырмашылығына, материалдың серпімді модуліне, Пуассонның коэффициентіне және есептеу кезеңіндегі материалдың релаксация модуліне байланысты болады.

Қуаттың жарықшақтары жеткіліксіз жүк көтергіштігі немесе иілуге асфальтбетонның жеткіліксіз беріктігі бар кездерде көліктік жүктеме нәтижесінде пайда болады. Технологиялық жарықтар асфальт қоспасының құрамын дұрыс таңдамау, құрылымдық қабаттарды салу және қоспаның тығыздалуы технологиясының бұзылуынан, сондай-ақ асфальтбетон төсемінің іргелес белдеулерінің қиылысуынан пайда болады.

Шаршау жарықтары негізінен төсемнің төменгі бетіндегі көлденең жарықтар түрінде пайда болады, содан кейін 6-12 жыл ішінде қозғалыс қарқындылығы мен климаттық факторларға байланысты олар жамылғының бүкіл қалыңдығында өседі, сонымен қатар төсемнің бетінен төмен қарай дамуы мүмкін. Тәжірибе көрсеткендей, жол жамылғыларында жарықшақты болдырмау өте қиын. Бұл процесс көліктік жүктемелердің әсерінен, температураның оңнан теріске өзгеруімен, астындағы қабаттарда жарықтар мен тігістердің болуымен, әлсіз негізмен және іргелес қабаттардағы материалдардың термофизикалық қасиеттерімен ерекшеленеді. Сонымен қатар, Қазақстанның климаттық жағдайында битумдардың икемділігінің төмендеуі мен бұзылуының салдарынан 5-6 жыл жұмыс істегеннен кейін температураның бұзылуына жол бермеу мүмкін емес [4]. Жолдың беткі қабаттарының жарыққа төзімділігін арттыруда және жарықтарды жоюда үлкен әлемдік тәжірибе жинақталған. Асфальтбетон жамылғыларының жарыққа төзімділігін қамтамасыз етудің бірнеше бағыттары белгілі, олардың негізгісі материалтану (созылу кернеулерін қабылдау үшін асфальтбетонның қасиеттерін жақсартумен байланысты) және құрылымдық және технологиялық (тиімді құрылымдық шешім таңдау негізінде) тәсілдері бар болып табылады.

1969 жылы Ю.Е.Никольский температураның айтарлықтай айырмашылығында, олардың қасиеттерін жақсартуға қарамастан, кез-келген асфальтбетон жамылғысында жарықтар пайда болады деп болжады [5]. Алайда тәжірибе көрсеткендей, температуралық жарықтар санының айтарлықтай азаюын қамтамасыз ету мүмкін нәрсе. Сонымен, В. А. Веренко, Л. Б. Гезенцевей, Н. В. Горельшев, Л. М. Гохман, А. В. Руденский, Е. битумның тұтқырлығын азайтыңыз, қиыршық тастың құрамын өзгертіңіз, полимерлерді енгізумен битумды өзгертіңіз, жарықтардың пайда болуына әсер ететін релаксация модулін және басқа да материалдық параметрлерді реттеңіз. Ескі автомобиль шиналарын өңдеуден алынған резеңке қосумен асфальтбетонды қолдану тәжірибесі, сонымен қатар микро фитингтер мен тұрақтандырғыштар ретінде қызмет ететін минералды материалдардың (тас, шыны) немесе органикалық (целлюлоза) талшықтарының белгілі бір түрлерін қосу тәжірибесі белгілі болды [6]. Беларусь ғалымдарының соңғы зерттеулері көрсеткендей, асфальтбетон жабындарының құрамында қалыңдығы бірдей асфальт қабаттарының құрамына ВМА 100/130 битумы және үлкен дән мөлшері бар минералды бөлік (құмсыз 5-10 мм фракциясының қиыршық тастарының 70% -ы) түскен кезде жоғары температураға ұшырайды. 7].

