



КӨЛІК
ТРАНСПОРТ
TRANSPORT

DOI 10.51885/1561-4212_2021_4_43
MPHTI 73.31.41

С.Р. Байгереев, Д.Қ. Шаихова

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

E-mail: samat.baigereyev@mail.ru*

E-mail: shaikhova@mail.ru

**ТЕХНИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ КЕЗІНДЕ АВТОМОБИЛЬДІҢ ТІРЕКKE ТҰРАҚТЫ
ОРНАЛАСУЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН РОЛИКТІ ТЕЖЕГІШ СТЕНДІНІҢ РАЦИОНАЛДЫ
СИПАТТАМАЛАРЫН АНЫҚТАУ**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РОЛИКОВОГО ТОРМОЗНОГО
СТЕНДА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ УСТОЙЧИВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ НА ОПОРЕ
ПРИ ЕГО ТЕХНИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ**

**DETERMINATION OF RATIONAL CHARACTERISTICS OF A ROLLER BRAKE STAND
PROVIDING A STABLE POSITION OF THE CAR ON A SUPPORT WITH ITS TECHNICAL
CONTROL**

Аңдатпа. Техникалық байқау орталықтарының жоғары бәсекелестігіне байланысты автокөліктердің техникалық бақылау желілерінің тиімділігін арттыру қажеттілігі туындайды. Техникалық бақылау кешені – автокөліктердің техникалық жағдайын бағалауға арналған диагностикалық жабдықтардың жиынтығы. Техникалық басқару желілерінің тиімділігі уақыт бірлігіне келетін көлік құралдарының санын білдіреді.

Бұл мақаланың мақсаты – диагностикалық бақылау желісінің тиімділігін жоғарылату жолын өзірлеу, бұл бақылау кешенінде автокөліктерді диагностикалаудың жалпы уақытын қысқартады.

Зерттеу үшін келесі әдістер қолданылды: талдау және математикалық модельдеу.

Автокөліктің стендтен өз бетімен шығу жағдайын анықтайтын математикалық модель жасалды. Зерттеу нәтижелерін автомобильдердің тежегіш жүйесін диагностикалауға арналған роликті тіреуді автоматты басқару бағдарламасын өзірлеу үшін пайдалануға болады.

Түйін сөздер: автомобиль; роликтік стенд; диагностика; математикалық модель; өнімділік.

Аннотация. В связи с высокой конкуренцией центров технического осмотра, возникает необходимость в повышении эффективности линий технического контроля автомобилей. Линии технического контроля представляют собой комплекс диагностического оборудования, предназначенный для оценки технического состояния автотранспортных средств. Под эффективностью линий технического контроля подразумевается количество автомобилей в единицу времени.

Цель данной статьи заключается в разработке способа повышения эффективности линии диагностического контроля, позволяющего снизить общее время диагностирования автомобилей на ЛТК.

Для проведения исследований были использованы следующие методы: анализ и математическое моделирование.

Разработана математическая модель, определяющая условие самостоятельного выезда автомобиля со стенда. Результаты исследований могут быть применены для разработки программы автоматического управления роликовым стендом для диагностирования тормозных систем автомобилей.

Ключевые слова: автомобиль; роликовый стенд; диагностика; математическая модель; производительность.

Abstract. Due to the high competition of technical inspection centers, there is a need to improve the efficiency of vehicle technical control lines. Technical control lines are a set of diagnostic equipment designed to assess the technical condition of vehicles. The efficiency of technical control lines refers to the number of vehicles per unit of time.

The purpose of this article is to develop a way to improve the efficiency of the diagnostic control line, which will reduce the total time of diagnosing vehicles at the diagnostic control line.

For the research, the following methods were used: analysis and mathematical modeling.

A mathematical model has been developed that determines the condition for the car to leave the stand on its own.

The research results can be used to develop a program for automatic control of a roller stand for diagnosing brake systems of cars.

