

Н.С.Камзанов¹, Р.А.Козбагаров², М.С.Жиенкожаев³,
Т.С.Бекетов¹, Т.Р.Токтамысова²

¹Satbayev University, Алматы, Қазақстан

²Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан

³Baishev university, Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: n.kamzanov@mail.ru

АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫ ЖАБЫНДАРЫНЫҢ ТЕГІСТІГІН ӨЛШЕУ ЖӘНЕ АНЫҚТАУ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа. Автомобиль жолдарының төсемелері - бұл әртүрлі заттардан орындалған бірнеше беттер қабатынан құрылған жүру бөлігінің құрылымы.

Есептемелі қозғалыс жылдамдықпен көліктердің қауіпсіз қозғалуына мүмкіндік беретін жол төсемелеріне берілетін нақты талапты шаралар: қажеттілік беріктік; тегістігі; бетінің кедір-бұдырлығы.

Сонымен қоса, автомобиль жолдары үнемді және сенімді шарттарына қамтамасыз ету керек, құрылыс барысында механикаландыру шараларын толығымен мүмкіншілік ету және технологиялық процесстің болуы керек.

Түйінді сөздер. Жолдардың тегістігі, автомобиль жолдары, жол төсемдерінің жамылғысы, беттік кедір-бұдырлық, асфальтбетон.

Кіріспе.

Автомобиль жолдары - бұл елдің әртүрлі аймақтарында орналасқан және әртүрлі ландшафт, гидрогеологиялық және климаттық жағдайларда салынған көптеген құрылымдардан тұратын күрделі инженерлік кешен. Жолдарды салу кезінде ауыл шаруашылығы, орман және коммуналдық мақсаттағы жерлер иеліктен шығарылады, едәуір көлемде табиғи топырақтар, тас материалдар пайдаланылады, белгілі бір дәрежеде жаңбыр суының жер үсті ағыны, өзендер режимі, қоныстану аумақтарының сәулеттік орналасуы өзгереді.

Жолдарды пайдалану процесінде өңірішілік және өңіраралық көлік байланыстары іске асырылады, кейде көліктің жануарлардың көші-қонына әсер етуінің теріс факторлары, атмосфералық ауаның ластану деңгейіне және шамадан тыс шуға жол бермеу, қарқынды көлік телекоммуникациясының басқа да салдары көрінеді. Жолдарды тиімді пайдалану толығымен олардың техникалық параметрлеріне және көлік-пайдалану жағдайына байланысты. Техникалық параметрлер қозғалыстың перспективалық қарқындылығын, жергілікті жердің ерекшеліктерін, елді мекендердің, логистикалық орталықтардың, басқа да жүк және жолаушылар құрылымдарының салыстырмалы жағдайын ескере отырып әзірленетін жол жобаларында ескеріледі. Салынған жолдардың көліктік-пайдалану жағдайы күтіп ұстау және жөндеу құралдарымен қалыптастырылады және ұсталады. Жолдарды күтіп ұстауға және жөндеуге арналған техникалық және қаржылық қаражат өз көлемі бойынша айтарлықтай, ал уақыт бойынша - тұрақты. Оларды ұтымды жұмсау - үлкен мемлекеттік маңызы бар міндет. Оны іске асыру барлық қабылданған шешімдердің ғылыми негіздемесін, инновациялық технологияларды тәжірибеде қолдануды, басқару функцияларын жүзеге асыратын инженерлік-техникалық қызметкерлердің жоғары құзыреттілігін талап етеді.

Осындай функциялардың бірі автомобиль жолдарының диагностикасы деп санауға болады, ол мониторинг режимінде жолдардың жағдайын бақылауға және олардың

сапасының барлық негізгі критерийлерін жүйелі түрде анықтауға арналған. Жолдардың жай-күйі туралы толық және сенімді деректер ғана басым шешімдерді таңдау, жөндеу іс-шараларын уақтылы тағайындау, жол шаруашылығында инвестициялық саясатты негізделген жүргізу үшін негіз бола алады.

