



ҚҰРЫЛЫС, МАШИНА ЖАСАУ
СТРОИТЕЛЬСТВО, МАШИНОСТРОЕНИЕ
CONSTRUCTION, MECHANICAL ENGINEERING

DOI 10.51885/1561-4212_2024_1_48
MFTAA 67.17.23

Б.Т. Әлімғазин¹, А. Райымбекова¹, С.Н. Киялбай²

¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ, Қазақстан
E-mail: Balimgazin@mail.ru*

E-mail: Raimbekova.ardak@list.ru

²Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан

E-mail: Sanina8@mail.ru

ЖАБЫНДАРДЫҢ БОЙЛЫҚ ІЛІНІСУ КОЭФФИЦИЕНТІН ӨЛШЕУ КЕЗІНДЕ ИКСп ЖӘНЕ ПКРС-2У АСПАПТАРЫ АРАСЫНДАҒЫ КОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ ТӘУЕЛДІЛІКТЕР

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ПРИБОРАМИ ИКСп И ПКРС-2У ПРИ ИЗМЕРЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОДОЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

CORRELATIONS BETWEEN THE DEVICES OF ICSp AND PKRS-2U WHEN MEASURING THE COEFFICIENT OF LONGITUDINAL ADHESION OF COATINGS

Аңдатпа. Мақалада жол жамылғыларындағы бойлық ілініс коэффициентін ИКСп-М мен ПКРС-2У құралдары арқылы өлшеу мәселелері қарастырылған. ҚР СТ 1279 стандарты бойынша жолдың ілініс сапасын бағалау тек ПКРС-2У көрсеткіші бойынша бағаланады. Алайда автомобиль және қала жолдарының тар орындарында аталмыш қажетті көрсеткішті ПКРС-2У құралымен алу мүмкін емес. Мұндай тар орындарда ИКСп-М құралын пайдалану өте ыңғайлы және оның көрсеткіштері стандарттық талаптарға сай келеді. Тағайындалған екі құрал арасындағы корреляция көрсеткіштері ИКСп-М құралының тар орындардағы жол жамылғыларының ілініс сапасына стандарттық бағалауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ілініс коэффициенті, жол жамылғысы, машина бөлшектерінің сапасының геометриялық сипаттамалары, жол-көлік оқиғалары, жол жамылғысының ілініс коэффициентін өлшейтін құралдар.

Аннотация. В статье авторами рассматриваются вопросы, связанные с применением приборов ИКСп-М и ПКРС-2У для измерения продольного сцепления дорожных покрытий. Согласно СТ РК 1279 показатель коэффициента сцепления оценивается только по полученным данным с ПКРС-2У. Однако, на узких участках автомобильных и городских дорог невозможно получить необходимые данные с ПКРС-2У. В таких местах удобно и наиболее приемлем использование прибора ИКСп-М и это не противоречит требованиям стандарта. Установленные корреляционные данные дают возможность оценить уровень сцепного качества с использованием ИКСп-М на узких участках дорог.

Ключевые слова: Коэффициент сцепления, дорожное покрытие, геометрические характеристики качества детали машин, дорожно-транспортные происшествия, измерительные приборы коэффициента сцепления дорожных покрытий.

Annotation. In the article, the authors consider issues related to the use of devices ICSp-M and PKRS-2U to measure the longitudinal adhesion of road surfaces. According to ST RK 1279, the coefficient of adhesion is estimated only according to the data obtained from PKRS-2U. However, on narrow sections of highways and urban roads, it is impossible to obtain the necessary data from the PKRS-2U. In such

places, it is convenient and most acceptable to use the IKSp-M device and this does not contradict the requirements of the standard. The established correlation data make it possible to assess the level of coupling quality using ICSp-M on narrow road sections.

Keywords: Coefficient of adhesion, road surface, geometric characteristics of the quality of machine parts, traffic accidents, measuring devices of the coefficient of adhesion of road surfaces.

Кіріспе. Автокөліктің тұрақтылығы мен басқарылуы, оның тарту қасиеттері мен тежеу өнімділігі көбінесе шинаның жолмен ілінісуімен анықталады.

Жол төсемімен автомобиль доңғалағының ілінісу коэффициенті – сынақ қондырғысының жол төсемімен жанасу аймағындағы жол төсемінің бойымен әсер ететін максималды тангенциалды күштің аудандағы қалыпты реакцияға қатынасы ретінде анықталатын жол төсемінің ілінісу қасиеттерін сипаттайтын көрсеткіш.

Жол жабындарының адгезия коэффициентінің өзгеруіне кедір-бұдырлылық текстурасы айтарлықтай әсер етеді, яғни, жолдағы бұзылған жерлердің биіктігі [1]. Осылайша, беттің кедір-бұдырлығы бөлшектердің бетінің сапасының негізгі геометриялық сипаттамаларының бірі болып табылады және пайдалану көрсеткіштерге әсер етеді. Машинаның немесе құрылғының жұмыс жағдайында олардың бөліктері бірінші кезекте сыртқы әсерлерге ұшырайды. Үйкеліс беттерінің тозуы, шаршау сызаттарының пайда болуы, ұсақтау, коррозия және эрозиялық зақымдануы, кавитация нәтижесіндегі бұзылу және т.б. – бұл бөлшектердің бетінде және беткейге жақын орналасқан кейбір қабатта болатын процестер.

Шетелде үйкеліс коэффициенттері де өлшенеді және үш доңғалақты тіркеме құрылғылары қолданылады. Оларда сырғанау режимінде бір ғана дөңгелек жұмыс істейді және одан көрсеткіштер алынады. Қалған тіркеме дөңгелектері тартқыш болып табылады және бүйірлік тұрақтылықты сақтайды.

