

Инновациялық жөндеу жиынтығын қолдану саласына сараптама

Аңдатпа. Автомобиль көлігінің жылжымалы құрамы паркінің өсуі жол қауіпсіздігін қамтамасыз етуге қойылатын талаптарды арттырады, ол айтарлықтай дәрежеде пайдалану сенімділігімен және жүріс бөлігінің тораптары мен тетіктерінің техникалық жай-күйімен айқындалады.

Көптеген елдерде жөндеу жиынтықтары негізінде автотранспорттық техника мен технологиялық жабдықтың сапасын, сенімділігін және ұзақ мерзімділігін арттыру, сондай-ақ пайдалану беріктігін арттыруға мүмкіндік беретін жаңа триботехникалық әдістерді пайдалана отырып дайындау және құрастыру технологияларының мәселелеріне байланысты ауқымды зерттеулер жүргізілуде.

Айналмалы қозғалысқа арналған инновациялық жөндеу жиынтықтарын теміржол, автомобиль көлігінде, аспалы түйіндерде, амортизаторлар мен гидравликалық цилиндрлерде, рульде, кардандық берілістерде, әуе кемелерінің мойынтіректерінде, электр контакторларында, тігін, тау-кен, мұнай-газ өндіру және өңдеу өндірістерінде және басқа да дәстүрлі сырғанау және жылжымалы подшипниктерде қолданылатын жерлерде өзара айналдыру режимінде үлкен жүктемелер кезінде пайдалануға болады.

Түйін сөздер: храповик эффектісі, серіппелі қосымша бет, сырғанау мойынтіректері, жөндеу жиынтығы, жөндеу жиынтығы.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-141-4-38-46

Кіріспе

Бұл жұмыста тұрақтандыру режимнің және тозудың біркелкілігінің нәтижесі біліктің немесе сыртқы сақинаның өзара айналу қозғалысы кезінде қол жеткізілуі, серіппелі төсеніштің бұралуы мен бұралуына байланысты тежеу, сәйкесінше серіппелі төсеніштің ішкі немесе сыртқы бетінде пайда болуы («храповик эффектісі») серіппелі орамның бағытына байланысты тек бір бағытта мәжбүрлі түрде бұрылады. Жұмыс барысында жұмыс беттеріндегі байланыс сызығы өзгереді, бұл олардың тозуының төмендеуіне әкеледі.

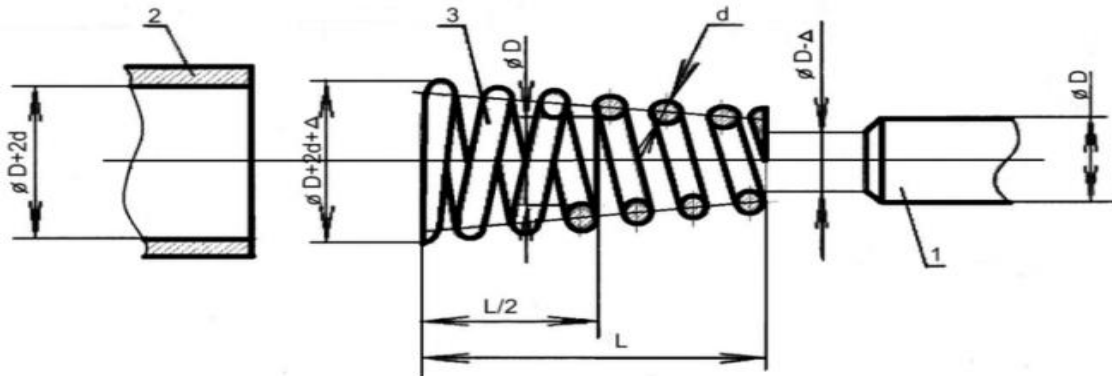
Пайдалану сипаттамаларын жоғарылату міндетіне серпімді аралық элементті подшипникке енгізу арқылы қол жеткізіледі - цилиндрлік серіппе түріндегі жылжымалы төсеніш, оның қысу күшін реттеу арқылы жұмыс беттерінде тотығу процестерін шектеу және микропластикалық деформация арқылы беттің активтенуінің пайда болуы үшін қажетті тығыздау жасалады. Қалыпты тотықтырғыш үйкеліс (ҚТҮ), жекелеген тасымалдау (ЖТ) механизмдерін және үйкеліс өткізгіштігінің құбылысын (ҮӨҚ) зерттеу тәжірибесінен мойынтіректердегі төзімсіздік әсерінің тұрақтылығын арттырудың бірлесіп әрекет ететін екі шарты туындайды:

1. Жұмыс беттерін пластикалық деформациямен белсендіру.
 2. Мойынтіректердің жұмыс беттеріндегі тотығу процестерін басу (шектеу).
- Дәстүрлі мойынтіректерде бұл шарттар орындалмайды.