Алайда, асфальтбетонның қасиеттерін реттеу кезінде битумның тұтқырлығын жоғарылату температураның жарыққа төзімділігінің төмендеуіне әкелетінін ескеру қажет. Бұл жағдайда тұтқырлықтың өзгеруі байланыстырғыш мөлшеріне байланысты реттеледі. Құрамында битум мөлшері жоғары қоспалар шағылысқан және шаршағыштық жарықтардың пайда болуына жоғары қарсылық тұрғысынан өзін дәлелдеді, бұл жазда қоқыс түрінде деформацияға әкелуі мүмкін.

Сондықтан қоспаның құрамын белгілі бір өзгерту туралы шешім қабылдаған кезде

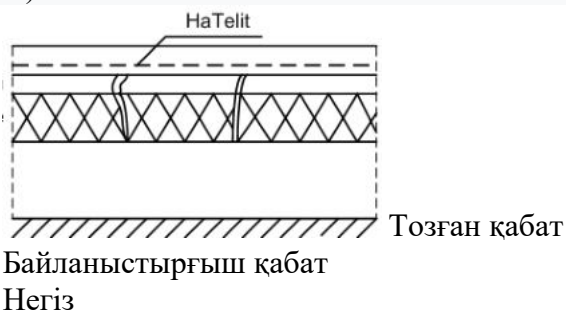
көптеген факторларды, соның ішінде жарықтардың пайда болу сипатын, ауа-райы мен климаттық жағдайларды, сондай-ақ тас жол құрылысының ауданын ескеру қажет. Ең алдымен шағылысқан крекингке қарсы күресте конструктивті және технологиялық шешімдерді әзірлеуге В.Д. Казарновский, В. А. Кретов, В. Н. Кононов және басқалары қатысты. Шағылған жарықтар пайда болуымен күресте нақты конструктивті шешім таңдау ерекше маңызды болды. Осылайша, әлемдік тәжірибеде арматуралық қабат пен сынған жабын қабаты арасындағы аралық қабаттардың құрылысы белгілі болды.

Мұндай қабаттардың қаттылық модулі олардың айналасындағы қабаттардың материалдарының модулінен айтарлықтай ерекшеленеді, бұл температура өзгерісі мен қозғалмалы жүктеме әсерінен жарықшақты жерде пайда болған механикалық энергияны оны арматуралық қабаттың негізіне шоғырландырудың орнына көлденең бағытта таратуға мүмкіндік береді [8]. Жарықтардың пайда болуымен күресудің көптеген конструктивті шешімдері бар. Олардың ішінде мыналарды қарастыруға болады:

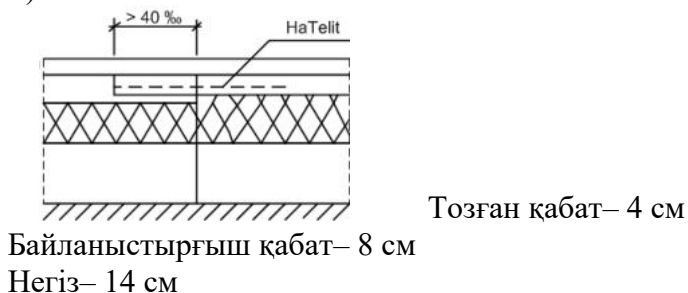
- шағылыстырылған жарықтар болдырмас үшін жаңа жабын қабаттарын нығайту кезінде HUESKER Synthetic GmbH & HaTelit сауда маркасының HUESKER Synthetic GmbH & Co өндірген геотекстильдер мен арматураланған геогридтердің қабаттарын орналастыру. жүріс бөлігін кеңейту кезінде және т.б., жарықшақтардың ашылуының ені 1-3 мм-ден аспайтын болса, оның шеттерінде деформацияларсыз және бүктемелерсіз (суреттер 1, 2); Көлік 45 сурет.