АҚШ-та үйкеліс коэффициентін анықтау үшін, бойлық сырғанау режимінде коэффициентті өлшей алатын, мю-метр деп аталатын үш доңғалақты арба қолданылады (1-сурет). Ол толығымен автономды және оны кез келген көлік сүйреуіне болады. Коэффициентті анықтау кезінде оның екі дөңгелегі бір-біріне қарай 15° бұрыш бойынша жиналады, ал үшінші қалған дөңгелек арбаның көлденең тұрақтылығын қамтамасыз етеді.



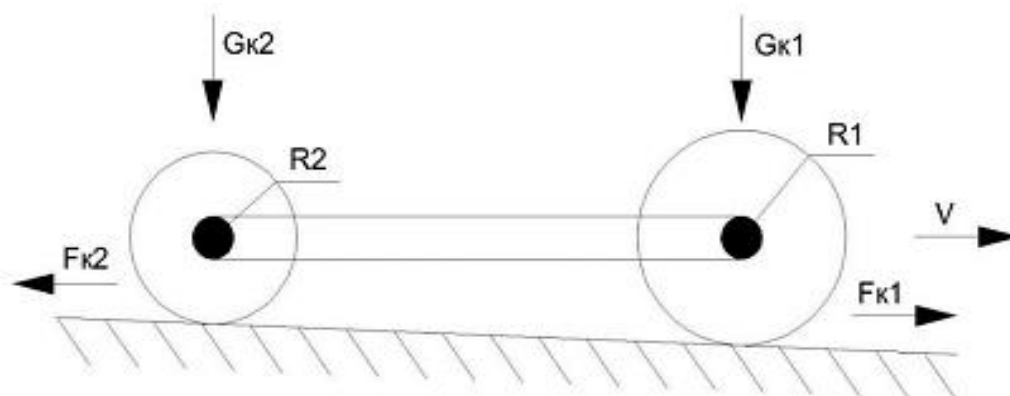
1-сурет. Дөңгелек пен жол төсемінің көлденең ілінісуін өлшейтін мю-метр құрылғысы, АҚШ

Сондай-ақ күшпен жабу принципін қолдана отырып, ішінара бойлық сырғанау арқылы адгезия коэффициентін өлшеуге болады.

Дөңгелектерді сырғанамайтын беріліс қорабы арқылы өзара байланыстырады, көбінесе бұл кардан немесе тізбек. Дөңгелектердің диаметрі немесе беріліс қатынасы әртүрлі болып табылады. Арба тербетілу кезінде өлшеу дөңгелегі сырғып кетеді, қалған дөңгелектерге немесе олардың біріне берілетін тежеу моменті пайда болады, ол тежеу күйінен тарту сәтіне өтеді.

Арбаның қозғалысы дөңгелектердің айналу кедергісінің күшін жеңуден басқа айтарлықтай күш-жігерді қажет етпейді.

Бұл жүйені пайдаланған жағдайда сырғанау дәрежесінде қолданылатын беріліс қатынасын таңдап пайдалану арқылы да, дөңгелек жүктемесін өзгерту арқылы да пайдалануына болады.



2-сурет. «Қуат тұйықталуы» принципін қолданатын есептегіштердің кинематикасы

2-суретте «Қуат тұйықталуы» әдісі бойынша жұмыс істейтін қондырғының кинематикасы көрсетілген. Әртүрлі диаметрлі дөңгелектер сырғанау арқылы қосылады, мысалы, тізбекті беріліс. Тізбекті беріліс қорабымен қосылған, бірақ диаметрі бірдей жұлдызшалармен жабдықталған, әртүрлі радиусты екі дөңгелекпен жабдықталған арбаның қозғалысы әртүрлі тік жүктемемен жүктелген, олардың дөңгелектерінен бірдей бұрыштық жылдамдықпен жүзеге асырылады.

Әрине, үлкенірек диаметрі бар дөңгелек кішірек дөңгелекке қарағанда бір айналымда көбірек қашықтықты еңсеруге тырысады. Демек, жалпы жүріп өткен жол бір дөңгелектің сырғып, екіншісінің сырғып кетуіне әкеледі.

Егер диаметрі үлкен дөңгелек G_{k1} тік жүктемемен жүктелсе, кіші дөңгелектегі G_{k2} жүктемеден әлдеқайда көп болса, онда үлкен дөңгелек айтарлықтай айналусыз немесе сырғанаусыз айналады. Бірақ сонымен бірге жағалаудың немесе таза айналудың бір айналымындағы кішірек дөңгелек бүкіл жолдың кейбір бөлігін ғана қамтиды, ал екінші бөлігі сырғанаумен айналады, немесе басқаша айтқанда, тежеу, сырғанау режимінде айналады. Бұл дөңгелекке сырғанаудан, шынжырдан немесе карданнан әсер ететін тежегіш күші F_{k2} онымен байланысты екінші дөңгелекке ауысады, ал бірінші дөңгелектегі күш F_{k1} тарту күші ретінде әрекет етеді.

Арба жол бойымен қозғалғанда, бірінші дөңгелек тарту режимінде, ал екіншісі сырғанау тежеу режимінде жұмыс істейді.

Сырғымайтын тісті беріліспен қосылған дөңгелектердің бұрыштық жылдамдықтарындағы айырмашылық басқалардың сырғанау немесе сырғуы арқылы өтелуі мүмкін. Кез келген доңғалақтағы тік жүктеме неғұрлым аз болса, соғұрлым ол сырғанамайды немесе тайып қозғалады. Қажетті сырғу дәрежесі мына формуламен анықталады:

$$a = \frac{V - \omega \cdot r}{V} \quad (1)$$

Сырғанау дәрежесі алдыңғы (1) тәуелділіктен анықталады:

$$b = \frac{\omega r - V}{V} \quad (2)$$

мұндағы V – арбаның жылдамдығы; ω – әрбір дөңгелектің бұрыштық жылдамдығы; r – әрбір дөңгелектің радиусы.

