

**Р.А.Козбагаров<sup>1</sup>**, **М.С.Жиенкожаев<sup>2</sup>**, **К.К.Шалбаев<sup>3</sup>**,  
**А.С.Байкенжеева<sup>1</sup>**, **Н.С.Камзанов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>Baishev University, Ақтөбе, Қазақстан

<sup>3</sup>Satbayev University, Алматы, Қазақстан

E-mail: rycstem\_1968@mail.ru

## **АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫНЫҢ ЖАБЫНДАРЫН БҰЗУҒА АРНАЛҒАН ЖҰДЫРЫҚШАЛЫ КАТОКТЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ**

**Аңдатпа.** Жұдырықты катоктарды асфальтбетоннан жасалған суық асфальтбетон жабындарын бұзып алу үшін пайдалануға болады. Қазақстанда мұндай жабындар жолдардың шамамен 70% бар. Ең тиімдісі 20 °С жоғары температурада кесулерді жасау. Катоктың тарту күшін және біркелкі қозғалысын азайту үшін катоктың қозғалыс бағыты бойынша жұдырықшаны топсалы бекіту арқылы катокты айналдыру кезінде жұдырықшалардың шығуына жабынның кедергісін болдырмау керек. Автомобиль жолының асфальтбетонды жабындыларын жұдырықшалы катоктармен бұзып алу теориялық зерттеулер нәтижелерінің дұрыстығы Гүлшад-Ақшатау автомобиль жолдарындағы өндірістік сынақтарда расталды.

**Түйінді сөздер.** Автомобиль жолы, жұдырықшалы таптағыштар, асфальтбетон жабыны, жұмысшы органдары, асфальт сынықтары.

### **Кіріспе.**

Автомобиль жолдары елдің әлеуметтік-экономикалық дамуында үлкен маңызға ие. Сондықтан елімізде автомобиль жолдары желісін дамытуға көп көңіл бөлінеді. Жыл сайын 10 мың шақырымнан астам қатты жабынды жолдар салынып, күрделі жөндеуден өткізіледі. Ел экономикасының дамуы көлік ағынының қарқындылығы мен жүк көтергіштігін арттыруды талап етеді, бұл жол құрылысының сапасын жақсартусыз мүмкін емес.

Қазіргі уақытта асфальтбетон жабыны бар Республикалық маңызы бар автомобиль жолдарының 70% астамы қайта жаңартылуға жатады, ал бұл 50 мың км астам, оған 55 млн тоннаға дейін асфальтбетон қажет болады. Қазақстанда автомобиль жолдарының жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру үшін негізінен материалды қажетсінетін элемент - жол төсемін қайта жаңарту қажет, онда 150 млн тоннадан астам асфальтбетон пайдасыз.

Ескі жабындардың асфальт сынықтарын қайта пайдаланудың әлемдік тәжірибесі АҚШ, Англия, Германия және Франция сияқты елдердің барлық асфальт сынықтарын қайта пайдаланатынын көрсетеді, Жапония, Венгрия және Польша - сәйкесінше 60 және 50%, ал Қазақстанда әлдеқайда аз [1, 2, 3, 4].

Қазақстанның автомобиль жолдарының бүкіл желісін қалпына келтіру үшін отын-энергетика және материалдық ресурстар шығындарын ең аз мөлшерімен және жол төсемдерінің барлық массасын қорларын қайта пайдалану қажет. Ескі асфальтбетон жабынын қайта пайдалану технологиясын баяу енгізудің негізгі себептерінің бірі-жабынды бұзу үшін қолданылатын механизмдердің жетілмегендігі.

Асфальтбетон жабынының сынуын жеңілдету үшін жұдырықшаларды жол төсем бетіне кіру және шығу кезінде асфальт жабынының кедергісін болдырмау үшін жұдырықшалы катоктардың кейбір жұдырықшалы жақсартулармен пайдалану көзделеді.

Сонымен қатар, жұдырықшалы катокты пайдалану жабын материалдары мен жол негіздерімен араласпауға мүмкіндік бермейді, өйткені бұл қопсытқыштарды пайдалану кезінде орын алады.

