



ХҒТАР 73.31.41  
Ғылыми мақала

<https://doi.org/10.32523/2616-7263-2025-153-4-22-34>

## Автомобильдің шарлы тірегінің жұмысының проблемалары мен шешімдері

Д. К.Кушалиев<sup>1</sup> , Е.Т. Қалшора<sup>1</sup> \*, А.Е.Тойлыбаев<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті КеАҚ, Астана, Қазақстан

<sup>2</sup>ALT Академиясы, Алматы, Қазақстан

E mail: [1yespenbet\\_kalshora@mail.ru](mailto:1yespenbet_kalshora@mail.ru), [kushaliyev\\_dk@enu.kz](mailto:kushaliyev_dk@enu.kz), [a.toilybaev@alt.edu.kz](mailto:a.toilybaev@alt.edu.kz)

**Аңдатпа.** Мақалада шарлы тірек ақаулығының белгілері көрсетілген. Автокөліктің жүруі кезінде бұл элемент жол бетінің кез-келген әсерін көтереді, яғни пайдалану жағдайында ол үлкен жүктемелерге ұшырайды. Авторлар кері-айналмалы қозғалысқа арналған инновациялық жөндеу жинағы арқылы шарлы тіректің қызмет ету мерзімін арттыруды ұсынады. Бұл жұмыста тұрақтандыру, тозудың режимі мен біркелкілігінің нәтижесі көрсетілген. Біліктің немесе сыртқы сақинаның кері-айналмалы қозғалысы кезінде серіппелі төсемнің бұралуы арқылы қол жеткізіледі, сәйкесінше серіппелі төсемнің ішкі немесе сыртқы бетінде тежеу пайда болады да (храповик эффектісі), серіппені орау бағытына байланысты тек бір бағытта мәжбүрлі түрде бұрылады. Жұмыс барысында үйкелетін жанасу беттері өзгеріп отырады, бұл олардың тозуының төмендеуіне әсер етеді. Осы шарттар сақталу үшін, осы шарттар орындалуы мүмкін айналмалы қозғалысқа арналған сырғанау мойынтіректерінің дизайны ұсынылды. Осы мақсатта мойынтірек бұрандалы цилиндрлік серіппе (аралық элемент) түріндегі жылжымалы төсеммен жабдықталған, ол тербелмелі режимде тек бір бағытқа мәжбүрлі түрде айналады және осылайша тозудың біркелкілігін қамтамасыз етеді.

**Түйін сөздер:** Автокөлік аспасы, шарлы тірек, үйкеліс, серіппе, композитті материалдар

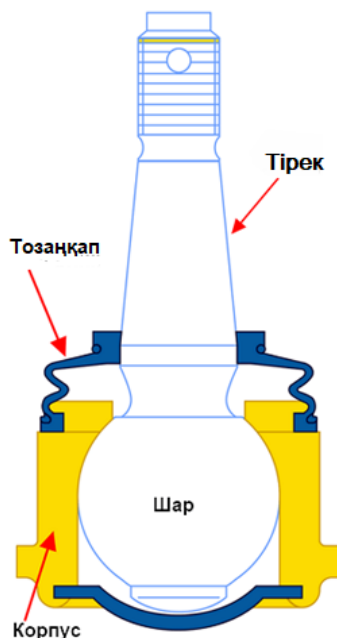
## Кіріспе

Шарлы тірек – автокөлік аспасының негізгі компоненттерінің бірі болып табылады. Аталған бөлшек бірнеше он жылдықтар бұрын жасалғанына қарамастан, ол көп өзгеріссіз қалды және бүгінгі күнге дейін автомобильдің аспа жүйесінде, капотты бекітетін механизмде, теңестіру рычагында және рөлдік механизм сияқты басқа да компоненттерде қолданылып келеді. Бөлшек негізінен ауыстырмалы-тұтынылатын болғанына қарамастан, ол салмағы жағынан ауыр және өңдеп қайта пайдалануды шектейтін бекітілетін шарнирлі қосылыстарға тамаша балама болды.