Қуатты жабу принципі арбадағы бірдей диаметрлі дөңгелектерді және әртүрлі беріліс қатынасы бар жұлдызшаларды пайдалану арқылы «төңкерілуі» мүмкін. Соңы тік жүктемені реттеу принципі бұл жағдайда тежеу немесе сырғанау дәрежесін анықтау үшін өзекті болып қала береді.

Сондай-ақ, АҚШ-тың бірқатар штаттары ілінісу қасиеттерін анықтау кезінде бұғатталған дөңгелектің сырғанағанын пайдаланады. Ол үшін тіркемеге орнатылған өлшеу дөңгелегі мен жабын сумен құйылады, содан кейін белгілі бір жылдамдықта өлшеу дөңгелегі бұғатталып, оның сырғанау қарсылық күші өлшенеді.

Құрылымы мен шарттары бойынша ұқсас адгезияны анықтау әдістері Ресей Федерациясында да қолданылады.

Ілінісу коэффициентін өлшеу кезінде ішінара сырғанау принципі сүйреткіш көлік пен сүйрейтін үш доңғалақты арбадан тұратын, өлшеу дөңгелегі сырғанаумен үнемі сырғып тұратын GRIP-TESTER, мөлшерлемесі 15 %, (3-сурет) далалық зертханасында да жүзеге асырылады.



3-сурет. Дала жол зертханасы GRIP-TESTER

Польшада ASFT (Airport Face Friction Tester) аэродром төсемдерінің ілінісу коэффициентін анықтауға арналған құрылғы жасалды (4-сурет). Құрылғы 65-тен 95 км/сағ жылдамдықта желілік, үздіксіз адгезия дәрежесін бекіте алады. Ол сондай-ақ жабын мен өлшеу дөңгелегі арасында кемінде 1 мм су пленкасын жасау үшін жабынды сумен ылғалдандырады.



4-сурет. ASFT (Airport Face Friction Tester) динамометриялық мобильді құрылғы

Сол Польшада 2015 жылдан бастап республикалық маңызы бар жолдарда сырғанау кедергісін анықтау кезінде өлшеу дөңгелегі толығымен бұғатталып қалған SRT-3 зертханасы (5-сурет) қолданылды.



5-сурет. SRT-3 динамометриялық жол зертханасы (тайғанаққа төзімділікті сынаушы)

Швед жол автомобиль зертханасы TWO (Traction Watcher One) (5-сурет) қуат

тұйықталуы әдісімен сырғанау кедергісін анықтау кезінде кез келген магистральдар мен аэродром учаскелерінде қолданылады. Зертханалық өлшеуіш арбаның екі доңғалақтарының жетек жұлдыздары шынжырмен жалғанады.

Доңғалақтардың диаметрі бірдей және 17,8 % салыстырмалы сырғанауы әртүрлі өлшемді жұлдызшалармен қамтамасыз етілген. Бірақ алдыңғы доңғалақ артқы дөңгелекке қарағанда екі есеге дейін тік жүктемемен электрлік түрде қолданылады, бұл алдыңғы доңғалақтың таза айналуынан айырмашылығы, осыған байланысты бойлық сырғумен қозғалады. Зертхана жылдың кез келген уақытында жұмыс істей алады.

Финляндияда орталық өлшеу дөңгелегі бойлық бағытта жартылай сырғанау беретін SKIDDOMETER BV11 VI тіркемелі үш доңғалақты зертханалық қондырғы жасалды (6-сурет). Зертханаға жолды өлшеуден басқа, аэродромдардағы ілінісулерді бақылауға рұқсат етіледі. Қазіргі уақытта қолданылуда.

Осындай бақылау зертханалар-қондырғылары басқа елдерде де жасалған. Мысалы, Нидерланды 86 %-ға дейінгі сырғанау жылдамдығымен DWW тіркеме қондырғысы арқылы жол төсемінің ұстау сипаттамаларын бағалайды. Осы зертхана жүргізген өлшемдердің нәтижелері бұғатталу әдісімен алынған коэффициенттердің мәндерімен жақсы салыстырылады және ішінара сырғанау әдісімен алынған коэффициенттерге азырақ ұқсас.

Жол және аэродром төсемдерінің ілінісу қасиеттерін техникалық дамыған елдер әртүрлі заманауи зертханалар арқылы өзгермелі жүргізу режимдерінде бақылайды екен.

Өлшеу әдістерінің әртүрлілігі, адгезия мен сырғуды өлшеудің артықшылығы қалғандарына қарағанда жақсырақ болғанын анықтайтын, зертхананың әлі жасалмағанымен түсіндіріледі.

Әртүрлі елдердегі ауа райы жағдайлары мен климатының әртүрлілігі жыл бойына пайдаланудың жалпы жағдайларын анықтауға мүмкіндік бермейді, сондықтан жол және аэродром жабындарының ілінісу сипаттамаларына жалпы талаптарды бекітуге мүмкіндік бермейді, осы жағдайға байланысты әрбір ел өзінің дамуын, стандартты құндылықтарды иеленуге қатысты сәйкес зертханалар мен аспаптарды шығаруға ынталандырады.