Асфальтбетон жабындары шахматтық ретпен бір-бірінен берілген қашықтықта жұдырықшалардың орналасуын ескере отырып, белгілі бір мөлшердегі кесектерге дейін бұзылады. Әдетте, жолдарды қайта құру кезінде «ескі» жабындар бұзылады, олардың барлығы дерлік жарықтар торымен жабылған, сондықтан асфальт сынықтары 500 мм аспауы керек.

### **Материалдар мен тәсілдер.**

Ескі асфальтбетон жабынын кесудің екі түрлі әдісі бар - фрезерлеу және бағыттап ұрғылау арқылы ақау. Фрезерлеу әдетте таяз тереңдікте, ал бағыттап ұрғылау, ол жабынның толық қалыңдығында жасалады.

Фрезерлеу көп жағдайда барабанға орнатылған фрезаларды қолдана отырып, арнайы машиналармен жүзеге асырылады. Фрезерлеу кезінде суық және ыстық әдістер қолданылады. Соңғы уақыттарда тек фрезерлеудің суық әдісі қолданыла бастады, өйткені бұл жағдайда битумның қызып кетуі болмайды және олар тапшы, қымбат энергия тасымалдаушы болып табылатын сұйытылған газ пайдаланылмайды. Алайда, суық фрезерлеу кезінде фреза кескіштер ыстық әдіске қарағанда  $5 \div 10$  есе қарқынды тозады, бұл кескіштерде қолданылатын қымбат қатты қорытпалардың тез тозуына әкеледі [5].

Асфальтбетон жабындарының пайдалану қасиеттерін жоғалтқан ескі жабындардың бұзып алуға осы уақытқа дейін ең қарапайым технологиялық операция ретінде қарайды. Бұзу дәстүрлі жол машиналарының көмегі мен жүзеге асырылады - орташа және ауыр типтегі бағыттап ұрғылауы бар автогрейдерлермен, қопсытқыштары бар бульдозерлермен салмағы 10 т және одан да көп, сондай-ақ гидравликалық немесе пневматикалық әсер ететін арнайы гидравликалық балғалармен немесе бетон сынықтарымен жүргізіледі.

Асфальтбетон жабындарын бұзып алуға арналған машиналардың негізгі кемшіліктері мыналар болып табылады: асфальтбетон жабындысын қопсыту және бағыттап ұрғылау принципі айтарлықтай энергияны қажет етеді, бұзушы күш асфальтбетон тақтасының бүкіл ұзындығына бағытталғандықтан; сынған плитаның қалыңдығы бойынша бағыттап ұрғылау тереңдігін қопсытқыштармен шұғыл реттеудің мүмкін еместігі, нәтижесінде жабын материалдары мен негіздің араласуы орын алады, осылайша кейіннен алынатын өнімнің сапасы төмендейді; дөрекі және жіңішке фрезерлеу әдісі жабынды ашу үшін ең аз тиімді болып табылады, ал ұсақ фрезерлеу кезінде қиыршық тастың тас фракциялары ұнтақталады, бұл алынған материалды пайдалануды шектейді; іріктеу нәтижесінде алынған асфальт сынықтары әртүрлі өлшемдерге ие және ұсақтау қондырғысына қызмет ету үшін қолайлы өлшемдерге дейін олардың сынуы үшін қосымша шығындарды қажет етеді.

Жабын плитасын бұзып алудың ең ұтымды әдісі-сынаны плитаның үстіне басу әдісі, онда сыну күші оның ең кіші мөлшеріне - плитаның қалыңдығына бағытталады.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, асфальтбетон жабындарын бұзу және ашу үшін жұдырықшалы таптауыштарды пайдалану ұсынылады. Орташа типтегі жұдырықшалы катоктардың меншікті қысымы 2 МПа-дан 6 МПа-ға дейін және одан да көп, бұл жұдырықшаларды ескі жабынға итеру үшін жеткілікті, оның беріктігі оның ұзақ жұмыс істеуінен жарықшақтың пайда болуына байланысты айтарлықтай төмен.

