

Тауарлы бетонды тасымалдау кезінде автомобиль дірілін азайту

Аннотация: Бұл мақалада автомобиль жолдарындағы байланыстырушы материалдарды тасымалдаудың өзекті мәселелерінің бірін зерттеудің нәтижелері ұсынылады. Зерттеу барысында автомобильдерді қоздыратын күштердің ауытқуларын, сондай-ақ, автомобильдердің тербелістерінің бұзылуының негізгі көздерін жол бетінің шұңқырлары, эксцентрикалық, біркелкі емес қозғалысы және дөңгелектердің тепе-теңдігі, қозғалтқыштың айналмалы бөліктері қарастырады. Тасымалдағыш дірілдерінің тегіс емес жолмен тәуелділігі байқалады, әдетте кездейсоқ тербелістерді байқайды. Жолдың микропрофилі жолдың ұзындығының кездейсоқ функциясы ретінде салыстырылады, ал қашықтық X -ның мәні ретінде қабылданады, бұл X -ның кез келген мәніндегі ординаттары кездейсоқ шамасы. Мақала жолдың микропрофиліне қатысты кездейсоқ функцияның статистикалық сипаттамаларын анық түсіндіреді. Ол ортақ іске асыруға немесе бір іске асыруға қатысты орташаланған болса, әр түрлі болатын орта мәндерді білдіреді уақытында. **Түйін сөздер:** автомобильдің дірілдеуі, жамылғының кедір-бұдыры, доңғалақтардың тепетеңсіздігі, кездейсоқ функция, статистикалық сипаттамалары.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2023-142-1-157-164

Кіріспе

Нарықтық экономика жағдайында байланыстырушы материалдарды тасымалдау сапасын арттыруды қамтамасыз етуге қатты-тұрмыстық қалдықтарды өңдеуді кешенді механикаландырудың тиімді құралы ретінде дайындау және тасымалдау үшін жоғары өнімді жабдықты енгізу арқылы қол жеткізіледі. Жеткізудің ең перспективалы және жоғары өнімді түрлері-арнайы шассидегі автомобильдер. Зерттеудің бағыттары мен міндеттерін таңдау болжаудың ғылыми негізделген әдістерін, қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу жөніндегі кешендерді дамытуды пайдалана отырып жүзеге асырылады. Объектіге тасымалдаудың оңтайлы схемасы бойынша сусымалы материалдарды қайта өңдеу процесін қамтамасыз ететін соққыға қарсы амортизация және діріл оқшаулау құрылғылары бар автомобильдердің негізгі параметрлері мен перспективалық конструкцияларын белгілеу өзекті мәселе болып табылады және салааралық мәнге ие [1].

Негізгі бөлім

Бетон қоспасының тұтастығын сақтау үшін, бағыты және әсер ету сипаты бойынша әр түрлі бұзушы күштер тудыратын автомобильдердің тербелістерін азайту өзекті міндет болып табылады.

Автокөліктің тербелісі бағыты мен әсер ету сипаты бойынша әр түрлі бұзушы күштерден туындайды. Тербелістердің бұзылуының негізгі көздері: жол бетінің біркелкі болмауы, дөңгелектердің эксцентриситеті және біркелкі айналмауы, дөңгелектердің, қозғалтқыштың айналмалы бөліктерінің теңгерімсіздігі, беріліс қорабы және араластырғыштың айналуы.

Күштер мен сәттер негізгі автомобильдің жылдамдығының немесе оның қозғалыс бағытының өзгеруіне байланысты, сондай-ақ аэродинамикалық әсерлер.

Бұл күштер мен сәттер салыстырмалы түрде баяу өзгереді және квазистатикалық болып табылатынын айта кету керек. Тербелістердің басқа себептері болуы мүмкін: тасымалданатын жүктің инерциялық әсері немесе бос жүріс кезінде қозғалтқыштың айналу моментінің өзгеруі.