6-сурет. Динамометриялық жол зертханасы SKIDDOMETER BV11 VI

Қазақстан Республикасында жоғарыда аталған коэффициенттерді өлшеу үшін бір, екі және үш дөңгелекті динамометриялық платформалар немесе зертханалар да қолданылады. Бастапқыда стандарттар мен шарттарды әзірлеу кезінде арбалар мен далалық зертханалардың қарапайым конструкциялары қолданылды (7-сурет), олардың жұмыс істеуі зертханалардың өнімділігін де, олардың нәтижелердің дәлдігін де төмендететін көптеген кемшіліктерді анықтады. Бойлық күшті өлшейтін динамометр буындарының бекіту нүктесі арбаның тартқышына жақын болды, ал егер жолда жолдың бойлық еңісі болса, онда тіркеу буыны X үйкеліс күшімен бірге, сондай-ақ қысым астында пайда болған P_i қосымша күшін тіркеді. көлбеу әрекеті:

$$P_i = i \cdot mg \quad (3)$$

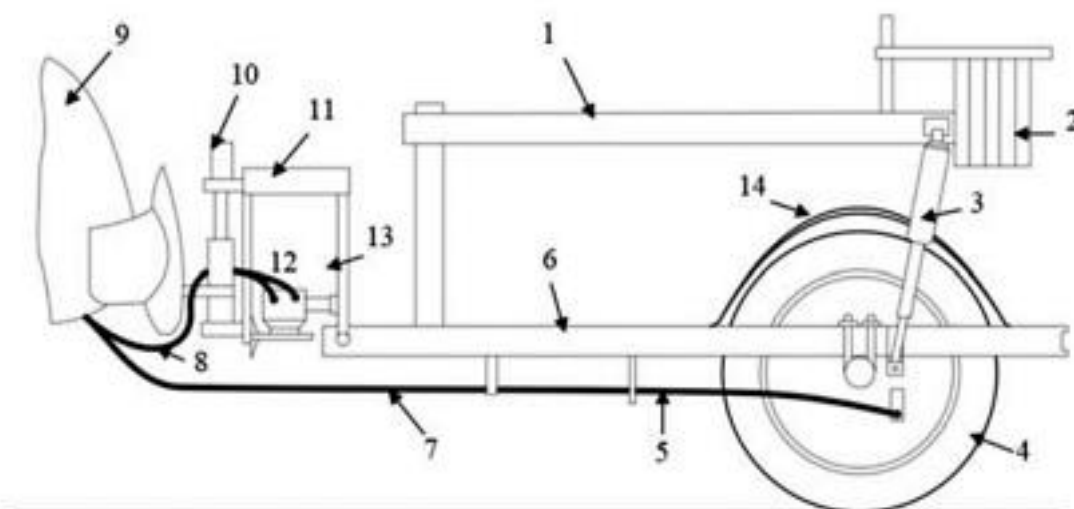
мұндағы i – жол телімінің бойлық еңісі; m – динамометриялық зертхананың массасы.

Автокөлік жылдамдығының өзгеруімен бұғатталу доңғалақтың сырғанауы F_a күшінің пайда болуын тудырды, ол үдеу әсерінен өлшеу қателерін, соның ішінде теріс әсер ететіндігіне келтірді.

Бұл үдеу арбаның масса центріне қолданылатын P күшін тудырады. Нәтижесінде динамометр беретін $R_{дин}$ күші өлшеу дөңгелегі жанасу нүктесінде алынған X күшінен ерекшеленеді. Сонымен қатар, қажетті X күшінен ілінісу механизмінің топсасында бір момент пайда болады, бұл сол дөңгелекке тік жүктемені азайтады. Ілінісу коэффициентінің жазылған мәндерін түзету үшін бойлық күштің шамасына байланысты түзету енгізіледі:

$$\varphi = \frac{X}{G_k - \frac{l}{h} X} \quad (4)$$

мұндағы h – муфта топсасының жолдың күндізгі беткейінен жоғары көтерілуі; l – топсадан өлшеу дөңгелегі жолдың жанасу орталығына дейінгі қашықтық.



7-сурет. Бойлық ілінісу коэффициентін өлшеуге арналған арба: 1 – үстінгі жақтау; 2 – реттелетін жүктеме; 3 – гидравликалық амортизаторлар; 4 – пневматикалық дөңгелек; 5 – тежеу тетігі; 6 – тіреуіш жақтау; 7 – тежегіш тросы; 8 – істікшелі сенсорлық сым; 9 – көлік құралы; 10 – біріктіру механизмі; 11 – динамограф; 12 – индуктивті сенсор; 13 – деформацияланатын такта; 14 – қоршау төсеніші

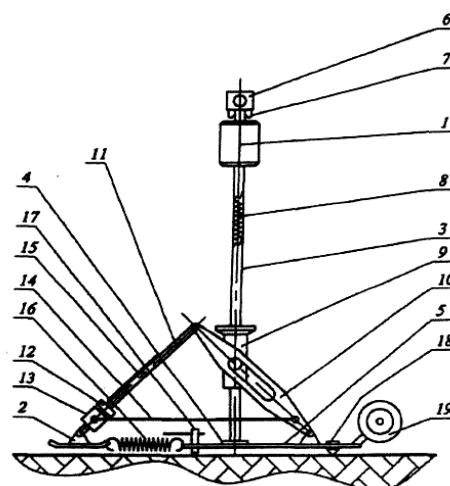
Бір кездері Ресей Федерациясында шығарылған және Қазақстан Республикасында кеңінен қолданылған ПКРС-2 зертханасының үйкеліс коэффициентін өлшеу дәлдігіне айтарлықтай шағымдары бар, өйткені оның өлшеу дөңгелегі сыналған жолақтың бойымен емес, ортасы бойымен айналады. Оң жақ жолақ, барлық әдістермен қарастырылған, өйткені жұмыс басында жолдың ортаңғы бөлігінің ұстағыштығы домаланған бөлікке қарағанда төмен болады. Оның үстіне, 1-2 маусымнан кейін жағдай күрт өзгереді және қазірдің өзінде жолақ аралық кеңістік жүгіру жолақтарынан жоғары байланыстыру сапасына ие. Сол жағын өлшеу үшін автокөлік қарсы жолаққа шығуы керек, ал бүгінгі қозғалыс кезінде ешкім бұған жол бермейді, бұл олардың қолданылуын айтарлықтай шектейді.