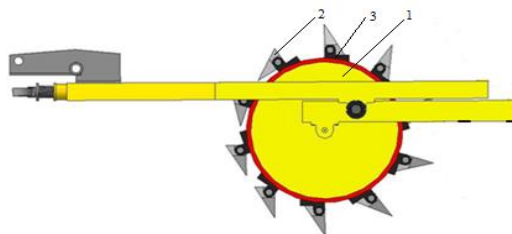
Максималды әсерге катоктың жұмыс жабдықтарының параметрлерін ұтымды таңдау арқылы ғана қол жеткізуге болады.

Жүргізілген талдау жол катоктарының тиімділігін арттырудың біртұтас тұжырымдамасының жоқтығы туралы олардың техникалық параметрлерінің ақпараттық банкі құру, ықтимал статистикалық әдістермен машиналардың дамуының негізгі

тенденцияларын анықтау арқылы қорытынды жасауға мүмкіндік береді, автомобиль жолдарын реконструкциялау кезінде ескі асфальтбетон жабындарын бұзып алу үшін олардың бұзылатын материалмен өзара іс-қимылының сипаттамасын ескере отырып, оларды жобалау және қолдану кезеңінде жұдырықшалы катоктардың негізгі параметрлерін негіздеу әдістемесін әзірлеу және жұмыс органдарын жобалаудағы перспективалық бағыттарды болжау.

Автомобиль жолдарының ескі асфальтбетон жабынын бұзу үшін жұдырықшалы катоктардың негізгі параметрлерін (катоктың массасы, өлшемдері және жұдырықшалар саны) есептеудің инженерлік әдістемесін әзірлей отырып, оларды реконструкциялау кезінде пайдалану мүмкіндіктері негізделген. Жұдырықшалы 1 катоктардың конструкциясына 2 серіппелі ысырмасы бар топсалы 3 жұдырықша бекітілген және біз одан әрі жұмыс істеу үшін негіз ретінде қабылдадық (1 сурет). Жұмыс органының түріне, оның бұзылатын материалмен өзара әрекеттесуінің сипаты мен шарттарына байланысты әртүрлі деформациялар және олардың тіркемесі орын алады. Сыналар мен мөртабандарды тігінен енгізу тиімді, бұл асфальт жабындарын бұзу үшін жұдырықшалы катоктарды пайдалану кезінде берілген өлшемдердің кесек сынықтарын алу арқылы қамтамасыз етіледі.

Ескі асфальтбетон жабындарын қайта құру кезінде оларды тиімді бұзып алу үшін сыналар мен мөртабандарды тігінен енгізу тиімді, ол осы өлшемдердің кесек сынықтарын алу үшін жұдырықшалы катоктарды пайдалану кезінде басылады, бұл ретте катоктардың салмағы кемінде 5 т болған кезде мынадай талаптарды сақтау қажет: бір қатардағы жұдырықшалар саны 4-тен аспауы тиіс 5 данаға дейін: олардың арасындағы қашықтық 0,4 м аспауы тиіс; периметр бойынша жұдырықшалар саны 15 данадан кем болмауы тиіс; олардың арасындағы қашықтық 0,35 м аспауы тиіс; жұдырықшалар шахмат тәртібінде орналасуы тиіс; жұдырықшалардың биіктігі 250-300 мм дейін, қалыңдығы - 40 мм аспауы және ені-жоғарғы жағында 100 мм аспауы керек.



1 сурет - Жұдырықшалы катоктың жалпы көрінісі

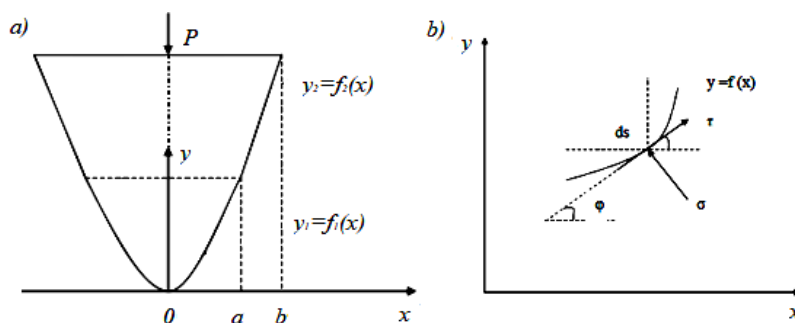
Асфальтбетонның серпімді-тұтқыр күйін қарастырамыз. Статикалық қолданылатын тік күштің әсерінен бүйірлері бар сына  $P$  серпімді-тұтқыр ортаға енсін (2 сурет), ал сына учаскесінің шексіз кішкентай элементінің ұзындығы сызба жазықтығына перпендикуляр бағытта біреуін алайық. Әдетте, асфальтбетонды тесу немесе бұзу тереңдігі жабын қабатының қалыңдығына тең. Ескі жабынды бұзып алу үшін оны катоктың камераларымен бүкіл қалыңдығына тесу жеткілікті деп санаймыз.