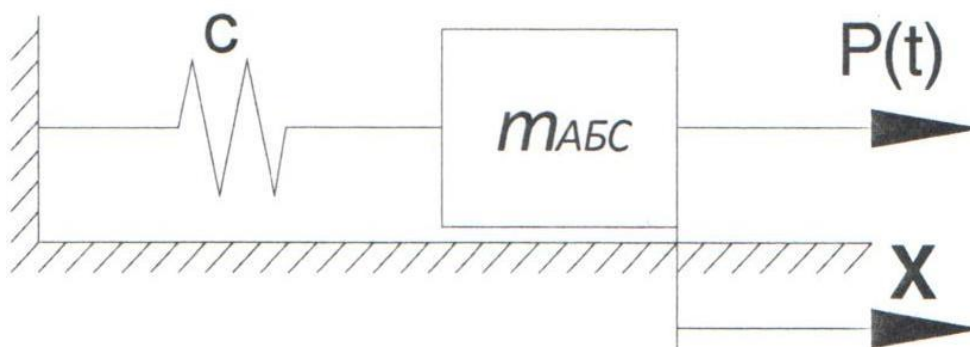
Көлікбеті тегіс емес жолда жүргенде, әдетте, кездейсоқ тербелістер пайда болады. Жүруді бірнеше рет қайталағанда, автомобильдің кез-келген массасының тербелісі табиғи түрде басқаша болады, яғни олар дәл, нақты қайталанбайды. Себебі, жол кездейсоқ бұзушылықтардың орналасуы бар бетті білдіреді [2]. Бетон араластырғыштардағы күрделі соққы және діріл процестерін талдау қозғалысты, жылдамдық пен үдеуді сипаттайтын шамалардың уақытша тәуелділігін анықтаудан басталуы керек. Деректерді өңдеу әдісі оларды қолдану мақсатына байланысты. Автокөліктердің соққы дірілін зерттеу, соққыға төзімді жабдықты жобалау - соққыға төзімді араластырғыш немесе нақты процестерді модельдеу үшін зертханалық эксперименттер жасау кезінде сипаттамалық спектр жиі қолданылатынын атап өткен жөн. Сипаттамалық спектр ұғымы сызықтық және үйкеліссіз бір еркіндік дәрежесі бар жүйе үшін қолданылатынын атап өткен жөн және кейбір жағдайларда пайдалы ақпарат сызықтық емес немесе демпферлік болған кезде де алынуы мүмкін.

Сипаттамалық спектр-бұл жүйенің реакциясының салыстырмалы шамасының графикалық көрінісі (орын ауыстыру, жылдамдық, үдеу) бұзылу жүйенің еркін тербеліс кезеңі мен бұзылу әсер ету уақытының арақатынасына байланысты.

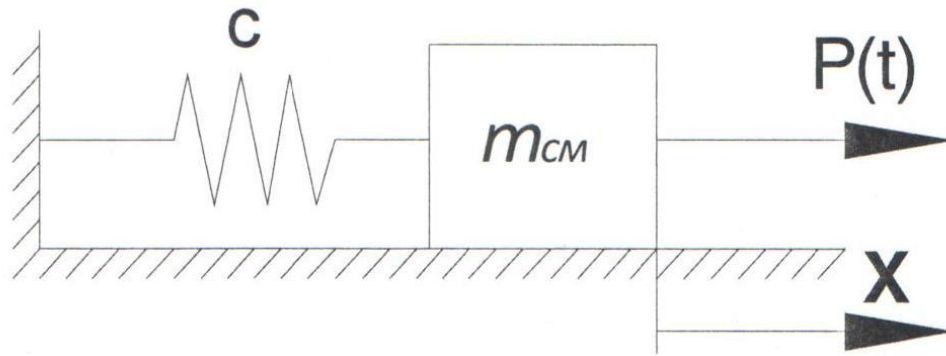
Бұзылулар әртүрлі физикалық шамалармен анықталуы мүмкін, сонымен қатар сипаттамалық спектр жүйенің әртүрлі реакцияларын көрсете алады.