Шарлы тірек – жетекші доңғалақтың ступицасын қозғалмалы рычагтармен байланыстыратын автомобиль аспасының элементі. Оның негізгі функциясы – тік ось бойымен қозғалмай, дөңгелектердің кедергісіз айналуын қамтамасыз ету. Көбінесе, біз басқарылатын дөңгелектер туралы айтамыз, яғни шарлы тірек барлық жерде алдыңғы жетекті автокөліктер аспасында қолданылады. Шарлы тіректі пайдалану дөңгелектердің тік жазықтықта қозғалуын болдырмауға және көлденең айналуын сақтауға мүмкіндік берді.

Тіректің ең кең таралған түрі – дөңгелекке бір шарлы тіректің орнатылуы, яғни барлығы екі тірек болады. Дегенмен, кейбір автомобильдерде, әсіресе жол талғамайтын көліктерде, әр дөңгелекте жоғарғы және төменгі тіректер пайдаланылады.

Кейбір автокөліктер тек алдыңғы ғана емес, сонымен қатар артқы тәуелсіз аспалармен, соның ішінде көпрычагты аспамен жабдықталған. Бірақ мұндай нұсқалар сирек кездеседі. Айта кету керек, жүріс бөлігіндегі шарлы тіректердің көбеюі диагностиканың және жөндеудің құнын қиындатады, сәйкесінше ұзақ мерзімді пайдалануды қамтамасыз етеді, сенімділікті арттырады және сыну ықтималдығын азайтады. Шарлы тіректің құрылысы 1 суретте көрсетілген.



1-сурет. Шарлы тіректің құрылысы

Жеңілдетілген түрде, тірек корпус ішінде қимыл жасайтын сфералық саусақ деп қарауға болады. Егер берілген суретті толығырақ талдайтын болсақ, бірнеше маңызды элементтерді ажыратуға болады:

- саусақтың бір ұшында сфералық бөлігі бар және келесі ұшында резьба салынған;
- цилиндр тәрізді өзек саңылауы және бекітпелері бар металл корпус;
- тіректің төменгі бөлігінде полимерден жасалған завальцовка бар, ол шайбаны орнына қысып ұстайды.
- тозаңқап – құрылғының корпусын жолдағы кірден қорғауға арналған тығыздағыш серпімді резеңке элемент.

О бастағы нұсқасында шарлы тірек пластинаны серіппе тәрізді басып тұратын және үнемі майлауды қажет ететін. Қазіргі үлгі әлдеқайда жеңілдетілген, өйткені оның құрамында алғашқы пластиктен, кейінірек тозуға төзімді нейлоннан жасалған альтернатива бар. Көптеген автокөлік әуесқойлары үшін техникалық қызмет көрсетілмейтін тіректерді кеңінен қолдану жатады. Автокөліктің ескі модельдерінде шарикті тірек тек ауыстырылатын элемент емес: ол жиналмалы және май құюды қамтамасыз етті. Қазіргі уақытта рычаг пен тіректерді біріктіруге тырысады. Бұл компоненттердің шығындарын арттырады, өйткені бұзылған жағдайда бүкіл біріккен бөлшекті ауыстыру керек. Мұндай шешімнің артықшылықтарына дизайнды жеңілдету және салмақты азайту кіреді, өйткені бұл принцип арқылы біршама ауырлық беретін бекіту болттарынан арылуға болады. Шарлы тіректің ақаулық белгілері. Жүру кезінде жолдағы әрбір соққы осы элементке түсетіні анық, яғни ол үлкен жүктемелерге кезігеді. Сондықтан шарлы тіректерді ауыстырудың қарапайым болуы негізгі шарт болып табылады. Бұл бөлшектің бұзылу себептеріне мыналар жатады:

Тозаңқаптың зақымдануы. Осы маңызды элементтің жыртылуының себебінен абразивті материалдар түріндегі құм мен әртүрлі жол қоқыстары жырыққа қалай түсе бастайтынын байқауға болады. Тозаңқап резеңкеден жасалғандықтан, олар төмен немесе керісінше жоғары температурада тозуға бейім келеді;

Жолсыздық. Өкінішке қарай, бұл фактор біздің елімізде аса маңызды, сондықтан тіректерді ғана емес, көп жағдайда басқа жүру бөлігінің детальдарын бірнеше есе жиі ауыстыру керек;