Эксперименттік зерттеулер жүргізу әдістемесі. Ілінісу коэффициенттерін өлшеуге арналған аспаптары бетінің жұмыс кезінде тозуға шыдамдылығын және олардың кейбір тозуларды өлшеуді жалғастыру мүмкіндігін ҚазАДИ зертханасының эксперименттік тексеруін қарастырайық:

1. Жол төсемдерінің ілінісу коэффициентін өлшеу құралдары. Адгезияның бойлық және көлденең коэффициенттерін өлшеуге арналған аспаптарды, атап айтқанда ПКРС-2У динамометр тіркемесін (8, а-сурет) және ИКСп портативті құрылғысын (8, б-сурет) қарастырып талдайық. Құрылғының жұмыс істеу принципі резеңке шиналарға ұқсас затты жылжыту үшін түсетін жүктің энергиясын пайдалануға негізделген [2, 3, 4]. Еркін түсетін жүк 1. есептегіштің конструкциясында негізгі элементтің күші ретінде қолданылады. Жүктің кинетикалық қуаты доңғалақ шинаға ұқсас зат болып табылатын негізді 2. берілген жылдамдықпен және берілген күшпен жылжытуға жұмсалады. Жүк тегіс тік жолақ 3. бойымен қозғалады, оның төменгі бөлігінде алынбалы негізге бекітуге арналған кронштейн 4. бар, 5. штанганың жоғарғы бөлігінде бекіту тұтқа механизмі 6. орналасқан. 7 жүк. штанганың ішіне амортизациялық ұзартқыш серіппе 8 орнатылған.



а)



б)

8-сурет. «Батыс Еуропа – Батыс Қытай» автожолының учаскесінде ПКРС-2У құрылғысымен жабындардың ілінісу коэффициентін өлшеу процесі, 418-442 км: 1 – еркін түсетін күш; 2 – негіз; 3 – тік жолақ; 4 – кронштейн; 5 – штанга; 6 – тұтқа механизмі; 7 – жүк; 8 – серіппе; 9 – сырғытпа; 10 – күш қанаты; 11 – иін; 12 – индикаторлы сақина; 13 – втулка; 14 – штанга; 15 – шкала орнатылған иін; 16 – кері серіппе; 17-18 – тіректер; 19 – сақина

Штанганың ортаңғы бөлігінде құлаған жүктің әсерінен күшті қанаттардан 10 және иіннен 11 тұратын кулистік механизміне беретін сырғытпа 9 бар. Рычагтың жоғарғы бөлігіне негіз бекітілген, топса бекітілген. Сондай-ақ рычагқа индикаторлы сақина 12 орнатылған, ол өлшегіш механизм іске қосылған кезде втулка 13 және екі штанга 14 арқылы оған шкала 15 орнатылған иін бойымен қозғалады. Негіз екі кері серіппе 16 арқылы қосылған.

Алынбалы негіз төсемге төрт тірекке орнатылады, оның екеуі реттелетін 17, екеуі реттелмейтін 18. Сондай-ақ негізде екі сақина 19 бар, оның көмегімен өлшегішті жолдың өлшенген учаскесі бойымен тасымалдауға болады.

Құрылғының дөңгелегін бұғатталу процесінде жүйеден су беру бір уақытта қосылады және жол беті ылғалдандырылады. Өлшеу кезінде жұмыс жылдамдығы тең қабылданды 50 км/сағ.

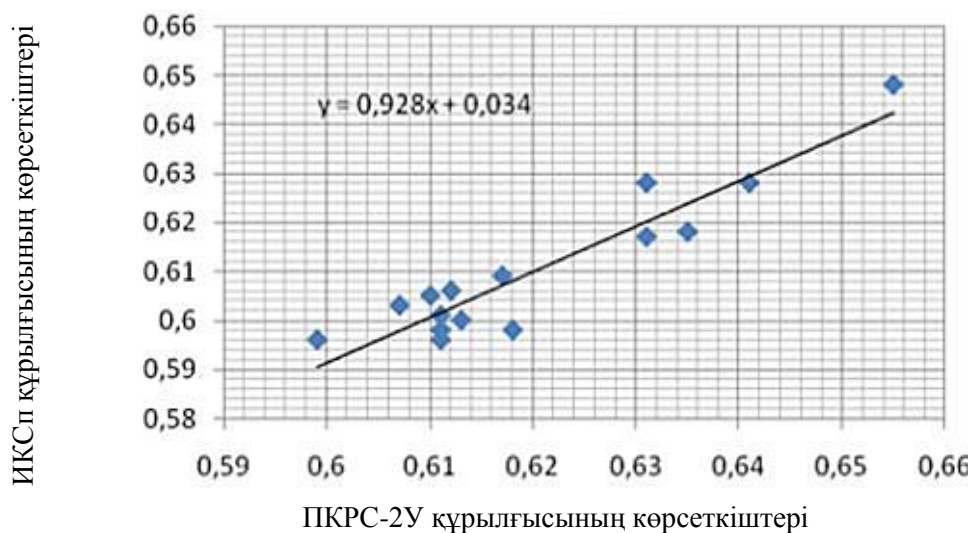
2. *Эксперименттік сынақтарды жүргізу тәртібі.* Өлшеуді ҚАЗАДИ зертханасы Батыс Еуропа – Батыс Қытай тас жолының учаскесінде (295-336 км) жүргізді.