Жүйе сызықты және үйкеліссіз деп санаймыз, ал уақыттың белгілі функциясы болып табылатын бұзылыс автомобильдің массасына тікелей әсер ететін $P(t)$ күші болуы мүмкін (1-сурет) немесе қозғалыс негізі, яғни жүйенің серпімді байланыстарына әсер ететін автомобиль шассиі болуы мүмкін.

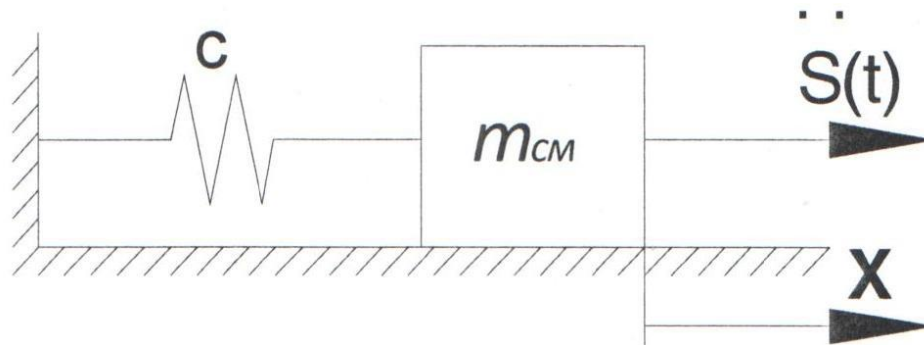
Қозғалыс негізі $S(t)$ автомобиль шассиінің қозғалысы ретінде көрсетілуі мүмкін (2-сурет). Алайда, автомобиль шассиінің қозғалысын $S(t)$ шассиінің үдеуі түрінде білдірген жөн (3-сурет).



1 сурет. $P(t)$ күші түріндегі бұзылу әсерінен автомобильдің тербелісі



2 сурет. $S(T)$ автомобиль шассіінің қозғалысы түріндегі бұзылыстың әсерінен бетон қоспасы бар араластырғыштың тербелісі



3 сурет. $S(t)$ автомобиль шассіінің үдеуі түріндегі бұзылыстың әсерінен бетон қоспасы бар араластырғыштың тербелісі

Жолдың микропрофилі-бұл жолдың ұзындығының кездейсоқ функциясы (X жолдың өтуі), яғни кез-келген X мәніндегі оның ординаттары кездейсоқ шама.

Жолдың бойлық микропрофилінің кездейсоқ функциясы оның іске асырылуын білдіреді (1,2), ал қайталанғандары - іске асырулар жиынтығы (ансамбль). Демек, негізгі көліктің тербелісі t уақытында өзгереді, яғни кездейсоқ процесс.

Көлік біркелкі қозғалады деп есептей отырып, $X=U \cdot t$ болғандықтан кездейсоқ функциядан кездейсоқ процеске өту керек.

Демек, кездейсоқ функция (үдеріс) - бұл іске асырудың шексіз санының жиынтығы және жалпы жағдайда оны келесідей белгілеу керек $\{h(d, x), \text{ мұндағы } -\infty < x < \infty \text{ және } d = 1, 2, \dots, \infty.$

Болашақта бұл функцияны (немесе үдерістерді) $h(x)$ белгілеу қажет. Кездейсоқ функция статистикалық сипаттамалармен сипатталуы керек. Оларды іске асыру жиынтығы бойынша t уақыт моменті үшін немесе уақыт бойынша – бір іске асыру үшін жүргізілетін орташаландырумен алынады.