Keywords: automobile; roller stand; diagnostics; mathematical model; performance.

Kipicne. Бәсекеге қабілетті ортада жұмыс істейтін автокөліктерді техникалық байқау орталықтары мен автосервистік кәсіпорындар санының қарқынды өсуі технологиялық жабдықтардың құрылымы мен еңбекті ұйымдастыру әдістерін таңдау, жету үшін технологиялық процесті жетілдіру мен жеңілдету қажеттілігін тудырады.

Көлік құралдарының күрделілігі мен олардың конструкциясы тұрғысынан әртүрлілігі автокөлікті диагностикалауды ағынды қарқынды ұйымдастыру жағдайында қызмет көрсетудің жалпы уақытын қысқарту үшін техникалық бақылау желілерінің сынақ жабдықтарын жаңартуды талап етеді.

Осы жағдайларда уақыт бірлігіне қызмет көрсетілетін автокөліктер санымен көрсетілген автомобильдердің диагностикалық бақылау желісінің көрсеткіштерін жақсарту жолын әзірлеу мәселесі өзекті болып табылады.

Материалдар және зерттеу әдістері. Автокөліктің техникалық басқару желілері жеңіл және жүк көліктерінің, сондай-ақ автобустардың техникалық жағдайын тексеруге арналған. Техникалық бақылау желілері барлық қажетті жабдықтармен, сапа сертификаттарымен және жұмысқа қажетті барлық құжаттамалармен толықтырылады [1-6].

Техникалық басқару желілері 4 негізгі түрге бөлінеді: стационарлық, мобильді, жылжымалы және жылжымалы-блок. Ең көп таралған басқару желілері стационарлық және мобильді болып табылады. Стационарлық басқару желісі – бұл еденге немесе ойыққа орнатылған диагностикалық жабдық. Мобильді басқару желі – автокөліктермен жұмыс жасауға арналған әмбебап контейнерлік станция [7].

Техникалық бақылаудың стационарлық желісі нәтижелерді мониторда көрсету мүмкіндігімен автокөлік компоненттерінің жұмысындағы кез келген ауытқуларды анықтауға мүмкіндік береді.

Бұл желілердің басты артықшылығы – үй ішінде де, сыртында да жұмыс істеудің кез келген қолайлы нұсқасын таңдай алу мүмкіндігі, бұл оның құнын айтарлықтай төмендетеді.

Техникалық басқару желісі міндетті түрде компьютерде алдын ала орнатылған басқару желінің бағдарламасын қамтиды, ол оған сымсыз адаптерлер арқылы кіретін немесе оператор қолмен енгізетін деректерді жинайды және өңдейді [8].

Автокөліктің осындай желіден шыққан кезде оның толық диагностикалық картасы аналитикалық қорытынды түрінде қабылданады, оны басып шығаруға немесе компьютер жадында қалдыруға болады. Сервистік орталықта орнатылған желі автомобильдерді техникалық бақылау үшін ғана емес, сонымен қатар автокөліктерге қызмет көрсету кезінде көмекші диагностикалық операцияларды қолдану үшін де сұранысқа ие болады.

Автомобильдерді техникалық бақылаудың стационарлық желісі үшін жабдықтардың стандартты жиынтығының негізгі элементі – тежегішті тексеруші және қосымша диагностикалық қондырғылар жиынтығы: төрт компонентті газ анализаторы, дымомер, фараның қарқындылығын тексеруші, шинаның қысымын өлшейтін құралдар, артқы детектор, рульдік артқы өлшеуіш, шыны беріліс өлшегіш және басқа да құрылғылар.

Барлық осы қондырғылардың көмегімен тежегіш жүйесі мен рульдік кешеннің диагностикасы, пайдаланылған газдардың анализі (жанармайдың жану жүйесін дұрыс бағалау үшін), шыны жарығының берілуін өлшеу, дөңгелектердің күйі (іліну) және басқа көрсеткіштер орындады.