Әдістеме

Осы шарттарды сақтау үшін, шарттарды орындауға болатын айналмалы қозғалыс үшін

инновациялық жөндеу жиынтығының дизайны ұсынылды [1, 2, 3, 4, 5]. Осы мақсатта подшипник бұрандалы цилиндрлік серіппе (аралық элемент) түрінде жылжымалы ішпекпен жабдықталған, ол тербелмелі режимде тек бір бағытта мәжбүрлі түрде айналады және осылайша тозу мен майлаудың біркелкілігіне қол жеткізеді. Микропластикалық деформацияларға қол жеткізу үшін қажетті серіппенің кернеуі оны қысу арқылы жасалады. Тербелмелі режимде серіппелі төсеніштің бұралуы немесе бұралуы салдарынан ішкі немесе сыртқы бетінде серпімді кернеу пайда болады және ол бір бағытта мәжбүрлі түрде бұрылады (храповка эффектісі). Ұсынылған дизайндағы тотығу процестерін басу майлы тығыздағышпен оңай қол жеткізіледі. Оң нәтиже сонымен қатар үйкелістің адгезиялық компонентін (демалу үйкелісі) азайту және Н.Е. Жуковскийдің "үйкеліссіз қозғалыс туралы" идеяларын ішінара жүзеге асыру (аралық тіректі айналдыру) арқылы сыртқы энергия көзін пайдаланбай алынады. Ұқсас жөндеу жиынтығы (1 - сурет) инелі мойынтіректерінің орнына гимбальды мойынтіректерді, аспа блоктарын, рульдік ілмектерді және өзара айналмалы режимде жұмыс істейтін басқа да түйіндерді кеңінен қолдануға болады.