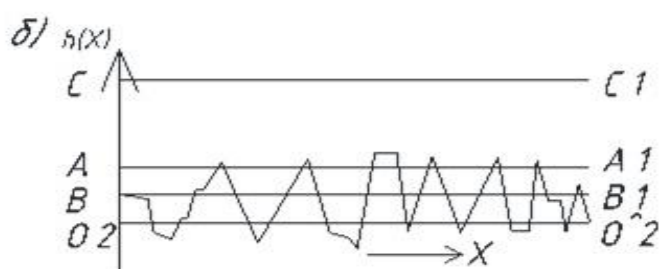
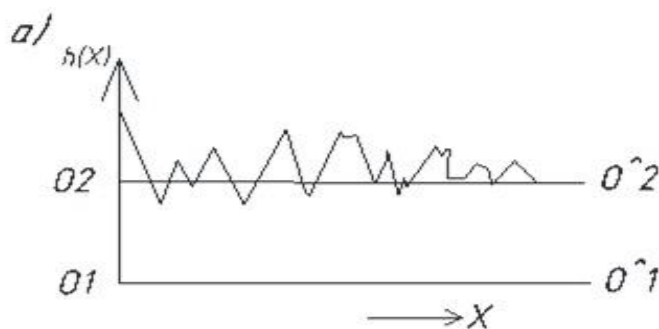
Кездейсоқ шамалар ретінде қарастырылатын $h_1(x_1), h_2(x_2), \dots, h_1(\alpha_1), \dots, h_\alpha(x_\alpha)$, микропрофилінің координаттары. Олар үшін сәйкес статистикалық сипаттамаларды табу керек: микропрофиль ординаттарының таралу заңы және сандық шамалары, әртүрлі ретті бастапқы немесе орталық нүктелер. Орташа іске асыру кезінде мұндай кездейсоқ функцияны келесі болжамдарды қанағаттандыратын кездейсоқ емес функция ретінде қарастыру керек: функция стационарлық және ауытқулық, микропрофильдің ординаты қалыпты заңға бағынады, соққылардың ұзындығы жоғарғы және төменгі шектермен шектеледі, микропрофиль жолдың тік бойлық жазықтығында ғана кездейсоқ өзгереді [3].

Жолдың микропрофиліне қатысты кездейсоқ функцияның (үдерістің) статистикалық сипаттамалары орташа мәндер болып табылады. Егер іске асыру жиынтығы бойынша немесе бір рет іске асыру үшін, ұзындығы (уақыты) бойынша орташалау жүргізілсе әртүрлі болады.

Негізгі статистикалық сипаттамаларды қарастырған жөн: микропрофильдің орташа ординаты немесе математикалық күту, ординаттардың орташа квадраттық ауытқуы немесе дисперсиясы, корреляциялық функция немесе спектрлік тығыздық.

Егер $h'(x)$ - кейбір көлденеңінен есептелген микропрофильдің ординаттары болса, O_1, O'_1 (4-сурет) онда іске асыру жиынтығының орташалануы келесідей болады:

$$[h_{cp}] = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^{\alpha} h'_i(x) / \alpha \quad (1)$$



4 сурет. Кездейсоқ функцияны іске асыру және оның орташа мәндері

Жол учаскесінің ұзындығы кезінде бір сатылым үшін орташаланған жағдайда мыналарды аламыз

$$h_{cp} = \lim_{lh \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{lh} \right) s_o^{lh} h'(x) dx \quad (2)$$

Кездейсоқ функцияны абсцисса осін тікелей OO дан тікелей $O_1O'_1$ - ге ауыстыру арқылы орталықтандыру ыңғайлы. Орталықтандырылған функция (4-сурет) $h(x)$ ыңғайлы, өйткені болашақта ол үшін математикалық күту қарастырылмайды. Әрі қарай, біз жолдың микропрофилі орталықтандырылған кездейсоқ функция деп санаймыз.

Іске асырулар жиынтығы бойынша орташалаңдыруды жүргізе отырып, біз дисперсияны аламыз

$$[h_c] = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \sum_{L=1}^{\alpha} \frac{h^2 i(x)}{d} \quad (3)$$

Бір іске асыруды орташалау кезінде алынған ординаттардың дисперсиясы (тікелей CC),

$$h_c^2 = \lim_{lh \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{lh} \right) s_o^{lh} h^2(x) dx \quad (4)$$

Орташа квадраттық ауытқу $[h_c]$ немесе h_c дисперсиядан квадрат түбір алынған кезде алынады. h_c шамасы $A-A$ түзуіне сәйкес келеді.