Айта кету керек, көптеген басылымдар техникалық бақылау желісінің тиімділігін арттыру мәселесін зерттеуге арналған. Мысалы, мақала авторлары [9] сынақ жабдықтарының құрылымы мен сипаттамаларын оңтайландыру үшін бақылау желісінің операциясының математикалық моделін жасады. Модельдің кіріс параметрлері ретінде жүргізілген статистикалық талдау барысында алынған белгілі бір уақыт аралығындағы автомобильдер санының орташа мәндері таңдалды. Зерттеу шеңберінде авторлар диагностикалық желісі ұйымдастырудың 5 нұсқасын қарастырды:

- 1) бір бағаналы бір сәулелі желі;
- 2) екі бағаналы бір сәулелі желі;
- 3) үш бағаналы бір сәулелі желі;
- 4) алты тіректі екі сәулелі желі;
- 5) бес тіректі қос сәулелі желі.

Математикалық күтудің сандық мәндеріне негізделген [9-11]:

$$M(n_k) = \sum_{i=1}^n n_k \cdot p \quad (1)$$

сәтсіздік ықтималдығы [9-11]: $P_{OTK} = p_n = \frac{\rho^n}{n!} p_0 = \frac{\rho^n}{n!} \cdot \frac{1}{e^n} \quad (2)$

өндірістік желінің абсолютті өткізу қабілетін анықтау үшін математикалық байланыс алынды [9-11]:

$$A = \lambda Q = \lambda \left(1 - \frac{\rho^n}{n!} \cdot p_0 \right) \quad (3)$$

Нәтижесінде [9] мақаланың авторлары диагностикалық аппаратураның орналасуының ең ұтымды нұсқасы бес постты екі сәулелі желіге сәйкес келеді деген қорытындыға келді.

Тағы бір жұмыс автомобильдің тежегіш жүйелерін диагностикалау үшін роликті тежегіш стендінің параметрлерін оңтайландыруға арналған [12].

Бұл жұмыстың мақсаты – автокөліктің тіректе тұрақты орналасуын қамтамасыз ететін роликті тежегіш стендінің рационалды сипаттамаларын анықтау. Математикалық модельдеу әдісін қолдана отырып, авторлар көлікті лақтырмау шартын сипаттайтын математикалық теңсіздікті алды:

$$\frac{G_{a_1}}{2} \cdot \left[\gamma_T \cdot f - \sin \left(\frac{1}{1 + \sqrt{\frac{l_2}{O_1 M - h}}} \right) \right] - G_{a_2} \cdot \varphi_2 \leq 0 \quad (4)$$

Нәтижелері және оларды талқылау. Зерттеу нәтижелері доңғалақтардың қысылуын орнатуға уақыт жоғалтуды азайтуға және осылайша диагностикалық бақылау желісінің өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді.

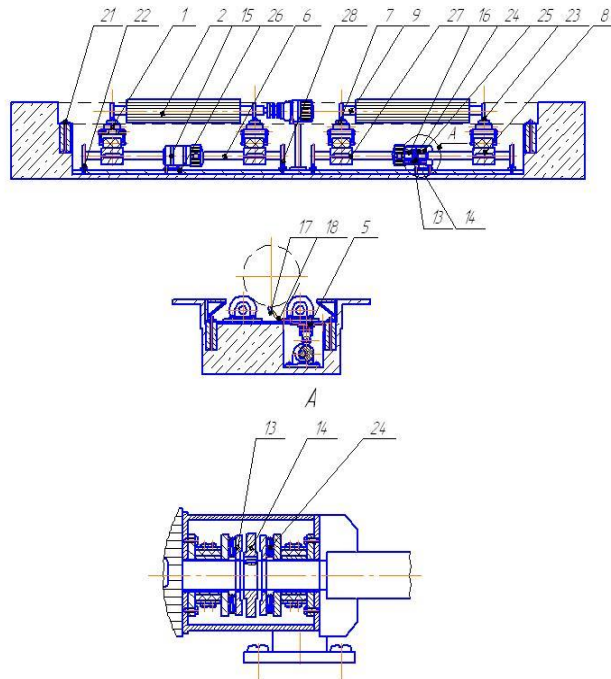
Зерттеу тақырыбының жоғары өзектілігіне, сонымен қатар әдебиеттерге шолу нәтижелеріне сүйене отырып, автор диагностикалық желінің тиімділігін арттырудың жаңа бағытын анықтады.