Қазақстан Республикасының автомобиль жолдары желісінің жалпы ұзындығы – 96 мың км құрайды, оның ішінде:

- республикалық жолдар желісінің ұзындығы 25 мың км құрайды, оның ішінде жолдардың нормативтік жай-күйдегі үлесі - 89 %.
- жергілікті жолдар желісінің ұзындығы 71 мың км құрайды, оның ішінде жолдардың нормативтік жай-күйдегі үлесі - 75%.

2020 жылдың қорытындысы бойынша оның 71%-ы жақсы және қанағаттанарлық техникалық жағдайда. 2025 жылға қарай мұндай жолдардың үлесі 95%-ға жетуі тиіс [1].

Сонымен қатар, еліміздің автокөлік саны бойынша ең ірі өңірі Алматы қаласында жолдардың сапасы мен жай-күйіне ерекше көңіл бөлінеді. Мәселен, көлік инфрақұрылымы саласында 3 жыл ішінде 42 км жаңа автомобиль жолдары салынды, 2 жол айрығы іске қосылды, 6,6 км жолға күрделі жөндеу жүргізілді және жалпы ұзындығы 460 км-ге созылатын 530-дан астам көшеге орташа жөндеу жүргізілді. Бұған қоса, биылғы жылы 250 мың шаршы метр жолды жөндеуден өткізу жоспарланып отыр. Қазіргі уақытта ағымдағы (шұңқырлы) жөндеу жұмыстары ең алдымен магистралдық көшелерде жүргізіліп, кейін аудандық маңызы бар көшелерге көшіріледі.

Жалпы алғанда жақсы және қанағаттанарлық жағдайдағы жергілікті маңызы бар автомобиль жолдары үлесінің көрсеткіші 2022 жылы - 86%, 2023 жылы - 89%, 2024 жылы - 92%, 2025 жылы - 95% болуы керек.

Жалпы республика бойынша стандарттарды сақтау және тиісінше жолдарды реконструкциялау сапасын арттыру мақсатында жолдарды жөндеу кезінде техникалық қадағалау рейтингін құру жоспарлануда. Рейтинг техникалық қадағалауды орындайтын инженерлердің жобада сапалы жұмыстарды жүргізуге қызығушылығын арттыруға мүмкіндік береді.

Жолдардың сапасы бойынша елдердің жаһандық рейтингінде Қазақстан небары 93-орынды иеленді. Республика рейтингте, мәселен, көрші Ресейден басып озғанына қарамастан, жолдардың жағдайын жақсарту жөніндегі шараларды күшейту қажет.

Осыған байланысты автомобиль жолдарының тегістігін [1, 2], сондай-ақ көлік құралдарының тірек жүйелері элементтерінің жүктемесі тұрғысынан, зерттеу бойынша жұмыстарды талдау жол төсемдерін орнатудың қолданылатын технологиялары көбінесе жолаушы мен жүргізушінің тік үдеулерінің рұқсат етілген деңгейін қамтамасыз етудің заманауи талаптарына жауап бермейтінін көрсетті. Қазіргі уақытта қолданылатын автомобиль жолдары профильдерінің биіктіктерінің статистикалық параметрлерін өлшеу және бағалау әдістері көлік құралдарының қозғалыс жылдамдығын ескермейді [3].

Автомобиль жолдарының «тегістігі» көрсеткіші жөндеуді тағайындау, қозғалыс қауіпсіздігін бағалау, жолдардың жай-күйінің өзгеруін зерделеу кезіндегі мониторинг, жолдарды жөндеу немесе салумен аяқталған іске қосу кешендерін операциялық бақылау, атқарушы түсірулер және диагностикалау үшін сызықтық диагностика кезінде айқындалады. «Тегістік» көрсеткішін өлшеу және нормативтік талаптарға сәйкестігін бағалау өлшеу құралдары мен әдістеріне, мақсатына және т.б. байланысты орындалады. Сонымен, тікелей әдістер бұзушылықтың ұзындығы мен амплитудасын анықтауға және құрылыс сапасын бағалау кезінде қолдануға мүмкіндік береді, ал жанама (интегралды) кез келген учаскедегі бұзушылықтардың жиынтық мәнін бағалайды және жолдардың жағдайын аспаптық бағалау үшін қолданылады, Тегістік көрсеткіші бойынша нормативтерден ауытқуы бар жол учаскелері анықталады.