1. HaTelit геогридтерімен жол жамылғысын нығайту схемасы:

А)

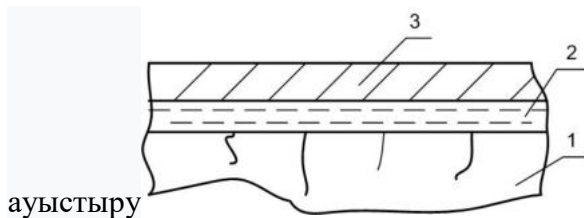
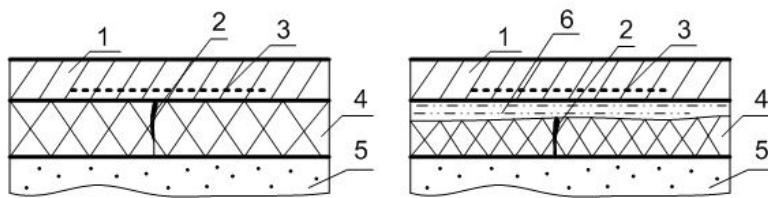


Б)

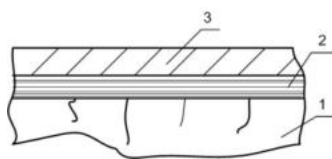


Сур. 1. HaTelit геоторымен жол жамылғысын нығайту схемасы: а - шағылысқан жарықтардың пайда болуының алдын алу үшін төсемнің жаңа қабаттарын нығайту; б - жүріс бөлігін кеңейту кезінде арматура

Сурет 2 Армдор геогридтерімен асфальтбетон төсемдерін нығайту схемасы: 1 - асфальтбетоннан жасалған арматуралық қабат; 2 - жарықшақ; 3 - «Армдор» геоторы; 4 - ескі асфальтбетон жамылғысы; 5 - негіз; 6 - нивелирлеу қабаты • полимер-битумды байланыстырғыш (мембрана) қабаттарының қондырғысы - Visomplex, Filaflex және басқалар француз технологиялары (3, 4-сурет);



Сур. 3. Visomplex технологиясы бойынша төсеу құрылғысының дизайны: 1 - жарықшақтары бар негіз; 2 - байланыстырғышпен өңделген құм қоспасының қабаты, қалыңдығы - 2 см; 3 - Comproflex қоспасының қабаты (өзгертілген асфальт-бетон қоспасы), қалыңдығы - 3 см



Сур. 4. Филафлек технологиясы бойынша төсеу құрылғысының дизайны: 1 - жарықшақтары бар негіз; 2 - оның үстіне таратылатын синтетикалық үздіксіз талшықтары бар битум байланыстырғышынан тұратын мембрана типті қабат; 3 - тозу қабаты

- жүктемені оңтайлы бөлу үшін болат арматуралық торды қолдану - Mesh Track торы және т.б.;
  - ескі жабынды толық немесе жартылай фрезерлеу;
  - асфальт немесе цемент-бетон негізін жөндеу кезінде асфальтбетон жамылғысындағы жарықшақтарды (кеңейту қосылыстары) орналастыру;
  - ескі цемент бетон жамылғысының дірілденуі, одан кейін асфальт төселуі.
- Жарықтарды уақтылы жөндеу - жұмыс кезеңіндегі маңызды міндет. Жөндеу әдісінің дұрыс тағайындалуының басты шарты – жарылу себептерін, іргетастың және жабын материалдарының бұзылу дәрежесін, жөндеу жұмыстарын жүргізу уақытын ақылға қонымды таңдауды және жөндеу жұмыстарының құнын экономикалық орындылығын анықтау.