Тәжірибе көрсеткендей, роликті тежегіш стендінде сынақтар аяқталғаннан кейін, автокөліктің стендтен тәуелсіз шығуына байланысты мәселе туындайды. Бұл автокөліктерді диагностикалау процесінің ағынды ұйымдастыруы аясында белгілі бір уақыт жоғалуын тудырады. Бүгінгі күні бұл мәселе негізінен көтергіштерді қолдану арқылы шешіледі, оның көптеген кемшіліктері бар.

Немесе авторлар роликтердің орналасуын өзгерту мүмкіндігімен стендтің дизайнын әзірледі, оның салыстырмалы ығысуы автомобильдің жетекші осінің дөңгелектеріне роликтердің «кедергі күшін» жеңуге көмектеседі. Стендтің негізгі компоненттеріне рамка, екі жұп роликтер, электр қозғалтқыштары мен өлшеу құралдары, эксцентрик, доңғалақ тірегі, эксцентрик білік, айнымалы ток қозғалтқышы, фланецті ілініс, электрмагнитті, тежегіш диск, қысым тақтасы кіреді. автокөліктің геометриялық және салмақтық сипаттамаларына байланысты артқы роликтердің орналасуын өзгерту мүмкіндігін беретін серіппе, тіректі роликтерде тұрақтандыру үшін. Электр кернеуі берілгенде айнымалы ток қозғалтқышының роторлы білігі эксцентрик білікті 6 айналдырады. Осы жағдайда электрлік магнит 16 электр тогының әсерінен қысымды дискілерді 13 тартады, серіппелердің қарсылығын 24 жеңеді. Бұл білікке қатаң бекітілген тежегіш дискінің 14 кілтсіз қосылуын қамтамасыз етеді. Доңғалақ тірегіне 1 эксцентріктілігімен әрекет ететін эксцентріктік білік роликтердің орнын өзгертуге көмектеседі. Құрылымдық жағынан бұл жылжымалы тірек 7 (тірек рамасында орналасқан болат қаңылтыр) арқылы қамтамасыз етіледі, оның тіректерінің 3 мойынтіректері қозғалмайтын бекітіледі.

Негіздің алдыңғы жағы өздігінен бекітілген оське бекітілген, ал қарама-қарсы жақ доңғалақ тірегі арқылы эксцентріктің әсерін сезінеді. Артқы роликтің қажетті орын ауыстыруы орнатылғаннан кейін, электр қозғалтқышына ток беру тоқтатылады, ал роликтің қажетті деңгейін бекіту механизмі іске қосылады. Бұл серіппелі күш көмегімен тежегіш дискісіндегі қысым дискілерінің екі жақты әсерінен жүзеге асады.

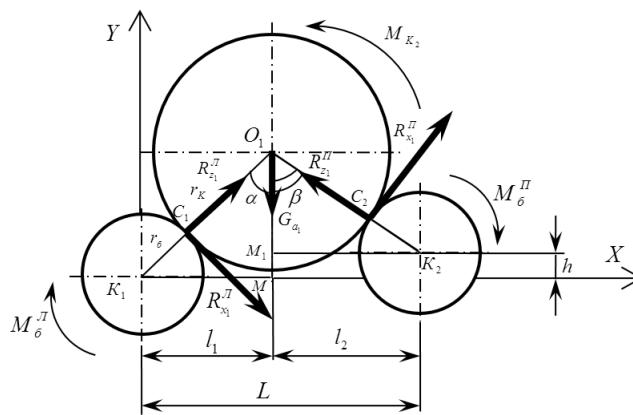
Дегенмен, роликтің биіктігінің өзгеруінің мәнін анықтайтын, көліктің кетуіне жеткілікті теориялық және эксперименттік зерттеулер жоқ. Зерттеу нәтижелері көлік құралының параметрлеріне бейімделуге және тестілеуден кейін автокөліктің тәуелсіз шығу жағдайына сәйкес келетін роликті тіректің қажетті геометриялық сипаттамаларын автоматты түрде орнатуға қабілетті автоматтандырылған стендті құру үшін практикалық маңызы болуы мүмкін.