Сурет 1. Жылжымалы серіппелі ішпегі бар жөндеу жиынтығының сұлбасы

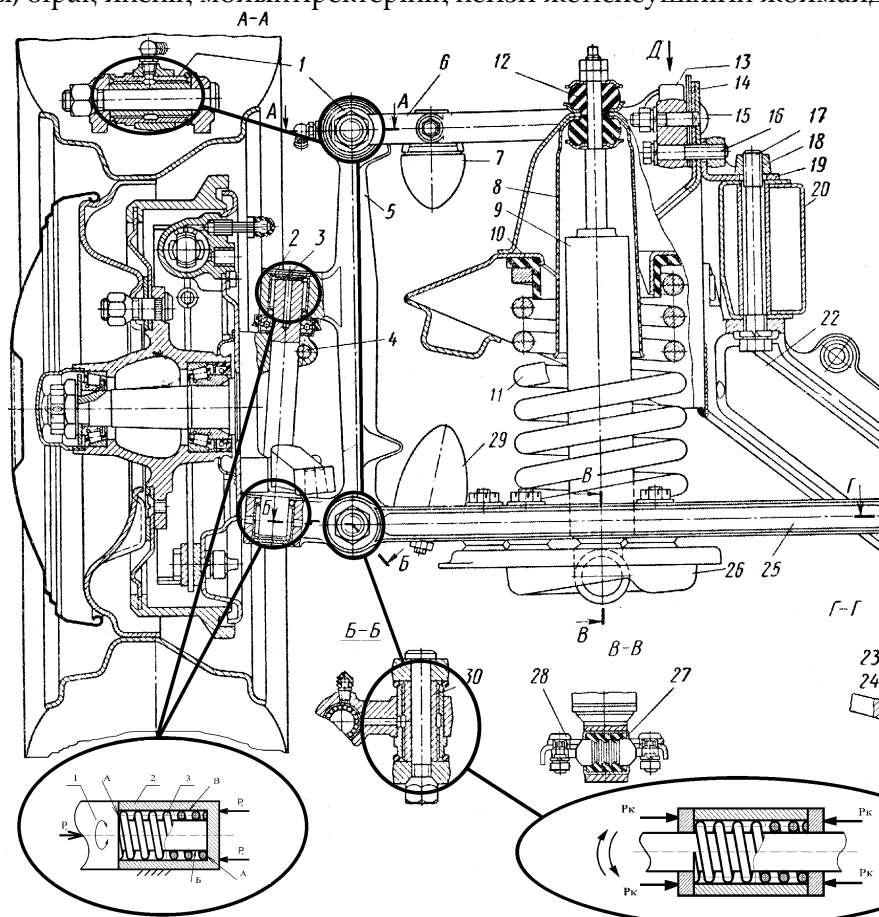
Талқылау

Авторлар тобы жасаған құрылғыда 1- сурет пайдалану сипаттамаларын жоғарылату міндетіне мойынтірекке серпімді аралық элементті - цилиндрлік серіппе түріндегі жылжымалы ішпекті енгізу арқылы қол жеткізіледі, оны қысу күшін реттеу арқылы жұмыс беттерінде тотығу процестерін шектеу және микропластикалық деформация арқылы беттің активтенуінің пайда болуы үшін қажетті тығыздау жасалады. Режимді тұрақтандыруға және тозудың біркелкілігіне біліктің немесе сыртқы сақинаның өзара айналмалы қозғалысы кезінде серіппелі ішпекті бұрау немесе бұрау арқылы сәйкесінше ішкі немесе сыртқы беттерде тежеу пайда болады, ал серіппелі төсеніш (пайда болған "храповик эффектінің" арқасында) орамның бағытына байланысты серіппелер тек бір бағытта мәжбүрлі түрде бұрылады. Сонымен қатар, жұмыс барысында жұмыс беттеріндегі байланыс сызығы үнемі өзгеріп отырады, бұл олардың тозуының төмендеуіне әкеледі.

Тығыздағышты реттеу үшін, мысалы, жөндеу кезінде тозудың орнын толтыру үшін, тірек шайбаларының бірі мен серіппелі төсемнің ұшының арасында қажет болған жағдайда реттеу шайбалары орнатылуы мүмкін.

Төзімсіздік режимін қоздыру және қолдау үшін әртүрлі әдістерді қолдануға болады (жоғарыда аталған жағдайларды орындау кезінде), арнайы әдебиеттерде сипатталған: металл бітеуіш қосындыларды майлауға кіріспе, мәрелі антифрикциялық абразивті емес өңдеу (МААЕӨ) әдістерімен арнайы өңдеу, құрамында металл қаптайтын компоненттері бар материалдарды қолдану және т. б. Қыстырғышты жұмыс беті тозған кезде мойынтіректі реттеу үшін пайдалану ұсынылады. Мұның бәрі мойынтіректің жұмыс беттеріне қонуды тағайындау кезінде басқа тәсілді қамтиды. Жаңа дизайндағы мойынтіректерді қолдана отырып, автомобиль агрегаттарының кейбір түйіндерін орындау мысалдары төменде келтірілген.

Көптеген ГАЗ модельдерінің алдыңғы аспасы, сондай – ақ көптеген жүк көліктері (мысалы, КаМАЗ) - тәуелсіз, бұралған цилиндрлік серіппелерде, телескопиялық амортизаторлармен бірге жұмыс істейтін көлденең тұрақтылықты тұрақтандырғыш тәуелді түрлері бойынша қарастырылған. Ол алынбалы крестке орнатылады және тәуелсіз түйін болып табылады. Автомобильді басқаруды жеңілдету үшін екі ине мойынтірекеріне немесе резеңке сақиналармен кірден қорғалған қола сырғанау мойынтірекеріне бекітілген, резеңке сақиналары кірден қорғалған, ал осьтік күш арнайы тығыздағышпен жабылған қатты шарикті мойынтірекпен қабылданады (2- сурет) [6, 7]. Айналмалы жұдырық пен тіректің бастары арасындағы осьтік алшақтық реттелетін шайбамен таңдалады. Шайбаны орнатқаннан кейінгі саңылау 0,2 мм-ден аспауы тиіс. Шквор айналмалы жұдырыққа шкворның жоғарғы ұшындағы жартылай шеңберлі қасқалшаға кіретін істіктің көмегімен бекітіледі. Машинаны пайдалану кезінде тербелмелі режимде жұмыс істейтін шквор инелерді басу нәтижесінде бір жағынан тозады, қалыптан тыс люфт пайда болады және басқарудағы тұрақтылық бұзылады [7]. Нұсқауларға сәйкес, бұл артқы жағын 90 сек бұрау арқылы жоюға болады, осылайша бұрын жұмыс істемейтін беттерді жүктеуге болады. Ол үшін екінші жартылай шеңберлі қасқалша бар. Бұл шаралар ілмектің жалпы ресурсын біршама арттырады, бірақ иненің мойынтірекерінің негізгі жетіспеушілігін жоймайды.