Сынаның бүйір беттері екі бетпен (немесе екі функциямен) сипатталады:

$$y_1 = f_1(x), y_2 = f_2(x). \quad (1)$$

Мысалы,  $f_1(x)$  функциясы сына бетін  $0 \leq x \leq a$  аралықта, ал  $f_2(x)$  функциясы  $a \leq x \leq b$  аралықта сипаттасын. Сынаның шексіз кіші элементар бөлігінің тепе-теңдік жағдайын қарастырамыз. Серпімді - тұтқыр орта жағынан сынаның бүйір беткейлеріне қалыпты және тангенциалды кернеулер  $\sigma$  және  $\tau$  әсер етеді, олардың нәтижесі ортаның реактивтілік күштері болып табылады. Егер  $\mu$  - металдағы ортаның тұтқыр серпімді үйкеліс коэффициенті болса, онда

$$\tau = \mu\sigma. \quad (2)$$



- a) статикалық қолданылатын тік күштің әсерінен бүйір беттері бар сыналар P;  
b) элементар сынаның тепе-теңдік жағдайына

2 сурет - Серпімді-тұтқыр ортаға сынаны енгізу

Өздеріңіз білетіндей, жазық қисық доғаның ұзындығының дифференциалы өрнектен анықталады

$$ds = \sqrt{1 + y'^2} dx. \quad (3)$$

Сына шегінің күші формула бойынша анықталады:

$$\int_s \sigma ds \cos \varphi + \tau ds \sin \varphi = p/2. \quad (4)$$

Біз өрнекті  $ds$  ауыстырамыз және (2) өрнекті ескере отырып, серпімді-тұтқыр орта үшін аламыз:

$$\int_0^b \sigma (\cos \varphi + \mu \sin \varphi) \sqrt{1 + y'^2} dx = p/2 \quad (5)$$

туындының геометриялық мағынасын ескере отырып

$$y' = \operatorname{tg} \varphi. \quad (6)$$

Сондықтан:

$$\varphi = \operatorname{arctg} y'. \quad (7)$$

$\cos \varphi$  және  $\sin \varphi$  функциясының тригонометриялық сәйкестіктерін қолдана отырып өрнек 5 түрге әкеледі:

$$\int_0^b (1 + \mu y') \sigma dx = p/2. \quad (8)$$

(8) теңдеуді практикалық есептеулерде қолдану үшін, біріншіден, сына  $y = f(x)$  қисық сызықты бет теңдеуі болуы керек, екіншіден, сына беттеріндегі қалыпты және тангенс кернеулерінің таралу заңын білу қажет. Әдетте серпімділік пен икемділік теориясында қалыпты және тангенс кернеулерінің таралу заңы тепе-теңдік теңдеулерін, шекаралық шарттарды және деформацияның үздіксіздігінің теңдеулерін қанағаттандыруы

керек кернеу функцияларымен беріледі. Бұдан шығатыны, серпімді немесе тұтқыр серпімді ортадағы сына тепе-теңдігі мәселесі екіұшты түрде шешіледі.