Математикалық күтуден есептелетін бір рет іске асыру ординаттарының абсолюттік мәндерінің орташа мәні (тікелей BB):

$$h_{ca} = \lim_{lh \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{lh} \right) s_o^{lh} (x) dx \quad (5)$$

$$K_h(x_1, x_2) = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^{\alpha} \frac{h_i(x_1)h_i(x_2)}{\alpha} \quad (6)$$

Жол микропрофилінің стационарлығы туралы болжам корреляциялық функцияны анықтауды едәуір жеңілдетеді: ол тек x_1 жол кесіндісінің шамасына байланысты. Корреляциялық функция барлық қарастырылған бөлімдер үшін бірдей болады. Сондықтан (6) теңдеуін келесідей көрсету керек:

$$K_h(X_e) = \lim_{l_h \rightarrow \infty} (1/l_h) \int_0^{l_h} h(x)h(x+x_e)dx \quad (7)$$

Егер корреляциялық функцияның ординаталарын дисперсияға жатқызсақ, онда біз нормаланған корреляциялық функцияны аламыз:

$$K_h^H(X_e) = K_h(X_e)/h^2 \sigma_k \quad (8)$$

мұндағы ординаттар өлшемсіз шамалар. Егер нормаланған корреляциялық функция берілсе, онда жолдың микропрофилінің дисперсиясы (орташа квадрат мән) бір уақытта белгілі болуы керек.

Егер микропрофильдің жол учаскесінің ұзындығы бойынша өзгеруі туралы түсінік (немесе уақыт бойынша кездейсоқ тербеліс процесі) корреляциялық функция арқылы көрсетілсе, онда басқа сипаттама (дисперсиялардың спектрлік тығыздығы немесе энергия спектрі) соққылардың немесе кедір-бұдырлардың ұзындықтарының қайталану жиілігі (кездейсоқ процестегі басым жиіліктер туралы) болып табылады. Спектрлік тығыздық «жол жиілігі» деп аталатын аргументке ие:

$$\omega_{\text{пут}} = 2\pi/l \quad (9)$$

мұндағы l -соққылардың немесе кедір-бұдырдың ұзындығы.

Айта кету керек, корреляциялық функция $k_h(l)$ және дисперсияның спектрлік тығыздығы $C_h(\omega_{\text{пут}})$ өзара Фурье түрлендіруі болып табылады:

$$K_h(X_1) = 2 \int_0^{\infty} C_h(\omega_{\text{пут}}) \cos(\omega_{\text{пут}}, X_1) d(\omega_{\text{пут}});$$

$$C_h(\omega_{\text{пут}}) = \left(\frac{1}{\pi}\right) \int_0^{\infty} K_h(X_1) \cos(\omega_{\text{пут}}, X_1) dX_1 \quad (10)$$

(10) теңдеу K_h к C_h -ден және кері ауысуға мүмкіндік береді, кездейсоқ функцияда периодтық компонент бар-жоғын білу қажет болғанда, екі басқару элементі де кездейсоқ жағдай туралы бірдей ақпаратты қамтиды. Спектрлік тығыздық жиілік компоненттерін анағұрлым айқын сипаттайды және оны кездейсоқ жол микропрофилінен туындаған АВС тербелістерін есептеу кезінде қолдану керек [4].

Егер спектрлік тығыздықтың шамасын дисперсияға жатқызатын болсақ, онда спектрлік тығыздықтың нормаланған шамасын алуға болады.

$$C_h^H(\omega_{\text{пут}}) = C_h(\omega_{\text{пут}}/h_{ck}^2) \quad (11)$$

Толқынды шығыңқылар және ойыстары бар жолдар үшін М.Д. және Н.Д. Агеевтер жоталар мен ойыстардың бағыттарын жолдың бойлық осіне перпендикуляр деп санауды ұсынды.