2-сурет. Автомобильдердің тежегіш жүйесін диагностикалау үшін ұсынылатын стендтің дизайны

Бұл мақалада авторлар сынақтар аяқталғаннан кейін автокөліктің стендтен өздігінен шығу жағдайын анықтауға мүмкіндік беретін математикалық модельді ұсынады.

r_6 радиусы бар стенд тірек-роликті құрылғының жұмыс барабандарында C_1 және C_2 нүктелері мен (3-сурет) K_1 және K_2 центрлері бар дөңгелек қимасы болады, ал нүктелері мен r_K радиусы центрі бар автомобильдің дөңгелектерінің G_{a1} жүктемесін қабылдайды. Артқы ось дөңгелектері тегіс бетке бағытталған.



3-сурет. Стендтің есеп сұлбасы

Роликтердің орталықтан орталыққа дейінгі арақашықтығы L артқы роликтің тік

ығысуы – тіректің оңтайландырылған геометриялық сипаттамалары.

Қабылданған болжам бойынша роликтер еден деңгейінен сәйкес келетін шығыңқыға $S = \frac{1}{3} r_6$ ие.

Бұл оңтайландыру мәселесін шешу алгоритмі бастапқы бұрыштық айнымалыларды анықтауды камтиды

$$\alpha_1 = \arctg\left(\frac{K_1 M}{O_1 M}\right), \quad (5)$$

$$\beta_1 = \arctg\left(\frac{K_2 M}{O_1 M - O_1 M_1}\right) \quad (6)$$

сәйкес $\Delta K_1 M O_1$ и $\Delta K_2 M_1 O_1$ тік бұрышты үшбұрыштарды қарастыру арқылы (3-сурет).

(1) және (2) формулаларында берілген $K_1 M = l_1$, $K_2 M = l_2$ и $O_1 M$ геометриялық параметрлер, және $l_1 = l_2 = \frac{L}{2}$, $O_1 M = \sqrt{(r_6 + r_K)^2 - l_1^2}$ ретінде анықталады. Бұл жағдайда $l_1 < l_2$ қатынас дұрыс болады.

Автокөлік доңғалағының O_1 орталығының орналасуы координат әдісімен анықталады, $K_1(0;0)$ бастапқы роликтің ортасын бастапқы ретінде алады. $K_2(x_2; y_2)$ – артқы роликтің ортасының координаттары. - дөңгелектер центрінің координаттары, шеңберлер үшін теңдеулер жүйесінен анықталады:

$$\begin{cases} |K_1 O_1| = r_6 + r_K \\ |K_2 O_1| = r_6 + r_K \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{(x_3 - 0)^2 + (y_3 - 0)^2} = r_6 + r_K \\ \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2} = r_6 + r_K \end{cases} \quad (7)$$

(3) жүйенің шешімі O_1 нүктенің координаттарын анықтайды:

$$(x - x_3)^2 - (y - y_3)^2 = r_K^2 \quad (8)$$

Тік бұрышты $\Delta K_1 M O_1$ и $\Delta K_2 M_1 O_1$ үшбұрыштардың аяқтарының x_3 және y_3 координаттарын ағымдағы мәндерін анықтап, есептеледі:

$$l_1' = l_1 - (x_3 - x_3') \quad (9)$$

$$l_2' = l_2 + (x_3 - x_3') \quad (10)$$

$$O_1 M' = O_1 M + (y_3 + y_3') \quad (11)$$

Теориялық механика заңдарын басшылыққа ала отырып, диагностикаланған осьтің дөңгелектері мен роликтердің түйісу C_1 и C_2 нүктелерінде және алдыңғы осьтің G_{a_1} тік жүктемесінің таралуы нәтижесінде R_{z_1}'' және R_{z_1}'' тірек реакциялары жүретінін және оларды бағытталғанын айту керек [12].