Сурет 2. ГАЗ автомобильдерінің алдыңғы аспа тобы үшін қолданыстағы топсалы түйіндерді жаңа топсалармен ауыстыру ықтималдылық конструкция нұсқалары

Инеді мойынтірекері айналмайды, тек кішкентай амплитудалармен (байланыс аймағында) ауытқиды және іс жүзінде ауыспалы сәйкессіздігі бар біліктер арасындағы ілінісу функциясын орындайды. Олар арқылы беру кезінде пайда болатын моменттердің әсерінен, жоғары байланыс кернеулері, мойынтірекердің жұмыс беттерінде майысулар пайда болады,

«жалған бринелинг» деп аталады, ең көп жүктелген мойынтірек кептеліп қалады. Стандартты ине мойынтіректерінде ішкі сақина жоқ, инелерге арналған жылжымалы жол - бұл шұңқырдың беті.

3- суретте ауыр жол жағдайларында пайдалану кезінде пайда болған айқын қиғаштары бар (жалған бринелирлеу) мойынтіректің инелері жұмыс істеген шелектің бір бөлігінің фотосуреті ұсынылған.



Сурет 3. Тозған бөлшектердің сыртқы түрі ("жалған бринелирлеу")
мойынтірек түйіні
А) - мойынтірек;
В) - кресттер

Әдебиетте [8, 9, 10] сондай-ақ, ине мойынтіректерінің орнына қолдануға болатын қатаң бекітілген бұрылыстары бар цилиндрлік спиральды серіппелер түрінде бекітілген аралық элементтері (ішпектері) бар сырғанау тіректері сипатталған.

Мойынтіректердің екі түрінің де кемшіліктері бар - орнатудың, ұрудың және кептелудің пайда болуына байланысты төмен сенімділік пен беріктік.

Иненің жылжымалы мойынтіректерінде [6] үйкелісті төмендететін аралық элемент – төсеніш ретінде ұзын ине роликтері қолданылады, олар жоғары жылдамдықта жақсы жұмыс істейді және өзара айналмалы қозғалысқа арналмаған.

Олар үшін материалдар, дизайн схемалары, жылжымалы подшипниктерді өңдеу және сынау әдістері сәйкесінше таңдалады. Оларды қолдану мәжбүрлі шара болып табылады, өйткені өзара айналу режимі үшін сенімді мойынтірек конструкциялары әлі жасалмаған.

Жұмыс кезінде қола жеңдер де, көбінесе біркелкі емес эксцентрілік тозады.

Қайтарымды-айналмалы (тербелмелі) режим үшін мойынтіректердің сенімділігі мен тозуға төзімділігі мәселесі тозудың әркелкілігі мен жергілікті қазбаның пайда болуына байланысты антифрикциялық материалдардан (металл, полимер, құрама және т.б.) жасалған қозғалмайтын ішпектерді қолдану арқылы шешілмейді. Бұл кемшілік жойылмайды және әр түрлі сым секциялары бар бекітілген бұрылыстары бар спиральды серіппелер түрінде мойынтіректерді қолдану арқылы жойылады, сол уақытта төсеніш тұрақты болып қалады және тек майлаудың таралуын жақсартады.