Материалдар мен тәсілдер.

Әртүрлі авторлар алған автомобиль жолдарының профильдеріндегі бұзушылықтар биіктігінің статистикалық параметрлерін талдау нәтижелердің салыстыруға келмейтінін көрсетті. Бұл көптеген жағдайларға байланысты. Біріншіден, бұл көлік құралының жылдамдығына ешқандай қатысы жоқ әртүрлі өлшеу базасы [4]. Екіншіден, ғылыми зерттеулердегі жол жабындарының тегістігі сапасының критерийі көп жағдайда бұзушылықтар биіктігінің дисперсиясын бағалау болып табылады. Бірақ бірдей дисперсиялық бағалауда әртүрлі жабындысы бар автомобиль жолдарының учаскелері болуы мүмкін.

Осыған байланысты тік үдеулердің шекті мәндерінен аспауға мүмкіндік беретін жол төсемдерін жөндеу және орнату технологиясын әзірлеу қажет (МЕМСТ 12.1.012-90).

Әдістің маңызды ерекшеліктері мен артықшылықтары жоғары өнімділік пен дәлдік болып табылады, ол ақпаратты сақтау мен өңдеудің заманауи компьютерлік құралдарымен үйлеседі, оны жаңадан салынған және жөнделген жабындардың сапасын бағалау кезінде де, пайдалану кезінде автомобиль жолдарын диагностикалау кезінде де қолдануға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылғандарды суреттеу үшін әртүрлі авторлардың таңдамалы зерттеулері бойынша автомобиль жолдары учаскелерінің дисперсияларының шамаларын қарастырыңыз (1 кесте).

1 кесте - Автомобиль жолдары учаскелерінің біркелкі емес биіктігі шамаларының дисперсиясы

Жол төсемдерінің түрі	Дисперсия, см ²	Дереккөз	Бағаланатын учаскелердің максималды ұзындығы, м
Асфальтбетон	0,14 – 0,22	[2]	-
Асфальтбетон	0,64 – 1,59	[3]	30
Цемент-бетон	0,25 – 1,54	[3]	30
Асфальтбетон жақсы жағдайда	1,55	[4]	-
Асфальтбетон	1,5 ÷ 5,0	[1]	12
Тас	1,82 ÷ 5,24	[3]	30

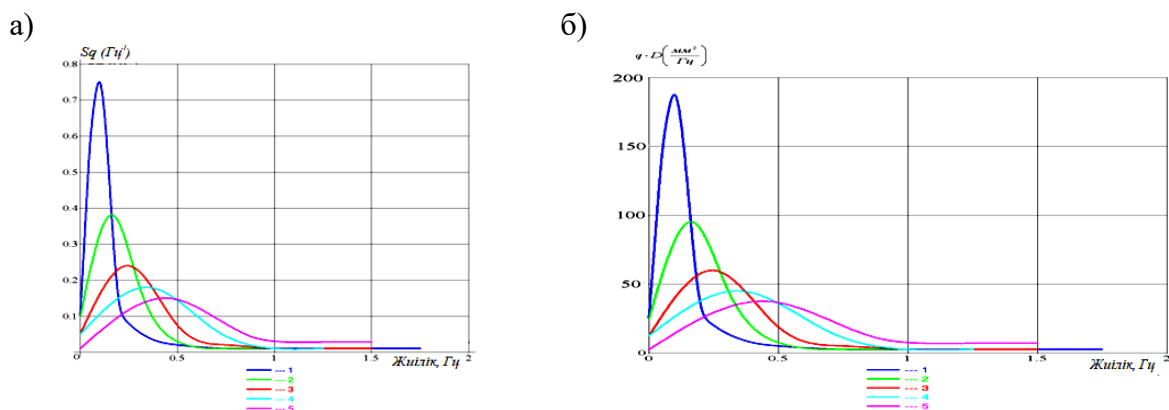
Кедір-бұдырлардың биіктік дисперсияларын салыстыру әртүрлі авторлар алған жол төсемдерінің бір түрі үшін де осы көрсеткіштің айтарлықтай сәйкессіздігін көрсетеді. Дисперсияның бір ғана көрсеткіші, критерий ретінде, автомобиль жолының профилін толық сипаттай алмайды, өйткені оның шамасының қалыптасуы күрделі процестерге жатады. Егер сапа талаптарына сәйкес келетін асфальтбетон төсемін зерттеу кезінде ұзындығы осы учаскенің ұзындығына тең толқын болатын жеткілікті ұзын учаске таңдалса, онда дисперсия мөлшері тас көпір учаскесімен бірдей болуы мүмкін. Бірақ бұл жолаушыға және көлік құралының конструкциясына осы учаскелердің профильдерінен әсер ету бірдей болады дегенді білдірмейді. Бұл учаскелердегі бұзушылықтар биіктігінің дисперсиясы әртүрлі ұзындықтағы толқындармен анықталады: ұзын тегіс соққылар-асфальтбетон төсемінде; қысқа және жоғары – тас көпірде.