Тегіс беткейде орналасқан екінші осьтің түйісу нүктелерінде қалыпты осьтер жүреді, олар сан бойынша екінші осьте автомобильдің салмағына тең $R_{z_2} = G_{a_2}$.

Автокөліктің өз бетінше кетуі бірнеше факторларға байланысты болады, атап айтқанда, машинаның тартымдылығы мен геометриялық сипаттамаларына және стендтің геометриялық параметрлеріне байланысты болады.

Автокөліктің негізгі тартымды қасиеттерінің бірі – оның қуаты [15]:

$$N = P_T \cdot V \quad (12)$$

мұндағы P_T – автомобильдің тарту күші, H , V – көлік құралының сынақтан кейін шығу жылдамдығы, m/c .

Автокөліктің тәуелсіз шығуының математикалық шарты машинаның тартылу күшінің сандық мәнін салыстыратын теңсіздік түрінде жазылады (роликтер жасаған «кедергі (шығу) күшін» ескере отырып) және салмақ, автокөліктің еркін (алдыңғы немесе артқы жетекті автокөлік жағдайында) осіне немесе роликтерде орналасқан осіне (толық жетекті көлік құралының диагностикасы жағдайында) құлауы.

Автокөліктің тартылу сипаттамаларына байланысты келесі ерекше жағдайлар мүмкін.

1-ші жағдай – алдыңғы жетекті автомобиль. Бұл жағдайда кету шарттары келесідей болады:

$$\frac{N \cdot \cos \alpha_{H_2} \cdot f_1}{V} > G_{a_2} \cdot \varphi_2 \cdot f_2 \quad (13)$$

2 –ші жағдай – артқы жетекті автомобиль:

$$G_{a_1} \cdot f_1 < \frac{N \cdot \varphi_2 \cdot \cos \alpha_{H_2} \cdot f_2}{V} \quad (14)$$

3 –ші жағдай – толық жетекті автомобиль:

$$\frac{N \cdot \cos \alpha_{H_2} \cdot f_1}{V} > \frac{N \cdot \varphi_2 \cdot f_2}{V} \quad (15)$$

Алынған аналитикалық тәуелділікті тексеру үшін біз есептеу экспериментін жүргіземіз. Тестілеу үшін біз келесі көлік құралдарын таңдаймыз (1-кесте).

1-кесте. Автокөліктердің геометриялық және пайдалану сипаттамасы

№	Автомобильдің маркасы	Автомобильдің қуаты	Донғалақтың диаметрі	Автомобильдің массасы	Жетек
1	Lada Largus	79 кВт	626 мм	1849 кг (906 кг - алдыңғы, 943 кг - артқы)	Алдыңғы
2	Shevrolet SS	312 кВт	669 мм	1803 кг (910 кг - алдыңғы, 893 кг - артқы)	Артқы
3	ВАЗ 2121	59 кВт	406 мм	1285 кг (650 кг - алдыңғы, 635кг - артқы)	Толық

Есептеу эксперименті үшін Автомобиль көлігін пайдалану саласындағы құзыреттілік орталығының «Автомобильдерге техникалық қызмет көрсету және жөндеу» зертханасында орналасқан СТМ-3500 тежегіш стендінің техникалық сипаттамалары пайдаланылады. Стендтің техникалық сипаттамалары 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте. СТМ-3500 стендінің техникалық сипаттамасы