Майлау өндірісі. Үйкеліс орын алатын жерде майлау өте маңызды, өйткені бұл тіректің тез тозуына себеп болады. Желіну. Сонымен қатар, жұмыс кезінде үйкелістің нәтижесінде втулка мен шарлы саусақ желінеді, бұл пайда болған саңылаудың ұлғаюына және шарлы саусақтың ұядан шығып кетуіне алып келеді. Ақаулықтың алғашқы белгілері келесі жағдайларда пайда болады:

Аспадан шыққан шу. Көліктің алдыңғы бөлігінен шыққан дыбыстар жолдағы кедергілерді немесе 30 км/сағ жоғары жылдамдықта келе жатқан кездегі шұңқырларды еңсеру кезінде таралуы мүмкін. Әдетте бұл шу шарлы саусақ астындағы вкладыштың толық тозуынан немесе майлаудың жетіспеушілігінен болуы мүмкін;

Дөңгелектің шайқалуы. Егер люфт пайда болса, тербеліс, яғни шайқалу байқалады, бұл өте қауіпті, өйткені дөңгелектің қиғаштауы кезінде доңғалақтың өз осінен шығып кету қаупі бар;

Шиналардың біркелкі емес тозуы. Бұл процес дөңгелектерді теңестіру бұзылған кезде пайда болады. Аталған фактор аспаның басқа мәселелерін де айқындауы мүмкін, бірақ ол пайда болған кезде тексеруді шарлы тіректерден бастаған жөн;

Тежеу кезінде көліктің бір жаққа қарай тартуы. Жоғарыда айтылғандай, жағдай аспаның әртүрлі мәселелерін көрсетуі мүмкін;

Сықырлау (шиқыл). Дөңгелек бұрылған кезде пайда болуы мүмкін.

Бір қызығы, қыста шарлы тіректің шуы – бұл майдың әлі қызып үлгермегендігінен туындайтын құбылыс. Егер, біршама уақыттан кейін шу тоқтамаса, ақаулықтың бар екенін көрсетеді [1].

Сонымен қатар, шарлы тіректің негізгі бөлшегі ретінде тірек құрамын арнайы Epsilon 1 рентгенофлуоресцентті анализаторында зерттеу жүргізілді. Шарлы тіректің суреті мен талдау нәтижесі, анықтамасы төменде көрсетілген.



2-сурет. Шарлы тіректің қиылған бейнесі



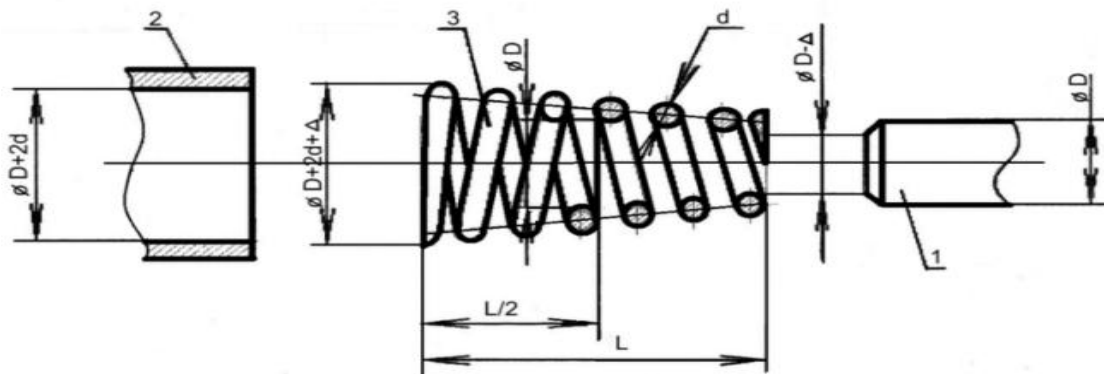
1-диаграмма. Шарлы тіректің талдау нәтижесі