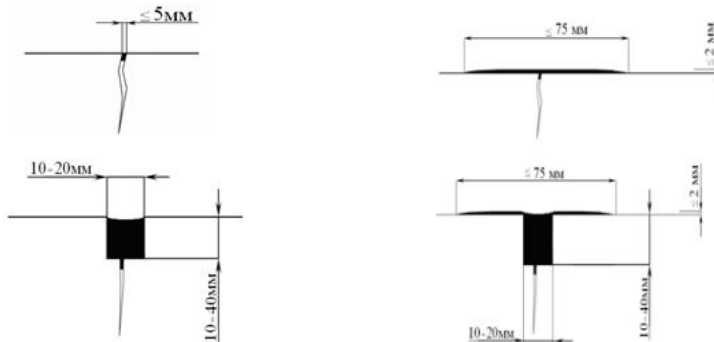
Жарықтар, әдетте, көктемде және күзде едәуір ашылған кезде жөнделеді. Жұмыс құрғақ жабынмен, ауа температурасы  $5^{\circ}\text{C}$ -тан аспайтын температурада жүзеге асырылады. Асфальтбетон жамылғысындағы жарықтар герметикамен, содан кейін минералды қоспамен немесе битум-полимерлі байланыстырғышпен толтырумен күресуге болады. Пластиналардың тік қозғалысы бар шағылысқан жарықтар болған кезде, сондай-ақ жарықтар желісі түріндегі қуат жарықтары болған кезде, төсемнің жойылған құрылымдық қабаттарын ауыстырға болады.

Суық жағылған материалдармен жарықшақтарды герметикаландыру 5 мм ашылатын ені бар жарықшақтарды кесусіз жасалуы керек (5а-сурет, б). Ыстық қолдануға арналған материалдармен жарықтарды герметизациялау әдістерін жобалау жарықшақтардың түріне және жарықтардың шеттерінің жойылу дәрежесіне байланысты қабылдануы керек. Сызықтарды саңылаулардың ені 5–15 мм болатындай етіп кесу керек, бірақ кемінде 10 мм және 20 мм-ден аспайды (5а-сурет).

Жарық ойығының ені оның тереңдігіне қатынасы 1: 1-ден 1: 2-ге дейін болуы керек. Егер асфальтбетон төсенішінде қорғаныс қабаты (тозу қабаты) болса, жарықтардың тереңдігін қорғаныш қабатының қалыңдығына (тозу қабаты) көбейту керек [9]. Шұңқырдың ашылуының ені кішкене (0,5-1,0 см), өзгертілген битум эмульсиясы (ЕВКМ-В-65), сұйық

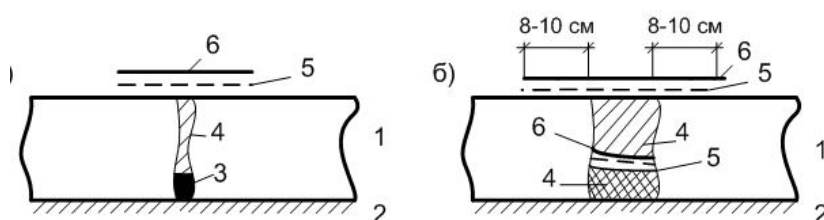
битум, битум-эластомер герметик ретінде пайдаланылады. Т-65), резеңке-битумды мастика (ТУ ВУ 102307985), содан кейін үйкеліс материалымен шаңды тазартады. Ашық болған кезде битум-полимерлі тығыздағыш қолданылады.

Үйкеліс материалы ретінде құм 2-4-4.0 (2.5-5.0) мм дәндері бар ұсақталған жыныстардың скринингтерінде қолданылады, дән мөлшері 2,5-5.0 болатын жыныстарды ұсақтаудың белсенді скринингтерінен бөлінген құм қолданылады. дән мөлшері 2,5-5,0 мм гранит үгіндісі, ұсақталған резеңке қолданылады. Ашылуының едәуір ені бар шағылысқан және электр жарықтарын жөндеу кезінде герметикалық материал ретінде шойын асфальтбетон, қиыршық тас және мастикалық асфальт қоспалары қолданылады.