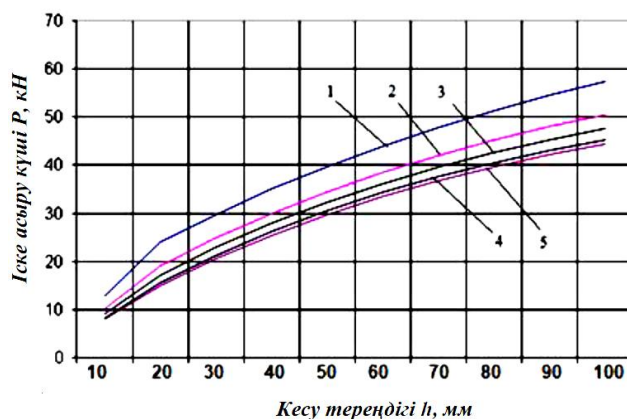
Кернеудің таралу заңын профессор В.С. Бочаровтың [6] эксперименттік мәліметтері бойынша жуықтауға болады:

$$\sigma = Ae^{-Bh}, \quad (9)$$

мұндағы  $h$  - сына енгізу тереңдігі;  
 $A$  және  $B$  – тұрақты коэффициенттер.

Тәжірибе көрсеткендей, соңғы кездері ең көп таралған жұдырықшалар: кесілген конус, кесілген пирамида, екінші ретті қисықтар (эвольвенттер, спиральдар, циклоидтар) немесе трапеция тәрізді күрделі қисықтар арқылы пайда болған бүйір беттері бар жұдырықшалар.

Жұдырықша профильдерінің әртүрлі нұсқаларын серпімді-тұтқыр ортаға енгізу күш-жігерін есептеу ортаның тұтқыр-серпімді үйкеліс коэффициенті мен енгізу тереңдігі бойынша орындалды. Қарастырылып отырған жұдырық профилі үшін есептеу нәтижелерінің графикалық интерпретациясы 3 суретте көрсетілген, мұндағы  $\mu$  арқылы асфальтбетон қабатындағы металл бойынша ортаның серпімді үйкеліс коэффициенті көрсетілген.



3 сурет -  $\mu$  коэффициенттің әртүрлі мәндері кезінде тереңдіктен енгізілген жұдырық күштерінің тәуелділігі: 1 -  $\mu=0,72$ ; 2 -  $\mu=0,374$ ; 3 -  $\mu=0,232$ ; 4 -  $\mu=0,116$ ; 5 -  $\mu=0,065$

Асфальтбетон жабынын бұзу критерийі арақатынас болып  $\sigma_y \geq R_{сж}$  табылады,

$$\sigma_y \geq R_{сж}, \quad (10)$$

мұндағы  $\sigma_y$  - тік қысу кернеуі;

$R_{сж}$  - асфальтбетонның қысу беріктігі.

Асфальтбетонның беріктік қасиеттері температураға байланысты, оның жоғарылауымен сынаның басылу күші төмендейді. Оң температура диапазонындағы ең қарқынды өзгерістер  $10 \div 35$  °C дейін, мұнда депрессия күші шамамен 3 есе азаяды. Бұл қасиет асфальтбетондағы және құрамында битум бар жыныстардағы битумның мөлшері мен тұтқырлығына байланысты. Асфальтбетон жабындарының беріктік көрсеткіштерін жұдырықшалы катоктар тудыратын үлестік қысыммен салыстыра отырып, орташа және ауыр таптауыштарды автомобильдің асфальтбетон жабындарын бұзып алу үшін пайдалануға болады деген қорытындыға келеміз берілген өлшемдердің кесек сынықтарын алу үшін оларды қайта құру кезінде.

### Нәтижелер.

Отандық және шетелдік техникалық әдебиеттерге жүргізілген талдау жол катоктары үшін екінші ретті қисықтардан пайда болған ойыс немесе дөңес қисық бүйір беттері бар жұдырықшалар ең қолайлы екенін көрсетті.

Зерттеулер көрсеткендей, барлық талаптардың орындалу дәрежесі көбінесе жұдырықшаның геометриялық пішінін және жұмыс органының құрылымдық жұп метрін дұрыс таңдауға байланысты, бірақ бұл мәселе бойынша әлі де консенсус жоқ. Мұны жұдырықшаның геометриялық пішіндерінің алуан түрлілігі және әртүрлі фирмалардың каток валоктарында қолданылатын жұмыс органдарының мөлшеріндегі айтарлықтай сәйкессіздік көрсетеді. Негізінен жұдырықшаның пішіні немесе профилі өзгерді, өйткені олар тығыздау параметрлеріне, сондай-ақ топырақтың немесе басқа материалдың қопсыту дәрежесіне айтарлықтай әсер етеді.