Бұл жағдайда жолдың микропрофилі екі параметрмен сипатталуы керек - орташа қиманың $h(x)$ ординаты және көлденең қиманың бұрышы. Бұл жағдайда жолдың микропрофилінің статистикалық сипаттамасын екі өлшемді процеске қарағанда екі қарапайым, корреляциялық функциямен көрсету керек

$$K_h(X_1) = \lim_{l_h \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{l_h}\right) \int_0^{l_h} h(x)h(x+x_e)dx \quad (12)$$

$$K_\beta(X_1) = \lim_{l_h \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{l_h}\right) \int_0^{l_h} \beta_h(x)\beta(x+x_e)dx \quad (13)$$

Талқылау

Автомобильдердің ауытқуы жол-көлік инфрақұрылымының негізгі буынына айналуға, өйткені бүгінгі күні олар ғылыми зерттеулер жүргізу үшін тиімді және қажетті құрал болып

табылады. Автомобиль тербелістерінің төмендеуін ескере отырып, байланыстырушы материалдарды тасымалдау сапасын арттыру саласындағы соңғы зерттеулер күрделілігі жоғары инженерлік және өндірістік мәселелерді шешудің тиімділігін және олардың халықаралық талаптарға сәйкестігін көрсетеді. Сондай-ақ, сарапшылар автомобиль тербелістерінің, дірілінің төмендеуін ескере отырып, байланыстырушы материалдарды тасымалдауға байланысты бірқатар жаңа технологиялардың дамуын болжайды.

Нәтижелері

Байланыстырушы материалдарды тасымалдаудың басқа да жаңа әдістері, автомобильдің тербелістерін, дірілін төмендетудің жаңа әдістері, атап айтқанда деректерге, мәліметтерге жақынырақ есептеулер, жалпы пайдалану үшін қол жетімді болатын жаңа есептеу парадигмалары пайда болуы мүмкін [5]. Жолдың микропрофилі келесі статистикалық сипаттамалары бар кездейсоқ функция ретінде қарастырылуы керек: орташа микропрофиль ординатасы немесе математикалық күту, орташа квадраттық ауытқу немесе ордината дисперсиясы, корреляциялық функция немесе спектрлік тығыздық.

Зерттеу нәтижесінде жолдың микропрофиліне қатысты кездейсоқ функцияның (процестің) негізгі статистикалық сипаттамаларын анықтау үшін тәуелділіктер алынды.

Қорытынды

Бетон қоспасының сапасын сақтау үшін әртүрлі сипаттағы және бағыттағы кедергі күштерінің әсерінен болатын өздігінен жүретін бетон араластырғыштың тербелісін азайту кезек күттірмейтін мәселе болды.

Бұл мәселені шешу үшін өздігінен жүретін бетон араластырғыштың барабанының тербелістерін сөндіретін құрылғы ұсынылады, яғни жолдың кедір-бұдыры кезінде дірілді жоюға мүмкіндік береді. Құрылғының негізгі қызметі сапа көрсеткіштерін қамтамасыз ететін амортизатор құрылғысының дизайнын әзірлеу болып табылады, нәтижесінде энергия шығындарын азайтады.

Әдебиеттер тізімі

1. Э.Р. Домке, С.А. Жесткова Методы оптимизации маршрутных схем развозки грузов автомобильным транспортом. Майкоп, 2019, 164 с.
2. А.М.Петренко Учебное пособие. Устойчивость специальных транспортных средств. М. МАДИ 2015. – 41 с.
3. Ж.В. Алборова Исследование плавности хода колесной машины при прямолинейном движении по неровностям пути. Политехнический молодежный журнал. 2017. № 9. 1–8 с.
4. Жилейкин М.М. Моделирование систем транспортных средств. Москва, Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, 97 с.
5. Research on simulation and optimization of vehicle road noise based on random method Jiang D., Sun Z., Zhang Y., Yu X., Jia X. Vibroengineering PROCEDIA, Vol. 33, 2020, с. 136–140.