Нәтижелер

Нақты орындалудың мысалы ретінде газ автомобильдерінің айналмалы аспасына арналған ине роликті мойынтіректің орнына жөндеу жиынтығы ұсынылады. Ұсынылған сырғанау мойынтіректерінде ине роликтерінің жиынтығынан басқа, ине мойынтіректерінің негізгі бөліктері

сақталады. Оның орнына, серіппелі цилиндрлік серіппе түрінде серіппелі төсеніш сыртқы сақина мен доңғалақ арасындағы алшақтыққа орнатылады. Содан кейін, мойынтірек серіппелі төсенішті босату бағытында айналғанда, оның сыртқы бетінде тартылыс пайда болады, ал ішкі жағында алшақтық пайда болады. Бұралу кезінде (мойынтіректің екінші жағына айналуынан) керісінше - лайнердің сыртқы бетінде кернеу жоғалады, ал ішкі жағында ол қайта басталады. Өзара айналмалы (тербелмелі) қозғалыс режимінде серпімді серіппелі төсеніш серіппелі орамның бағытына байланысты бір бағытта мәжбүрлі түрде айналады, осылайша режимді тұрақтандыруға және тозудың біркелкілігіне қол жеткізіледі. Дәстүрлі емес сырғанау мойынтіректері 943/20 инелі мойынтіректер негізінде мойынтірек бөлшектерін барынша қолдана отырып жасалады. Сонымен, 943/20 мойынтірек роликтердің орнына арнайы серіппелі ішпек қолданылады. Мұндай ішпек мойынтіректің сыртқы сақинасына орнатылады. Мойынтіректің сыртқы сақинасы түбін алып тастамай жасалуы мүмкін (әсіресе ГАЗ автомобильдерінің аспалы мойынтіректері үшін). Бұл дизайн мойынтіректерді жақсы тығыздауды қамтамасыз етеді және осы түйінде қолданылатын арнайы қақпақтардың орнатылуын болдырмайды.

Құрылымдық тұрғыдан алғанда, мойынтірек сақинасы жоғарғы біліксіз орындалады, өйткені ашық бөрене 90 сек бұрышында қазірдің өзінде орнатылған серіппелі төсенішпен қапталған.

Суретте классикалық ВАЗ автомобиль модельдерінің кресттеріне арналған көктемгі төсеніштері бар жөндеу жинақтары[11] (инелердің орнына), (сурет. 4).



Сурет 4. ВАЗ (классикалық) автокөлігінің крестовиналары орнатылған серіппелі жапсырмалар

Амортизатордың поршөнінің дизайнына поршөндік сақинаға қатысты өзгерістер енгізілген, олар бұрандалы цилиндрлік серіппе түрінде жасалған (5-сурет)



Сурет 5. ВАЗ автокөлік артқы амортизаторы: шаршы қиманың сығымдалған орамдары бар цилиндрлік бұрандалы тығыздағышты серіппелі поршеньді жөндеу жиынтығы

Қорытынды

Инновациялық жөндеу жиынтығының мынадай артықшылықтары бар:

- лабиринт әсерінен серіппелі поршеньді тығыздағышты қолданған кезде жақсы обтюрация қамтамасыз етіледі;
- трибологиялық эффектілерді қолдану арқылы поршеньді жұптаудың беріктігі артады;
- "храповик әсерін" пайдалана отырып, серіппелі тығынның айналу тұрақтылығы есебінен пайдаланудағы сенімділік пен қауіпсіздік артады;
- жұмыс беттерінің автоматты түрде алынатын түйісулерінің есебінен, сондай-ақ бөлшектердің жұмыс беттерінің дайындалу дәлдігін төмендету есебінен бұйымды дайындау және құрастыру құны төмендейді;
- жөндеу кезінде серіппелі ішпектің қысылуын реттеу мүмкіндігі тозуды өтеу мақсатында қалады;
- резеңке төлкенің жұмыс қабілеттілігі автомобильге жүктеме өзгерген кезде пайда болатын резеңкедегі кернеуді жою, сондай-ақ сайлентблок конструкциясында серіппелі жапсырманы пайдалану есебінен тегіс емес жолмен қозғалу кезінде сақталады;
- пайдалану аясы кеңейеді: яғни бұл жөндеу жиынтығын көлік машиналарының әртүрлі түйіндерінде қолдануға болады: амортизаторлар, жетек білігінің ілмектері, доңғалақ аспасы, рульдік түйіндер және т. б.;
- мойынтіректің беріктігі 1,5-2 ке артады, төзімділік әсерінің тұрақтылығын арттыру есебінен белгілі конструкцияларында мойынтіректер жоқ;
- "май соратын бұранда" әсерінен майлаудың таралуы жақсарады;
- тораптарды жөндеу және қалпына келтіру жеңілдетіледі - мойынтіректің жаңа жөндеу жинағы дәстүрлі емес конструкцияның жаңа мойынтіректерімен жиынтықта ескі бөлшектерді ("жалған бреленірлеу" іздерімен) пайдалануға мүмкіндік береді;
- инновациялық жөндеу жинағы оңай дайындау, құрастыру және ауыстыру кезінде жөндеу процесінде пайдалану;
- жөндеу аралық жүрісі 1,5-2 артады.