Нәтижелер.

Автомобиль жолы профилінің адамға және көлік құралының тасымалдаушы жүйесіне әсерін бағалау (бұзушы функция) профильдердегі бұзушылықтар биіктігінің таралуының спектрлік тығыздығымен байланысты екені белгілі. Қазіргі уақытта көлік құралының әртүрлі қозғалыс жылдамдықтарындағы автомобиль жолдарының

профильдерінің әсер етуінің спектрлік тығыздығы ординаттарды бөлу және бірлік жылдамдық үшін есептелген учаскенің спектрлік тығыздығының абсциссаларын көлік құралының нақты жылдамдығына көбейту арқылы есептеледі. Алынған спектрлік тығыздықтардың көрнісі (1 сурет, а, б).

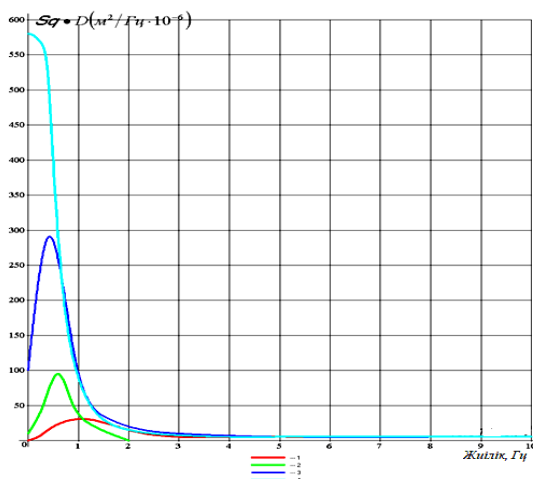
Профильдердің спектрлік тығыздығы қисықтарының сипатын талдау нормаланған спектрлік тығыздықтардың ординаттарынан нормаланбаған тығыздықтардың ординаттары тұрақты көбейткішпен ерекшеленетінін көрсетті – кез келген негізде профильдің берілген бөлімі үшін анықталуы мүмкін дисперсия. Сонымен, егер автомобиль жолының кез келген учаскесінің профилі базаның әртүрлі мәндерімен алынып тасталса, онда көлік құралының бірлік жылдамдығына арналған спектрлік тығыздықтар 2-суретте көрсетілген.



1 сурет - Көлік құралының әртүрлі қозғалыс жылдамдығына арналған тозған асфальтбетон төсемінің спектрлік тығыздығы: а) нормаланған спектрлік тығыздықтар; б) нормадан тыс спектрлік тығыздықтар, 1–10 км/сағ; 2–20 км / сағ; 3–30 км / сағ; 4–40 км / сағ; 5– 0 км/сағ