Шетелдік тәжірибе көрсеткендей, соңғы уақытта ең көп тарағандары - кесілген конус және кесілген пирамида түріндегі жұдырықшалар. Екінші ретті қисықтармен (эвольвенттер, спиральдар, циклоидтар) немесе күрделі қисықтармен пайда болған бүйір беттері бар жұдырықшалар кеңінен қолданыла бастайды.

Эволюциялық бүйір беттері бар жұдырықшалар қол жеткізілген топырақ тығыздығы, өзін-өзі тазарту және басқа көрсеткіштер бойынша басқа пішінді жұдырықшаларға қарағанда тиімдірек.

Ұзындығы 192 км Ақшатау-Гүлышад учаскесінің автомобиль жолын реконструкциялау кезінде асфальтбетон жабынын бұзу үшін жұдырықшалы катокқа тәжірибелік сынақтар жүргізілді.

Қолданыстағы жол төсемінің конструкциясы 130 дан 140 мм дейін жабыннан асфальтбетоннан және 200 ден 400 дейін 120 дан 180 мм дейінгі фракциядағы қиыршық тастан жасалған негізден тұрады. Жол төсемінің ені 8 м және жол жиектері 1,5 м.

Жол төсемдерінің жобалық конструкциясы мынадай қабаттардан тұрады: қалыңдығы 130 мм екі қабатты асфальтбетоннан жасалған жабын, оның ішінде 4 см - ұсақ түйіршікті асфальтбетон және 90 мм - ірі түйіршікті асфальтбетон; ұнтақталған ескі асфальтбетоннан жасалған негіз (қажет болған жағдайда 200-ден 400 мм дейінгі фракциялық қиыршық тасты қоса отырып), қалыңдығы 150-ден 180 мм дейін жол төсемдері; құм-қиыршық тас қоспасынан жасалған тегістеу қабаты.

Қайта өңдеуге жататын асфальт сынықтарының көлемі 505 мың тоннадан асты. Нысанның құрылысы Азия Даму Банкі мен Қазақстан Республикасының жол қорының қаражаты есебінен жүзеге асырылады. Нысанды салу бойынша мердігерлер тендерді жеңіп алған төрт ұйым болды: Balfour Beatty-Ұлыбритания; Mensel IV-Түркия; Афдан-Қазақстан; Жезқазған жолдары - Қазақстан.



4 сурет - Жұдырықшалы катокпен асфальтбетон жабынын бұзып алу



5 сурет - Жұдырықшалы катокпен ұсақталған асфальт сынықтарының жалпы көрінісі

Қалыңдығы 140 мм дейінгі ескі асфальтбетон жабынын бұзып алу және асфальт сынықтарын ұнтақтау үшін авторлардың ұсыныстары бойынша салмағы 5 т тіркемелі жұдырықшалы катоктар пайдаланылды (4 сурет).

Асфальтбетон жабынын бұзып алу және ұнтақтау тікелей жолда келесі технологиялық тәртіпте жүзеге асырылды. Жұдырықшалы катоктар бірнеше өту кезінде жабынды сындырып, ұсақтады, содан кейін алынған материалды диск араластырғышпен араластырды. Содан кейін материалды жұдырықшалы катоктармен 2 және 3 өту үшін түпкілікті ұнтақтау жүргізілді. Ұсақталған асфальтбетонның жалпы көрінісі көрсетілген 5-сурет.

Таптағыштардың алғашқы өткелдерінде жұдырықшалардың шығуына кедергі жасау есебінен К-700 трактор тартқышының қозғалысы баяулады. Бүкіл аумақ бойынша жабынның ішінара бұзылуынан кейін К-700 тракторының қозғалыс жылдамдығы сағатына 3-тен 5 км дейін болды.

Жабыннан шыққан кезде жұдырықшалардың кедергісін төмендету үшін жұдырықшаларды топсалы бекіту арқылы олардың жабыннан еркін шығуына мүмкіндік беретін техникалық шешім әзірленді.