Әдебиеттер тізімі

1. Износ и безызносность: монография / В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов, А.С. Денисов. Саратов. гос. техн. ун-т, - Саратов, СГТУ, 2000. -136 с. - кітап
2. Движение без трения и износа: учеб. пособие. / В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов. Саратов. гос. техн. ун-т,- Саратов: СГТУ, 2007. – 52 с. - кітап
3. Kushaliyev D., Shulanbayeva L.T., Ermanova B.A. 2019. Repair kit application with spring insert in silentblock of amortizor Lecture Notes in Mechanical Engineering. P. 2185-2191 - мақала
4. Kushaliyev D., Shulanbayeva L.T., Ermanova B.A. 2021. Functional Tuning of Car Suspension Lecture Notes in Mechanical Engineering. P. 694-701 - мақала
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов. Изд. 7-е, стер./ В.Е. Гмурман. – М.: Высш. шк. 2000. - 479 с. – оқу құралы
6. Vijayakumar R., Pannirselvam N. Multi-objective optimisation of mild steel embossed plate shear connector using artificial neural network-integrated genetic algorithm. Case Studies in Construction Materials 17, e. 01560. 2022 – мақала.
7. Jia L., Zhao Y., Liu H., Chen Z., Kashan K. Flexural performance of weld-strengthened steel beam-square column joints subjected to axial column loading. Journal of Constructional Steel Research. 2022. P. 19-27 - мақала.
8. Роликовый подшипник качения. RU2018121635. 2014. С.1-3 – патент
9. Liu Z., Xiao W., Cui J., Mei L. Application of an information fusion method to the incipient fault diagnosis of the drilling permanent magnet synchronous motor. Journal of Petroleum Science and Engineering. 2022. P.219-235 – мақала.
10. Инновационный патент на изобретение РК № 282440, «Подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения с коническим пружинным вкладышем» / Д.К. Кушалиев, патентообладатель ЗКАТУ им. Жангир хана14.02.2013 – 6 с. - патент.

Б.Б.Тогизбаева, Д.К. Кушалиев, К.Г. Балабекова, Б. Навийхан

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Область применения инновационного ремонтного комплекта

Аннотация. Рост парка подвижного состава автомобильного транспорта повышает требования к обеспечению дорожной безопасности, которая в значительной мере определяется эксплуатационной надежностью и техническим состоянием узлов и механизмов ходовой части.

Во многих странах ведутся крупномасштабные исследования, связанные с проблемами повышения качества, надежности и долговечности автотранспортной техники и технологического оборудования на основе ремонтных комплектов, а также технологиями изготовления и сборки с использованием новых триботехнических методов, позволяющих повысить эксплуатационную долговечность.

Предлагаемые инновационные ремонтные комплекты для возвратно-вращательного движения могут быть использованы в железнодорожном, автомобильном транспорте, в узлах подвески, амортизаторах и гидроцилиндрах, рулевом управлении, карданных передачах, в подшипниковых узлах летательных аппаратов, электрических контакторах, швейном, горнодобывающем, нефтегазодобывающем и перерабатывающем производствах и некоторых других, где применяются традиционные подшипники скольжения и качения при больших нагрузках в возвратно-вращательном режиме.

Ключевые слова: эффект храповика, пружинный вкладыш, подшипник скольжения, ремонтный комплект, ремонтный комплект.

B.B.Togizbayeva, D.K. Kushaliev, K.G. Balabekova, B. Naviykhan
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Scope of application of the innovative repair kit

Abstract. The growth of the fleet of rolling stock of motor transport increases the requirements for road safety, which is largely determined by the operational reliability and technical condition of the components and mechanisms of the chassis.