Соққы құрылғысы автомобиль шинасы мен жол төсемінің өзара әрекеттесу үрдісін ұқсастырады. Құлаған жүктің айтарлықтай салмағы, оның құлауының жеткілікті биіктігі резеңке шинаға ұқсас заттарды жоғары бастапқы жылдамдығын және айтарлықтай қысқыш күшін қамтамасыз етеді. Ұқсастардың ауданы шамамен автомобиль шинасының жанасу аймағына тең (бір тренажердің ауданы 100x146 мм²).

Қозғалыстағы жүк салмағының әсерінен пайда болатын түйіспедегі меншікті қысым қозғалғыш салмағы жеңіл көлік доңғалағының жанасуындағы меншікті қысым шамасына жақындайды. Жылжымалы жүктің салмағын және оның құлау биіктігін өзгерту арқылы динамометриялық құрылғының сол немесе басқа жылдамдығына сәйкес келетін тренажер қозғала бастайтын жылдамдықты таңдауға болады.

9-суретте ИКСп аспаптары мен ПКРС-2У динамометрінің 60 км/сағ жылдамдықтағы

көрсеткіштері арасындағы корреляциялық тәуелділік көрсетілген [3].



9-сурет. ИКСп құралының көрсеткіштері мен ПКРС-2У динамометрінің көрсеткіштері арасындағы корреляция

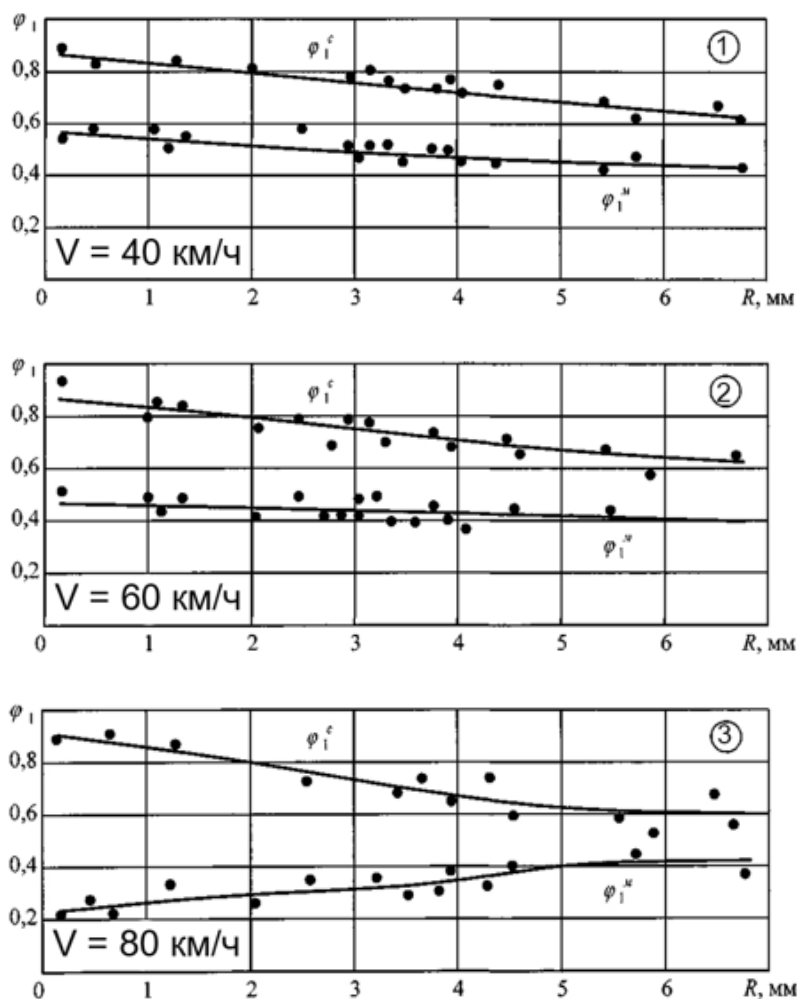
Автокөлік шиналарының адгезия қасиеттері ауа температурасына байланысты өзгертіндіктен, өлшеу кезінде оны жазып керек, ал адгезия коэффициентінің өлшенген мәндерін түзету енгізу арқылы +20 °С есептік температураға қайта есептеу керек (1-кесте).

1-кесте. Қоршаған ортаның температурасына байланысты ілінісу коэффициенттерін өлшеуге арналған аспаптарды түзету

Ауа температурасы, °С	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40
ПКРС-2У-КР 511 құралдары үшін түзету	-0,06	-0,04	-0,03	-0,02	0	+0,01	+0,01	+0,02	+0,02

Эксперименттік мәліметтерді өңдеу. φ_1 адгезия коэффициентінің ылғалды (φ_1^{bl}) және құрғақ (φ_1^k) асфальтбетон жабынына әртүрлі V жылдамдықтағы жол төсемінің макрокөдір-бұдырлығына R тәуелділігі 10-суретте келтірілген [2 - 4] әдіс бойынша).

Жол төсемінің ілінісу коэффициентін өлшеу нәтижелері 2-кестеде келтірілген. Өлшемдер Батыс Еуропа – Батыс Қытай тас жолының учаскесінде (312-336 км) жүргізілді.