### Талқылау.

Соңғы ұнтақтаудан кейін алынған асфальт материалы 0-ден 70 мм дейінгі фракцияларды білдіреді, олар асфальт тұтқыр затпен жабылған құмды - қиыршық түйіршіктерден тұрады, яғни миниұнтағымен араласқан битум. Дәнді құрамы бойынша ұсақталған материал түйіршіктер болды: 5-тен 70 мм дейін 65-тен 75% дейін, құмды 1,25-тен 5 мм дейін 20-дан 30% дейін және 1,25 мм шамамен 5%. Қажетті құрамына жақын екенін және ұсақталған материалды тығыздау кезінде әлсіз түйіршіктер одан әрі ұсақталатынын ескере отырып, 20 МПа жүктеме кезінде престае үлгілерді басу арқылы сынамалық илемдеу туралы шешім қабылданды. Үлгілерді қалыптау қоспаның оңтайлы ылғалдылығында жүргізілді, ал асфальтбетонның құрылымдық тығыздығымен салыстырылды (1 кесте).

1 кесте - Престеу және роликтермен престаеу кезінде ұсақталған сынықтарды сынау нәтижелері

№	Ұсақталған сынықтардың құрамы	Су қоспасы (100% - дан жоғары)	Тығыздық, кг/м <sup>3</sup>	Тығыздау коэффициенті
1	20-40 мм - 60%			
	10-20 мм - 20%	5%	2320	0.97
	0-10 мм - 20%			
2	10-20 мм 50%			
	0-10 мм - 50%	6%	2360	0.98
3	Ұсақталған асфальттың өндірістік құрамы	5.5%	2350	0.98-ден 1-ге дейін

Тығыздалған ұсақталған асфальттың өндірістік сынақтары қажетті тығыздыққа қол жеткізілгенін көрсетті.

### Қорытынды.

Ақшатау-Гүлышад автомобиль жолын реконструкциялау кезінде жұдырықшалы катоктардың орындалған тәжірибелік сынақтарының негізінде мынадай қорытындыларды беруге болады:

1) Ортаның физикалық-механикалық қасиеттерін және жұмыс органының геометриялық өлшемдерін ескере отырып, автомобиль жолдарын реконструкциялау кезінде ескі асфальтбетонды жұдырықшалы катоктармен реконструкциялау үшін қажетті күш-қуатты есептеуге мүмкіндік беретін математикалық тәуелділіктер алынды.

2) Реконструкцияланатын жолдардың ескі асфальтбетон жабынын бұзып алу және бұзу үшін пайдаланылатын жұдырықшалы катоктың негізгі параметрлерін есептеудің инженерлік әдістемесі әзірленді (катоктың массасы, берілген өлшемдердің кесек сынықтарын ала отырып, асфальтбетон жабындысын бұзу үшін қажетті жұдырықшалардың мөлшері мен саны).

3) Катокты домалату кедергісін төмендету үшін жұдырықшаларды топсалы бекіту жүзеге асырылды, бұл олардың жабыннан еркін шығуын қамтамасыз етеді. Автожолды реконструкциялау кезінде ескі асфальтбетон жабыны бұзылған кезде жұдырықшалы катоктың тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтары жұмыста жасалған теориялық есептеулер мен ғылыми жағдайлардың жұмыс қабілеттілігі мен дұрыстығын растады.

### ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Bahia H.U., Coenen, A., Tabatabaee, N. Mixture Design and Compaction. *Advances in Interlaboratory Testing and Evaluation of Bituminous Materials* [online]. 2012, 9, p. 85-142. ISSN 2213-2031. Available from: DOI: 10.1007/978-94-007-5104-0\_3.

[2] White D. J., Thompson M. J. Relationships between in situ and rollerintegrated compaction measurements for granular soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* [online]. 2008, 134(12), p. 1763-1770. ISSN:1090-0241. Available from: DOI:10.1061/(ASCE)1090-0241(2008)134:12(1763).