In many countries, large-scale studies are being conducted related to the problems of improving the quality, reliability and durability of motor vehicles and technological equipment based on repair kits, as well as manufacturing and assembly technologies using new tribotechnical methods that increase operational durability.

The proposed innovative repair kits for reciprocating motion can be used in railway, automobile transport, suspension units, shock absorbers and hydraulic cylinders, steering, cardan gears, bearing units of aircraft, electrical contactors, sewing, mining, oil and gas production and processing industries and some others where traditional sliding and rolling bearings are used under heavy loads in the reciprocating-rotational mode.

Keywords: ratchet effect, spring liner, sliding bearing, repair kit, repair kit.

References

1. Iznos I bezyznosnost': monographia/ V.G. Kuranov, A.N. Vinogradov, A.S. Denisov. Sarat.gos.tekhn. un-t, - Saratov, SGTU, 2000. -136 s. - book
2. Dvijenie bez treniya I iznosa: ucheb.posob./ V.G. Kuranov, A.N. Vinogradov. Движение без трения и износа: учеб. пособие. / В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов. Sarat.gos.tekhn. un-t, - Saratov, SGTU, 2007. – 52 с. - book
3. Kushaliyev D., Shulanbayeva L.T., Ermanova B.A. 2019. Repair kit application with spring insert in silentblock of amortizor Lecture Notes in Mechanical Engineering. P. 2185-2191 - Journal article
4. Kushaliyev D., Shulanbayeva L.T., Ermanova B.A. 2021. Functional Tuning of Car Suspension Lecture Notes in Mechanical Engineering. P. 694-701 - Journal article
5. Gmurman V.E. Teoriya veroyatnostei I matematicheskaya statistika: ucheb.posobie dlya vuzov. Izd. 7, ster/ V.E. Gmurman. – M. Vysh.shk.2000. – 479 s.– textbook.
6. Vijayakumar R., Pannirselvam N. Multi-objective optimisation of mild steel embossed plate shear connector using artificial neural network-integrated genetic algorithm. Case Studies in Construction Materials 17, e. 01560. 2022 – Journal article.
7. Jia L., Zhao Y., Liu H., Chen Z., Kashan K. Flexural performance of weld-strengthened steel beam-square column joints subjected to axial column loading. Journal of Constructional Steel Research. 2022. P. 19-27 - Journal article.
8. Роликовый подшипник качения. RU2018121635. 2014. С.1-3 – patent.
9. Liu Z., Xiao W., Cui J., Mei L. Application of an information fusion method to the incipient fault diagnosis of the drilling permanent magnet synchronous motor. Journal of Petroleum Science and Engineering. 2022. P.219-235 – Journal article.
10. Innovacionnyi patent na izobrenenie RK № 282440, «Podshipnik skolzheniya dlya vozvratno-vrashatel'nogo dvizheniya s konicheskim pruzhinnyim vkladyshe»/ D.K. Kushaliev, Patentoobladatel ZKATU im. Zhangir Hana 14.02.2013 - 6s. - patent.

Авторлар туралы мәлімет:

Тогизбаева Б.Б. – техника ғылымдарының докторы, профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің көлік, көлік техникасы және технологиялары кафедрасының

менгерушісі, Астана, Қазақстан.

Қушалиев Д.К. – техника ғылымдарының кандидаты, Ph.D. докторы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің көлік, көлік техникасы және технологиялары кафедрасының доцентінің міндетін атқарушы, Астана, Қазақстан.

Балабекова К.Г. – Ph.D. докторы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің көлік, көлік техникасы және технологиялары кафедрасының доценті, Астана, Қазақстан.

Навийхан Б. - Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің көлік, көлік техникасы және технологиялары кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан.

Togizbayeva B.B. - Doctor of Technical Sciences, Professor. Head of the Department of Transport, Transport Equipment and Technology of the L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Kushaliev D.K. - Candidate of Technical Sciences, PhD, Acting Associate Professor of the Department of Transport, Transport Engineering and Technology of the L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Balabekova K.G. - PhD, Associate Professor of the Department of Transport, Transport Engineering and Technology of the L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Naviykhan B. - Senior Lecturer of the Department of Transport, Transport Equipment and Technology of the L.N.Gumilev Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.