Параметр	Өлшем бірлігі	Мәні
Диагноз қойылған осьте тежеу күшінің өлшеу диапазоны	кН	0-10

Массаның (салмақтың) осінің өлшеу диапазоны	кг	0-3500
Қуат	кВт	7
Роликті орнатудың жалпы өлшемдері	мм	2340x680x290

2-кестенің соңы

Параметр	Өлшем бірлігі	Мәні
Роликтің салмағы	кг	500
Қуат шкафының жалпы өлшемдері	мм	400x155x1100
Қуат шкафының салмағы	кг	20
Жұмыс температурасының диапазоны	град	от -30 до +50

Есептеу нәтижелері 3-ші кестеде көрсетілген.

3-кесте. Есептеу нәтижелері

№	Автомобильдің маркасы	Жетек	Теңсіздіктің сол жағы	Теңсіздіктің оң жағы	Шығу жағдайы
1	Lada Largus	Алдыңғы	135,8 Н	17,1 Н	Иә
2	Shevrolet SS	Артқы	324,54	54,03 Н	Жоқ
3	ВАЗ 2121	Толық	264,32	43,12 Н	Жоқ

Қорытынды. Осылайша, дербес кету шарты бірінші жағдайда ғана орындалады. Демек, автокөліктің роликті тіреуіштен шығуын қамтамасыз ету үшін шығыршықтардың салыстырмалы тік ығысу мәнін төмендету арқылы тіректің геометриялық сипаттамаларын өзгерту қажет.

Авторлар жасаған математикалық модель автокөліктің тәуелсіз шығу жағдайын анықтауға мүмкіндік береді және роликті тіреуді автоматты басқаруға арналған компьютерлік бағдарламаның негізі бола алады.

Әдебиеттер тізімі

1. Серов, А.В. Стенды для контроля технического состояния и обкатки лесотранспортных машин / А.В. Серов. – М.: Изд-во Лесная промышленность, 1969. – 168 с.
2. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов // Под ред. Кузнецова Е.С. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
3. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов // под ред. Крамаренко Г.В. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
4. Технические средства диагностирования / В.П. Калявин [и др.]. – JL: Судостроение, 1984. – 208 с.
5. Харазов, А.М. Диагностирование легковых автомобилей на станциях технического обслуживания / А.М. Харазов, Е.И. Кривенко. – М.: Высш. школа, 1982. – 272 с.
6. Харазов, А.М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей: справ, пособие / А.М. Харазов. – М.: Высш. шк., 1990. – 208 с.
7. Мороз С.М. Диагностирование при государственном техническом осмотре и техническом обслуживании автомобилей / С.М. Мороз. – М.: Н. Новгород: НГТУ, 2002. – 230 с.
8. Постоит, А.В., Власов, В.М. Информационное обеспечение автотранспортных систем. – М.: МАДИ, 2004. – 242 с.
9. Завалко А.Г., Байгереев С.Р., Таутанов А.С., Ковтун С.Д. Моделирование технологических процессов диагностирования автотранспортных средств для формирования оптимальной структуры испытательного оборудования / Вестник ВКТУ им. Д. Серикбаева, Институт вычислительных технологий Сибирского отделения РАН (совместный выпуск). Вычислительные технологии- 2013. – Ч. 3. – С. 140-143.

10. Кофман, А., Крюон, Р. Массовое обслуживание, теория и применения. – М.: Прогресс, 1965.
11. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. 2-е изд. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
12. Байгереев С.Р., Завалко А.Г. Стенд для диагностирования тормозных систем автомобилей с варьированием положения роликов / Материалы XII Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых (19-20 апреля 2012 г.). – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2012 – Ч. II. – С. 17-18.
13. Завалко, А.Г., Байгереев, С.Р. Power roller stand with adaptive system of geometrical parameters and automobile test modes / Proceedings of the 2nd International Academic Conference Applied and Fundamental Studies (Volume 1). - St. Louis, Missouri, USA, March 8-10, 2013.
14. Кравченко, В.А. Эксплуатационные свойства автомобилей: учебное пособие / В.А. Кравченко. – Зерноград. АЧГАА, 2005. – 218 с.
15. Левинсон, Б.В. Пособие по диагностированию технического состояния автомобиля/ Б.В. Левинсон, Б.В. Гернер - Технша, 1974. – 84 с.