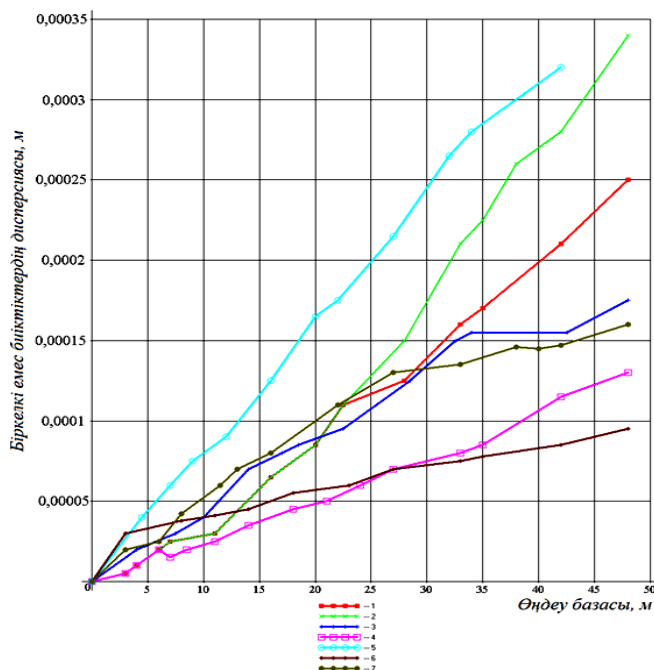
Содан кейін сапа талаптарын қанағаттандыратын асфальтбетон жабыны учаскесі үшін дисперсияны бағалау $l = 8,2\text{ м}$ базасы үшін $D = 34,2\text{ мм}^2$ - ға; $l = 14,4\text{ м}$ базасы үшін - $D = 73,5\text{ мм}^2$; $l = 27,6\text{ м}$ базасы үшін - $D = 119,6\text{ мм}^2$ және т. б. тең қабылдануы мүмкін.

Демек, кез келген профильдегі бұзушылықтар биіктігінің дисперсиясы осы профильдің тұрақтысы емес, бірақ өлшеу базасының өзгеруімен өзгереді, ал базаның өсуімен дисперсия мөлшері де өседі (3 сурет).

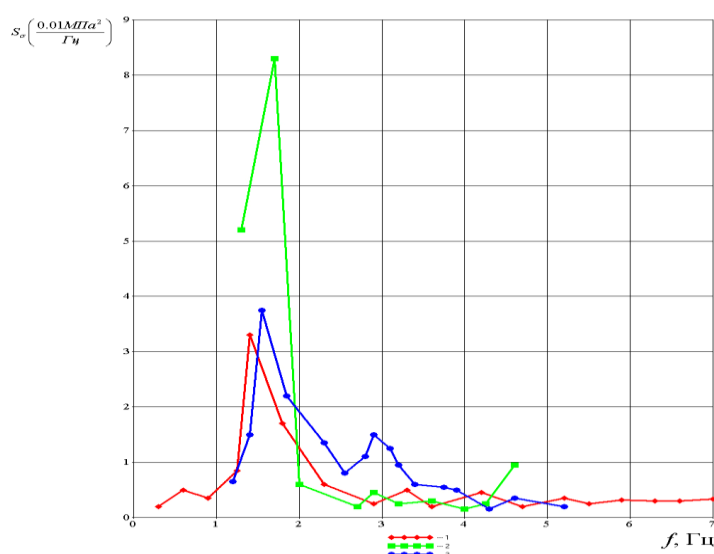


2 сурет - Әртүрлі базалар үшін есептелген асфальт төселген автомобиль жолы учаскесінің нормадан тыс спектрлік тығыздығы: 1 – $l = 4,1\text{ м}$; 2 – $l = 7,2\text{ м}$; 3 – $l = 13,8\text{ м}$; 4 – $l = 24,2\text{ м}$

Автомобиль жолының профилін өлшеу және өңдеу әдістемесі басқаша болуы керек. Мұндай әдіс жұмыста ұсынылды [5]. Оны қолданудың негізділігі соңғы үш онжылдықта кең ауқымды эксперимент арқылы алынған үлкен статистикалық материалмен расталды. Бұл, мысалы, әртүрлі көліктерді жобалау кезеңінде олардың құрылымдық элементтеріндегі кернеулердің спектрлік тығыздығын есептеуге мүмкіндік берді. Ұсынылған әдістеменің заңдылығы кернеулердің спектрлік тығыздығының өзгеру сипатымен расталады (4 сурет).