Г.К. Каленов, Н.К. Карбаев, Б.Т. Оразалиев, А. Сарсенкызы

Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина, Астана, Қазақстан

Снижение колебания автомобиля при перевозке товарного бетона

Аннотация. В данной статье рассматриваются исследования одной из актуальных проблем перевозки связующих материалов автомобилями по отечественным магистралям. В

исследовании рассмотрены колебания автомобилей возмущающими силами, а также основные источники возмущения колебаний машин, т.е. неровности поверхности дороги, эксцентриситет, неравномерность движения и неуравновешенность колес, вращающихся частей двигателя, трансмиссии. Прослеживается идея зависимости колебаний автомобиля от дороги с неровной поверхностью, при этом обычно испытываются случайные колебания. Дается сравнение микропрофиля дороги как случайной функции протяженности дороги, пройденный путь взят за величину X . Это говорит о том, что его ординаты при любом значении X являются случайной величиной. В статье приведено четкое объяснение статистической характеристики случайной функции применительно к микропрофилю дороги. Она представляет собой средние значения, различные, если проводить осреднение по совокупности реализации или для одной реализации, т.е. по времени.

Ключевые слова: колебания автомобилей, неровности поверхности дороги, неуравновешенность колес, случайная функция, статистические характеристики.

G. Kalenov, N. Karbaev, B. Orazaliev, A. Sarsenkyzy
S. Seyfullin Kazakh agrotechnical university, Astana, Kazakhstan

Reduction of vehicle vibration during the transportation of ready-mixed concrete

Abstract: This article discusses the research of one of the urgent problems of transportation of binding materials by cars on domestic highways. The study examined the oscillations of cars by disturbing forces, as well as the main sources of disturbances of the oscillations of cars, i.e. road surface bumps; eccentricity, uneven movement and imbalance of the wheels; rotating parts of the engine; transmissions. The idea of the dependence of vehicle vibrations on a road with an uneven surface is traced, while usually experiencing random vibrations. The microprofile of the road is compared as a random function of the length of the road, the distance traveled is taken as the value of X , this tells us that its ordinates at any value of X are a random value. The article clearly explains the statistical characteristics of the random function in relation to the microprofile of the road. It represents the average values, which are different if averaged over the aggregate implementation or for one implementation, i.e. on time.

Keywords: expected cars, road surface irregularities, wheel imbalance, random function, statistical characteristics.

Авторлар туралы мәлімет:

Ғ.К. Каленов – т.ғ.к., кафедра меңгеруші, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университет, Жеңіс даң., 62, Астана, Қазақстан.

Н.Қ. Карбаев – т.ғ.к., аға оқытушы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университет, Жеңіс даң., 62, Астана, Қазақстан.

Б.Т. Оразалиев – т.ғ.к., доцент, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университет, Жеңіс даң., 62, Астана, Қазақстан.

А. Сәрсенқызы – магистр, аға оқытушы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университет, Жеңіс даң., 62, Астана, Қазақстан.

Ғ.К. Каленов – к.т.н., заведующий кафедры, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

Н.Қ. Карбаев – к.т.н., старший преподаватель, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

Б.Т. Оразалиев – доцент, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

A. Сәрсенқызы – магистр, старший преподаватель, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

G. Kalenov – Candidate of Technical Sciences, head of department, S. Seifullin Kazakh Agrarian and Technical University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

N. Karbaev – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, S. Seifullin Kazakh Agrarian and Technical University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

B. Orazaliev – associate professor, S. Seifullin Kazakh Agrarian and Technical University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

A. Sarsenkyzy – Master, Senior Lecturer, S. Seifullin Kazakh Agrarian and Technical University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.