10-сурет. φ_1 адгезия коэффициентінің ылғалды (φ_1^w) және құрғақ (φ_1^c) асфальтбетонды жабынға әртүрлі жылдамдықтағы жол төсемінің R макрокедірлігіне тәуелділігі V

2-кесте. Жол төсемдерінің адгезия коэффициенттерін өлшеу нәтижелері

км+	ПК+	Бойлық адгезия коэффициентінің көрсеткіштері				Көлденен адгезия коэффициентінің көрсеткіштері	
		ПКРС-2У		ИКСп		ИКСп	
		тікелей бағыт	кері бағыт	тікелей бағыт	кері бағыт	тікелей бағыт	кері бағыт
335+912	358+600	0,62	0,73	0,59	0,66	0,68	0,70
335	357.688	0,69	0,78	0,62	0,66		
334	356.688	0,66	0,71	0,65	0,63		
333	355.688	0,68	0,74	0,63	0,68		

332	354.688	0,71	0,68	0,58	0,71		
331	353.688	0,72	0,66	0,63	0,72	0,69	0,60
330	352.688	0,67	0,61	0,65	0,65		
329	351.688	0,63	0,74	0,67	0,58		
328	350.688	0,59	0,72	0,63	0,56		
327	349.688	0,68	0,55	0,64	0,72		
326	348.688	0,74	0,69	0,61	0,63	0,72	0,67
325	347.688	0,74	0,73	0,67	0,68		
324	346.688	0,77	0,78	0,71	0,64		
323	345.688	0,71	0,61	0,6	0,65		
322	344.688	0,70	0,62	0,64	0,73		
321	343.688	0,74	0,67	0,59	0,70		
320	342.688	0,75	0,62	0,57	0,69		
319	341.688	0,72	0,75	0,63	0,66	0,72	0,69
318	340.688	0,73	0,68	0,64	0,65		
317	339.688	0,59	0,63	0,68	0,6	0,72	0,75
316	338.688	0,66	0,62	0,57	0,61		

Қорытынды. Жол төсемдерінің ілініс коэффициенттерін далалық өлшеу нәтижелері бойынша келесі қорытындыларды жасауға болады:

а) нәтижелер бойлық адгезия коэффициенттерінің мәндері 0,54-0,74, ал көлденең – 0,59-0,78 аралығында екенін көрсетеді;

б) жазғы жанбырлы ауа-райында жол бетінің үстінде қалыңдығы 1 мм-ге дейін жететін жұқа су қабықшасы пайда болғанда, беті мен автомобиль дөңгелегі шинасы арасындағы аквапландау процесі күшейеді;

в) цемент бетон асфальтбетонмен салыстырғанда кеуекті материал болып табылады. Сонымен қатар, ол асфальтбетонмен салыстырғанда, қыста оның денесінде ылғалдың пайда болуына сезімтал;

г) ілінісу коэффициентінің алынған нәтижелері құрғақ ауа-райында және аздаған жауын-шашын кезінде алдын ала технологиялық шараларды қажет етпейтін қауіпсіз қозғалыс шарттарын толығымен қанағаттандырады.

Жабын мен доңғалақ шинасының жеткіліксіз ілінісуі, әдетте жол қозғалысының негізгі, ауыр жазалы оқиғалардың себебі [1, 5, 6].

Динамометриялық тіркеме ПКРС-2У және портативті құрылғы ИКСп, баяулау кезінде, көлік құралын шұғыл тежеу кезінде пайда болатын адгезия коэффициентін анықтауда, көлбеу бұрыштары үлкен учаскелерде маневр мен қозғалысқа байланысты бірқатар мәселелерді шешуде қолданылуы қажет. Оның мәні негізінен жол төсемінің түріне және жағдайына байланысты.

Осылайша алынған ілінісу коэффициентінің нәтижелері, автомобиль жолының негізгі техникалық-пайдалану көрсеткіштерінің жағдайына әртүрлі факторлардың әсерін ескеру сәтінде, қауіпсіз қозғалыс шарттарын толығымен қанағаттандырады.

Әдебиеттер тізімі

1. Киялбаев А.К., Киялбай С.Н. Эксплуатация автомобильных дорог. Учебное пособие / под ред. д.т.н., проф. Киялбаева А.К. – Москва-Алматы: МААДО, КазАДИ, 2017. – 342 с.