3 сурет - Базаға байланысты әртүрлі автомобиль жолдарының профильдерінің дисперсиясының мөлшері: 1, 2, 3 - асфальтбетон төсемі; 4 - тозған асфальтбетон төсемі; 5-қар мен мұзбен жабылған асфальтбетон төсемі; 6-көпір төсемі; 7-қардың жұқа қабатымен жабылған асфальтбетон төсемі



4 сурет - Көлік рамасының ланжерон қимасындағы кернеудің спектрлік тығыздығы № 5, $V=30$ км/сағ (сенсор) есептелген: 1 - эксперименттегі жазба бойынша; 2 – профильді тегістеу ұзындығымен $l = 25$ мм; 3 – тегістеу ұзындығы бойынша $l = V/f_n$

Бір кездері жұмыста [5] автомобиль жолдарының профильдерін өлшеу және талдау әдістемесі жобалау кезеңінде көлік құралының құрылымының жүктемесі мен беріктігін бағалау тұрғысынан жасалды.

Сонымен қатар, көлік құралының құрылымдық элементтеріндегі айнымалы кернеулер деңгейін төмендету үшін жол жабынының тегістігі көлік құралының қозғалысы кезіндегі кернеулер минималды болатындай болуы керек. Демек, көлік құралдарының металл конструкцияларының беріктігін арттыру және жолаушылар мен жүргізушілердің жүру ыңғайлылығын арттыру мәселесі жол төсемін орнату және жөндеу кезінде жобалау және сапаны қамтамасыз ету кезеңінде шешілуі керек. Сапа деп автомобиль жолының макронеровность толқындарының көлік құралының қозғалыс жылдамдығымен байланысы түсініледі.

Талқылау.

Автомобиль жолдарының профильдерін өлшеу және талдау, жүктемені және сәйкесінше үдеуді бағалау бойынша жұмыстарды шолудан көрініп тұрғандай, автомобиль жолының профилі тек жүк көтергіш жүйенің жүктемесіне және көлік құралының үдеу мөлшеріне әсер етпейтін немесе аз әсер ететін толқын ұзындығына ие болатындай етіп құрылуы керек.

Осылайша, жол төсемін салу және жөндеу кезінде құрылымның жүктелуіне және жолаушылардың жайлылығына әсер ететін толқын ұзындығы алынып тасталуы керек.

Шешудің болжамды тәсілдері. Тегістік критерийі бойынша жол төсемінің сапасын арттыру мәселесін шешу құрылымның жүктелуіне және жолаушылардың жайлылығына әсер ететін автомобиль жолының толқындарын «алып тастайтын» жол технологиялық машинасын құру ұсынылады.

Жол төсемін салу және жөндеудің соңғы кезеңінің технологиясы келесідей болжанады. Тозған жол төсемін маршрутизатормен фрезерлеу жүзеге асырылады, ол жолдың алынып тасталатын толқын ұзындығы базасының ортасында орналасуы керек, ал «база», яғни машинаның өзі оңтайлы жылдамдықпен жүруі керек. Осылайша, көлік құралының автомобиль жолындағы қозғалысын көрсететін жылжымалы орташа мән келтіріледі.

Қорытынды.

Есептеулер көрсеткендей, көлік құралдарының орташа табиғи тербеліс жиілігі рұқсат етілген $f = (1.5...2)c^{-1}$ тең. Автомобиль жолдары бойынша қозғалыс жылдамдығының ережелерімен (мысалы, троллейбус үшін $V = 30$ км/сағ) жол фрезасы орналасқан база $l = 15$ м аспайды.

Бұл тәсілді автомобиль жолдарын жөндеуге арналған жол технологиялық машиналарының жаңа класын жобалау кезінде қолдануға болады. Түп нұсқа техникалық шешімдерді қолдану технологиялық машиналардың ұзындығын қолайлы мәнге дейін айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Силаев А.А. Спектральная теория поддресоривания транспортных машин. – М.: Машгиз, 1972. – 190 с.
- [2] Пархиловский И.Г., Кислов Б.А. Прибор для измерения микропрофиля дороги: Труды ин-та// Горьковский с.-х. ин-т. Горький, 1964. Вып. 11. Т. 14.
- [3] Певзнер Я.М., Тихонов А.А. Исследование статистических свойств микропрофиля основных типов автомобильных дорог//Автомобильная промышленность. 1964. № 1. – С. 15-18.