[3] Commuri S., Mai A. T., Zaman M. Neural network-based intelligent compaction analyzer for estimating compaction quality of hot asphalt mixes. *Journal of Construction Engineering and Management* [online]. 2011, 137(9), p. 634-644. ISSN: 07339364 Available from: DOI:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000343.

[4] Hu W., Shu X., Huang B., Woods M. Field investigation of intelligent compaction for hot mix asphalt resurfacing. *Frontiers of Structural and Civil Engineering* [online]. 2017, 11, p. 47-55. ISSN 2095-2449. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11709-016-0362-x>

[5] Kozbagarov R. A., Kamzanov N. S., Akhmetova S. D., Zhussupov K. A., Dainova Z. K. Improving the methods of milling gauge on highways. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences* [online]. 2021, 3(447), p. 87-93. ISSN 2518-170X. Available from: <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.67>.

[6] Бочаров В.С. Взаимодействие рабочих органов машин с битумосодержащими породами. - Москва: Транспорт, 1992. ISBN 5-277-01382-2.

### REFERENCES\*

[6] Bocharov V.S. *Vzaimodejstvie rabochih organov mashin s bitumosoderzhshimi porodami*. - Moskva: Transport, 1992. ISBN 5-277-01382-2.

**Rustem Kozbagarov**, candidate of technical sciences, professor, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan., [ryctem\\_1968@mail.ru](mailto:ryctem_1968@mail.ru)

**Mahsut Zhiyenkozhaev**, candidate of technical sciences, docent, Baishev university, Aktobe, [maksut.68@mail.ru](mailto:maksut.68@mail.ru)



**Kalmanbet Shalbayev**, doctor of technical sciences, professor, Satbayev university, Almaty, Kazakhstan, shk1952@mail.ru

**Aigul Baikenzheyeva**, candidate of technical sciences, professor, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan., aigul\_bkz@mail.ru

**Nurbol Kamzanov**, PhD, Satbayev university, Almaty, Kazakhstan, n.kamzanov@mail.ru

## DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF A CAM ROLLER FOR THE DESTRUCTION OF ROAD SURFACES

**Abstract.** Cam rollers can be used to break up cold asphalt pavements. In Kazakhstan, about 70 % of roads have such coatings. It is most effective to open at temperatures above 20 °C. To reduce the traction force and uniform movement of the roller, it is necessary to eliminate the resistance of the coating to the exit of the cams, when rolling the drum by pivoting the cams in the roller's direction. The reliability of the theoretical studies' results was confirmed by production tests of the cam rollers during the opening of the asphalt concrete pavement on the Gulshad-Akchatau highway.

**Keywords.** Highway, cam rollers, asphalt concrete pavement, working bodies, asphalt scrap.

**Рустем Козбагаров**, к.т.н, профессор, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан, rystem\_1968@mail.ru

**Махсут Жиенкожаев**, к.т.н, доцент, Баишев университет, Актобе, Казахстан, maksut.68@mail.ru

**Калманбет Шалбаев**, д.т.н., профессор, Satbayev University, Алматы, Казахстан, shk1952@mail.ru

**Айгуль Байкенжеева**, к.т.н, профессор, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан, Алматы, Казахстан, aigul\_bkz@mail.ru

**Нурбол Камзанов**, PhD, Satbayev University, Алматы, Казахстан, n.kamzanov@mail.ru

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КУЛАЧКОВОГО КАТКА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

**Аннотация.** Кулачковые катки можно использовать для вскрытия асфальтобетонных покрытий из холодного асфальтобетона. В Казахстане около 70% дорог с такими покрытиями. Наиболее эффективно производить вскрытие при температуре выше 20°C. Для снижения тягового усилия и равномерного движения катка, следует исключить сопротивление покрытия выходу кулачков при перекачивании вальца путем шарнирного закрепления кулачков по направлению движения катка. Достоверность результатов теоретических исследований подтвердили производственные испытания кулачковых катков при вскрытии асфальтобетонного покрытия на автомобильной дороге Гульшад-Акчатау.

**Ключевые слова.** Автомобильная дорога, кулачковый каток, асфальтобетонное покрытие, рабочий орган, асфальтовый лом.

\*\*\*\*\*