References

1. Serov, A.B. Stendy dlya kontrolya tekhnicheskogo sostoyaniya i obkatki lesotransportnyh mashin / A.B. Serov. – М.: Izd-vo Lesnaya promyshlennost', 1969. – 168 s.
 2. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobilej: uchebnik dlya vuzov // Pod red. Kuznecova E.S. – М.: Transport, 1991. – 413 s.
 3. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobilej: uchebnik dlya vuzov // pod red. Kramarenko G.V. – М.: Transport, 1983. – 488 s.
 4. Tekhnicheskie sredstva diagnostirovaniya / V.P. Kalyavin [i dr.] – JL: Su-dostroenie, 1984 - 208 s.
 5. Harazov, A.M. Diagnostirovanie legkovyh avtomobilej na stanciyah tekhnicheskogo obsluzhivaniya / A.M. Harazov, E.I. Krivenko. – М.: Vyssh. shkola, 1982. – 272 s.
 6. Harazov, A.M. Diagnosticheskoe obespechenie tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta avtomobilej: sprav, posobie / A.M. Harazov. – М.: Vyssh. shk., 1990. – 208 s.
 7. Moroz S.M. Diagnostirovanie pri gosudarstvennom tekhnicheskom osmotre i tekhnicheskom obsluzhivanii avtomobilej / S.M. Moroz. – М.: N.Novgorod: NGTU, 2002. – 230 s.
 8. Postolit, A.V., Vlasov, V.M. Informacionnoe obespechenie avtotransportnyh sistem. – М.: MADI, 2004-242 s.
 9. Zavalko A.G., Bajgereev S.R., Tautanov A.S., Kovtun S.D. Modelirovanie tekhnologicheskikh processov diagnostirovaniya avtotransportnyh sredstv dlya formirovaniya optimal'noj struktury ispytatelnogo oborudovaniya / Vestnik VKGTU im. D. Serikbaeva, Institut vychislitel'nyh tekhnologij Sibirskogo otdeleniya RAN (sovmestnyj vypusk). Vychislitel'nye tekhnologii. – 2013. – chast' 3. – S. 140-143.
 10. Kofman, A., Kryuon, R. Massovoe obsluzhivanie, teoriya i primeneniya. – М.: Progress, 1965
 11. Ventcel' E.S. Issledovanie operacij: zadachi, principy, metodologiya. 2-e izd. – М.: Nauka, 1988. - 208 s.
 12. Bajgereev S.R., Zavalko A.G. Stend dlya diagnostirovaniya tormoznyh sistem avtomobilej s var'irovaniem polozheniya rolikov / Materialy XII Respublikanskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii studentov, magistrantov i molodyh uchenyh (19-20 aprelya 2012 g.). – Ust'-Kamenogorsk: VKGTU, 2012. – CH.II. – S. 17-18.
 13. Zavalko, A.G., Bajgereev, S.R. Power roller stand with adaptive system of geometrical parameters and automobile test modes / Proceedings of the 2nd International Academic Conference Applied and Fundamental Studies (Volume 1). – St. Louis, Missouri, USA, March 8-10, 2013.
 14. Kravchenko, V.A. Ekspluatatsionnye svojstva avtomobilej: uchebnoe posobie / V.A. Kravchenko. – Zernograd. ACHGAA, 2005. – 218 s.
 15. Levinson, B.V. Posobie po diagnostirovaniyu tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobilya / B.V. Levinson, B.V. Gerner - Tekhnsha, 1974. – 84 s.
-
-