[4] Проскуряков В.Б., Развалов А.С. Надежность деталей машин при стационарном случайном воздействии // Вестник машиностроения. 1972. № 2. – С. 26-28.

[5] Дмитриченко С.С., Боровских В.Е., Колокольцев В.А. Метод оценки статистических характеристик микропрофилей дорог для расчета долговечности несущих систем мобильных машин на стадии проектирования // Вестник машиностроения. 1981. № 4. – С. 17-20.

REFERENCES*

[1] Silaev A.A. Spektral'naja teorija podressorivaniya transportnyh mashin. – M.: Mashgiz, 1972. – 190 s.

[2] Parhilovskij I.G., Kislov B.A. Pribor dlja izmerenija mikroprofilja dorogi: Trudy in-ta// Gor'kovskij s.-h. in-t. Gor'kij, 1964. Vyp. 11. T. 14.

[3] Pevzner Ja.M., Tihonov A.A. Issledovanie statisticheskikh svojstv mikroprofilja osnovnyh tipov avtomobil'nyh dorog//Avtomobil'naja promyshlennost'. 1964. № 1. – S. 15-18.

[4] Proskurjakov V.B., Razvalov A.S. Nadezhnost' detalej mashin pri stacionarnom sluchajnom vozdejstvii // Vestnik mashinostroenija. 1972. № 2. – S. 26-28.

[5] Dmitrichenko S.S., Borovskih V.E., Kolokol'cev V.A. Metod ocenki statisticheskikh harakteristik mikroprofilej dorog dlja rascheta dolgovechnosti nesushhih sistem mobil'nyh mashin na stadii proektirovaniya // Vestnik mashinostroenija. 1981. № 4. – S. 17-20.

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

Rustem Kozbagarov, candidate of technical sciences, professor, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, ryctem_1968@mail.ru

Mahsut Zhiyenkozhaev, candidate of technical sciences, docent, Baishev university, Aktope, Kazakhstan, maksut.68@mail.ru

Tasbulat Beketov, master's degree, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
beketov_tasbulat@mail.ru

Tolkyn Toktamyssova, master, assistant teacher, Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan, tolkyn_aktobe@mail.ru

METHODS OF MEASURING AND DETERMINING THE EVENNESS OF ROAD SURFACES

Abstract. Road clothing is a construction of the roadway, which includes several layers of various materials.

Basic requirements for road clothing that ensure the safe movement of vehicles with design speeds: required strength; evenness; surface roughness.

At the same time, road clothing must meet the requirements of economy and reliability, provide the possibility of maximum mechanization of construction and be technologically advanced.

Keywords. Road evenness, highways, road surface, surface roughness, asphalt concrete.

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

Рустем Козбагаров, к.т.н., профессор, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан, ryctem_1968@mail.ru

Махсут Жиенкожаев, к.т.н., доцент, Baishev university, Ақтобе, Қазақстан, maksut.68@mail.ru

Тасбулат Бекетов, магистр, Satbayev University, Алматы, Қазақстан, beketov_tasbulat@mail.ru

Толкын Токтамысова, магистр, ассистент преподаватель, Академия логистики и транспорта, Алматы, Қазақстан, tolkyn_aktobe@mail.ru

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ РОВНОСТИ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. Дорожная одежда представляет собой конструкцию проезжей части, которая включает в себя несколько слоев из различных материалов.

Основные требования к дорожной одежде, обеспечивающие безопасное движение автомобилей с расчетными скоростями: необходимая прочность; ровность; шероховатость поверхности.

В то же время дорожная одежда должна отвечать требованиям экономичности и надежности, обеспечивать возможность максимальной механизации строительства и быть технологичной.

Ключевые слова. Ровность дорог, автомобильные дороги, дорожное покрытие, шероховатость поверхности, асфальтобетон.