2. Актанов С.К. Повышение прочности и долговечности шероховатых слоёв износа покрытий дорожных одежд. Дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук, 05.23.11. – М.: МАДИ, 2014. – С. 130.
3. СТ РК 1279-2013. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы определения шероховатости дорожного покрытия и коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием. – Астана: Госстандарт РК, 2013. – 20 с.
4. Кузнецов Ю.В. Сцепные качества автомобильных шин и дорожных покрытий: учебное пособие. Ю.В. Кузнецов. – М.: МАДИ, 2022. – 158 с.
5. Влияние износа рисунка протектора беговой дорожки шины на характеристики ее сцепления с опорной поверхностью / А.И. Федотов, А.С. Марков и др. // Вестник ИрГТУ, 2017. – Т. 21. – № 11. – С. 216-225.
6. Пилюшина Г.А., Звонников П.В. Влияние условий эксплуатации автомобильных шин на коэффициент сцепления // Новые материалы и технологии в машиностроении: сб. науч. тр. Вып. 21. / под общ. ред. Е.А. Памфилова. Брянск: Изд-во БГИ-ТА, 2015. – 122 с.
7. Measurement on friction coefficients of tire grounding surface in arbitrary directions under high-load / T. Ise, M. Higuchi et.al. // Society for Experimental Mechanics. 2017.
8. Ying Xu, Biyun Chen, Cheng Chi. Estimation of road friction coefficient and vehicle states by 3-DOF dynamic model and HSRI model based on information fusion // Asian Journal of Control. 2017. – Vol. 19. – № 4. – P. 1-10.
9. J.-H. Yoon, S. Eben Li, C. Ahn. Estimation of vehicle sideslip angle and tire-road friction coefficient based on magnetometer with GPS // International Journal of Automotive Technology. 2016. – Vol. 17. – № 3. – P. 427-435.
10. Tyre-road friction μ -estimation based on braking force distribution / P. Deepak, V. Efstathios et.al. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D // Journal of Automobile Engineering. 2018. – P. 1-18.
11. ГОСТ 33078-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием. Введ. 2015–12–01 с правом досрочного применения. – М.: Стандартинформ, 2016.
12. Исмайл Ула Гассан. Обоснование выбора средств и методов контроля сцепных качеств дорожных покрытий дорог Сирии: дис. на соиск. учен. ст. канд. техн. наук. – М.: МАДИ, 2022. – 143 с.
13. Соустова Л.И. Определение коэффициента сцепления колеса с дорогой расчетно-экспериментальным путем / Л.И. Соустова, И.Ю. Чуйко // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 68–77. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).68–77.
14. Улучшение сцепления шин с дорогой на скользких участках / Н.Г. Шматов, В.И. Малий, Н.А. Кузьмин [и др.]. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – № 6 (296). – С. 49-53. – URL: <https://moluch.ru/archive/296/67243>
15. Движение автомобиля при различных коэффициентах сцепления между колесом и дорогой // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Халиков Р.Т. [и др.]. 2021. 2(83). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11238>

References

1. Kiyalbaev A.K., Kiyalbaj S.N. Ekspluatatsiya avtomobil'nyh dorog. Uchebnoe posobie. /pod red. d.t.n., prof. Kiyalbaeva A.K. – Moskva-Almaty: MAADO, KazADI, 2017. – 342 с.
2. Aktanov S.K. Povyshenie prochnosti i dolgovechnosti sherohovatyh sloyov iznosa pokrytij dorozhnyh odezhd. Diss. na soiskanie uch. stepeni kand. tekhn. nauk, 05.23.11. – М.: MADI, 2014. – S. 130.
3. ST RK 1279-2013. Dorogi avtomobil'nye i aerodromy. Metody opredeleniya sherohovatosti dorozhnogo pokrytiya i koefficienta scephleniya koles avtomobilya s dorozhnym pokrytiem. – Astana: Gosstandart RK, 2013. – 20 s.
4. Kuznecov YU.V. Scephnye kachestva avtomobil'nyh shin i dorozhnyh pokrytij: uchebnoe posobie. YU.V. Kuznecov. – М.: MADI, 2022. – 158 s.
5. Vliyanie iznosa risunka protektora begovoj dorozhki shiny na harakteristiki ee scephleniya s opornoj

- poverhnost'yu / A.I. Fedotov, A.S. Markov i dr. // Vestnik IrGTU. 2017. – T. 21. – № 11. – S. 216-225.
6. Pilyushina G.A., Zvonnikov P.V. Vliyaniye usloviy ekspluatatsii avtomobil'nyh shin na koeffitsient scepheniya // Novye materialy i tekhnologii v mashinostroyeni: sb. nauch. tr. Vyp. 21. / pod obshch. red. E.A. Pamfilova. Bryansk: Izd-vo BGI-TA, 2015. – 122 s.
 7. Measurement on friction coefficients of tire grounding surface in arbitrary directions under high-load / T. Ise, M. Higuchi et.al. // Society for Experimental Mechanics. 2017.
 8. Ying Xu, Biyun Chen, Cheng Chi. Estimation of road friction coefficient and vehicle states by 3-DOF dynamic model and HSRI model based on information fusion // Asian Journal of Control. 2017. – Vol. 19. – № 4. – R. 1-10.
 9. J.-H. Yoon, S. Eben Li, C. Ahn. Estimation of vehicle sideslip angle and tire-road friction coefficient based on magnetometer with GPS // International Journal of Automotive Technology. 2016. – Vol. 17. – № 3. – R. 427-435.
 10. Tyre-road friction μ -estimation based on braking force distribution / P. Deepak, V. Efsthios et.al. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D // Journal of Automobile Engineering. 2018. – R. 1-18.
 11. GOST 33078-2014 Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Metody izmereniya scepheniya kolesa avtomobilya s pokrytiem. Vved. 2015–12–01 s pravom dosrochnogo primeneniya. – M.: Standartinform, 2016.
 12. Ismajl Ula Gassan. Obosnovanie vybora sredstv i metodov kontrolya scephnyh kachestv dorozhnyh pokrytij dorog Sirii: dis. na soisk. uchen. st. kand. tekhn. nauk. – M.: MADI, 2022. – 143 s.
 13. Soustova L. I. Opredelenie koeffitsienta scepheniya kolesa s dorogoj raschetno-eksperimental'nym putem / L.I. Soustova, I.YU. CHujko // Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie. – 2019. – T. 62, № 2. – S. 68-77. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).68-77.
 14. Uluchsheniye scepheniya shin s dorogoj na skol'zkih uchastkah / N.G. SHmatov, V.I. Malij, N.A. Kuz'min [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj // Molodoj uchenyj. – 2020. – № 6 (296). – S. 49-53. – URL: <https://moluch.ru/archive/296/67243>
 15. Dvizheniye avtomobilya pri razlichnyh koeffitsientah scepheniya mezhdum kolesom i dorogoj // Universum: tekhnicheskie nauki : elektron. nauchn. zhurn. Halikov R.T. [i dr.]. 2021. 2(83). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11238>
-
-