Сурет 5. DMD 02191.2.012-2007-де жарықтарды герметизациялау әдістерін жобалау: а - қорғаныш қабаты жоқ қабатпен деңгейге дейін кесіп тастамастан жарықшақтарды герметизациялау; б - қорғаныш қабатының қондырғысымен кесілмеген жарықтарды герметизациялау; в - жарықшақтарды қорғаныш қабаты жоқ қабатпен тығыздау; г - жарықшақтарды қорғаныш қабаты бар пломбалау, жарықшақтарды герметизациялау үшін келесі жабдықтар мен құрылғылар қолданылады:

- термостатикалық басқару жүйесімен, майды жылыту жүйесімен, циркуляциялық сорғымен және жарықтарды толтыруға арналған икемді шлангымен жабдықталған қазандықтар;
  - тесіктердің енін 10–20 мм және ойықтың тереңдігін 10–40 мм бақылау мүмкіндігін қамтамасыз ететін жарықтар мен бірлескен кескіштерге арналған фрезалар;
  - 20 МПа дейін қысымды қамтамасыз ететін жоғары қысымды су ағынды қондырғылар;
  - өнімділігі кемінде 5 м<sup>3</sup> / мин, мұнай мен суды тазартудың тиімді жүйелері бар ауа қысымы 0,5 МПа-дан кем емес компрессорлар;
  - ыстық ауа аппараттары компрессормен бірге жұмыс істейді және 180–250 ° С қыздырғыштың шығатын орнында ауа температурасын қамтамасыз етеді;
  - қажетті геометриялық параметрлері бар жарықтар мен қорғаныш қабаттарын толтыруға арналған болат аппликаторлар. Жөндеу материалын жарықшақтарға бекіту үшін жарықшақты ені 8-12 см геотекстильді материалмен жабуға болады (6-сурет). Бұл әдіс тар және орташа жарықшақтарды тығыздау үшін қолданылады. Тәжірибе көрсеткендей, жарықшақтарды жөндеудің әдеттегі жөндеу материалдарымен толтырылуымен салыстырғанда олардың қызмет ету мерзімі төрт есе артады.



Сурет 6. Жөндеу материалын геотекстильді таспалармен бекіту: а - тар және орташа жарықтар; б - кең және өте кең жарықтар; 1 - жабын; 2 - негіз; 3 - шаң, құм, қиыршық тас қалдықтары; 4 - жарықтарды толтыруға арналған жөндеу материалы; 5 - битум; 6 - геотекстильді материал жақын жерде бірнеше жарықшақтар орналасқан немесе жарықшақтардың желісі пайда болған жерлерде бүкіл аумақты беткі қабатпен өңдеу қарастырылған. Бұл технология Францияда және бірнеше басқа елдерде кеңінен қолданылады. Беткі жарықтарды жөндеу технологиясының артықшылығы - қол еңбегінің, жоғары өнімділік пен үнемділіктің болмауы. Бұл технологияны қолданудың ең ұтымды әдісі - бұл кішкентай жарықтарды олардың дамуының алғашқы кезеңінде жөндеу, бұл шұңқырлардың пайда болуына жол бермейді, яғни жамау қажеттілігін іс жүзінде жояды.

Жарықшақты болдырмас үшін түбегейлі шешім қабылдауға болады - 3-4 жыл жұмыс жасағаннан кейін  $75 \text{ мм} > 10\text{--}20 \text{ мм} > 75 \text{ мм} > 5 \text{ мм} > 10\text{--}20 \text{ мм} > 40 \text{ мм} > 10\text{--}40 \text{ мм} > 2 \text{ мм} > 2 \text{ мм} > 8\text{--}10 \text{ см} > 8\text{--}10 \text{ см}$  асфальтбетон жамылғыларындағы сығымдау кеңейту қосылыстары цемент бетонына ұқсас болып келеді. Жол жамылғысының жарыққа төзімділігін жоғарылату мәселесі туралы ғылыми жарияланымдар мен нормативтік әдебиеттерді талдау нәтижесінде пайда болған жарықшақтармен күресудің әдістері, сызаттардың пайда болуына қарсы күресте интегралды тәсіл басымдыққа ие болуы керек.

Материалдардың қасиеттерін де, жол өтетін учаскенің ауа-райы мен климаттық ерекшеліктерін, оның жекелеген учаскелеріндегі қозғалыс қарқындылығын, жөндеу шаралары жағдайында жарықтардың пайда болу сипатын және олардың даму дәрежесін ескеру қажет.

#### Қорытынды

1. Жол жамылғыларындағы жарықшақтармен күресу - әлемдік тәжірибеде көкейтесті бағыт. Жарықтарды жоюдың тиімді әдістерін қолдану жабындардың қызмет ету мерзімін ұлғайтуға, оларды күту мен жөндеу құнын төмендетуге мүмкіндік береді. Ғалымдар температура мен шаршау жарықтарының пайда болуын болдырмау үшін асфальтбетон құрамын жақсарту бойынша, сонымен қатар құрылымдық және технологиялық шараларды әзірлеу (негізінен асфальтбетон қабаттарында шағылысқан жарықтардың пайда болу проблемаларын шешу үшін) бойынша көп жұмыс жасады.

2. Қазіргі уақытта материалтану тәсілін де, конструктивті тәсілді біріктіре отырып, мәселені кешенді шешу мүмкіндігі жоқ. Мәселен, жоғары битумдық құрамы бар асфальтбетон қоспасын геосинтетикалық материалдың арматуралық қабатын орнатумен бірге ұзақ уақытқа шағылысқан жарықтардың пайда болу мәселесін шешуге мүмкіндік береді, бұл цементбетон негізіне асфальтбетонды арматуралық қабаттарды салу кезінде ерекше іс болып табылады.

3. Пайдалану кезеңінде жолдағы жарықтарды герметизациялаудың қолданыстағы технологиялары жарықшақтардың сипаты мен ашылуының еніне байланысты тиімді түрде жоя алады. Алайда, олардың одан әрі дамуына жол бермеу үшін жолдың беткі қабатының жоғарғы қабатына елеулі зақым келтіруге әкелетін ені 2 мм дейінгі жарықтарды диагностикалау және күресу жүйесін жасау қажет.

#### Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Богуславский, А. М. Асфальтобетонные покрытия / А. М. Богуславский, Л. Г. Ефремов. – М.: МАДИ, 1981. – 145 с.
2. Богуславский, А. М. Основы реологии асфальтобетона / А. М. Богуславский, Л. А. Богуславский. – М.: Высш. шк., 1972. – 199 с.
3. Леонович, И. И. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог: учеб. пособие / И. И. Леонович, С. В. Богданович, И. В. Нестерович. – Минск: Новое знание, 2011. – 350 с.

4. Веренько, В. А. Деформации и разрушения дорожных покрытий: причины и пути устранения / В. А. Веренько. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2008. – 304 с.
5. Прочность и долговечность асфальтобетона / под ред. Б. И. Ладыгина. – Минск: Наука и техника, 1972. – 187 с.
6. Дорожно-строительные материалы / М. И. Волков [и др.] – М.: Транспорт, 1975. – 527 с.
7. Кравченко, С. Е. Низкотемпературные напряжения как критерий влияния компонентов асфальтобетонной смеси на трещиностойкость асфальтобетонных покрытий / С. Е. Кравченко, Д. Л. Сериков // Автомобильные дороги и мосты. – 2010. – № 2 (6). – С. 70–77.
8. Красноперов, А. Р. Учет влияния конструктивных параметров дорожных одежд на отраженное трещинообразование в асфальтобетонных слоях усиления: дис