1-кесте. Шарлы тіректің талдау нәтижесіне анықтама

| №  | Элемент       | Концентрация | Түсіндірме                                                                         |
|----|---------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Al (Алюминий) | 0.350        | Құрамында аз мөлшерде алюминий бар                                                 |
| 2  | Si (Кремний)  | 0.299        | Болат құрамында кремний бар                                                        |
| 3  | P (Фосфор)    | 0.124        | Көп емес, бірақ болат сапасына әсер етуі мүмкін                                    |
| 4  | S (Күкірт)    | 0.007        | Өте аз, бұл жақсы (күкірт морттық тудырады)                                        |
| 5  | Cl (Хлор)     | 0.044        | Бөгде элемент, коррозияға әсер етуі мүмкін                                         |
| 6  | Ca (Кальций)  | 0.075        | Металл тазарту процесінен қалуы мүмкін                                             |
| 7  | Cr (Хром)     | 1.091        | Болатты тоттан қорғауға әсер етеді                                                 |
| 8  | Mn (Марганец) | 0.617        | Болаттың беріктігін арттырады                                                      |
| 9  | Fe (Темір)    | 96.638       | Негізгі элемент                                                                    |
| 10 | Ni (Никель)   | 0.012        | Аз мөлшерде, беріктікке үлес қосады                                                |
| 11 | Cu (Мыс)      | 0.028        | Коррозияға қарсы әсер береді                                                       |
| 12 | As (Мышьяк)   | 0.002        | Қолайсыз қоспа, өте аз                                                             |
| 13 | Sr(Стронций)  | 0.000        | Жоқ немесе іздік мөлшерде                                                          |
| 14 | Mo (Молибден) | 0.190        | Қатты, берік болат үшін маңызды                                                    |
| 15 | Sn (Қалайы)   | 0.011        | Өте аз                                                                             |
| 16 | Eu (Еуропий)  | 0.470        | Ерекше элемент, әдетте болатта кездеспейді — мүмкін қателік немесе арнайы легірлеу |
| 17 | Yb (Иттербий) | 0.030        | Өте сирек элемент, арнайы легірлеу белгісі                                         |
| 18 | Re (Рений)    | 0.002        | Жоғары температураға төзімділікке әсер етеді                                       |
| 19 | Os (Осмий)    | 0.001        | Өте сирек элемент, іздік мөлшерде                                                  |

### Әдіснама

Жоғарыда айтылған ақауларды ескере отырып, біз 3 суретте көрсетілген айналмалы қозғалыс жасайтын инновациялық жөндеу жинағын ұсынамыз. Мұндағы: 1 – білік, 2 – сыртқы сақина және 3 – екі бөлшек арасына бұрандалы серіппе түрінде орналастырылған спиральді төсем-серіппе. Спиральды төсем жылжымалы, конустық. Конустың бұрышы 10-тан 50-қа дейін, ал, серіппелі сымның диаметрі  $d$  біліктің диаметрі мен  $D + 2d$  төсемінің саңылауының диаметрі арасындағы алшақтықтың жартысына тең. Сонымен қатар, тұрақты «храповик эффектісін» қамтамасыз ету үшін серіппенің екі ұшы да керілген, ал спираль-серіппенің ішкі және сыртқы беттері де керілу арқылы орнатылады [2, 3, 4].



3-сурет. Инновациялық жөндеу жинағы

Пайдалану сипаттамаларын жақсарту үшін серпімді аралық элемент ретінде бұрандалы цилиндрлік серіппе түріндегі жылжымалы төсемді мойынтірекке енгізу ұсынылады, бұл қысу күшін  $R_k$  арқылы реттеу арқылы жүзеге асырылады. Сонымен қатар, жұмыс беттеріндегі тотығу процестерін шектеу және микропластикалық деформацияны болдырмау үшін арнайы тығыздағыштар жасалады.

Режимді тұрақтандыру және тозудың біркелкілігін қамтамасыз ету үшін серіппелі төсем (вкладыш) біліктің немесе сыртқы сақинаның кері-айналмалы қозғалысы кезінде бұралу кезінде ішкі немесе сыртқы беттерде тежелу пайда болады. Бұл серіппелі төсемнің «храповик эффектісін» арқасында бұралу бағытына байланысты тек бір бағытта мәжбүрлі бұрылуына әкеледі. Сонымен қатар, жұмыс беттеріндегі жанасу сызығы үнемі өзгеріп отырады, бұл беттердің тозуын азайтады.

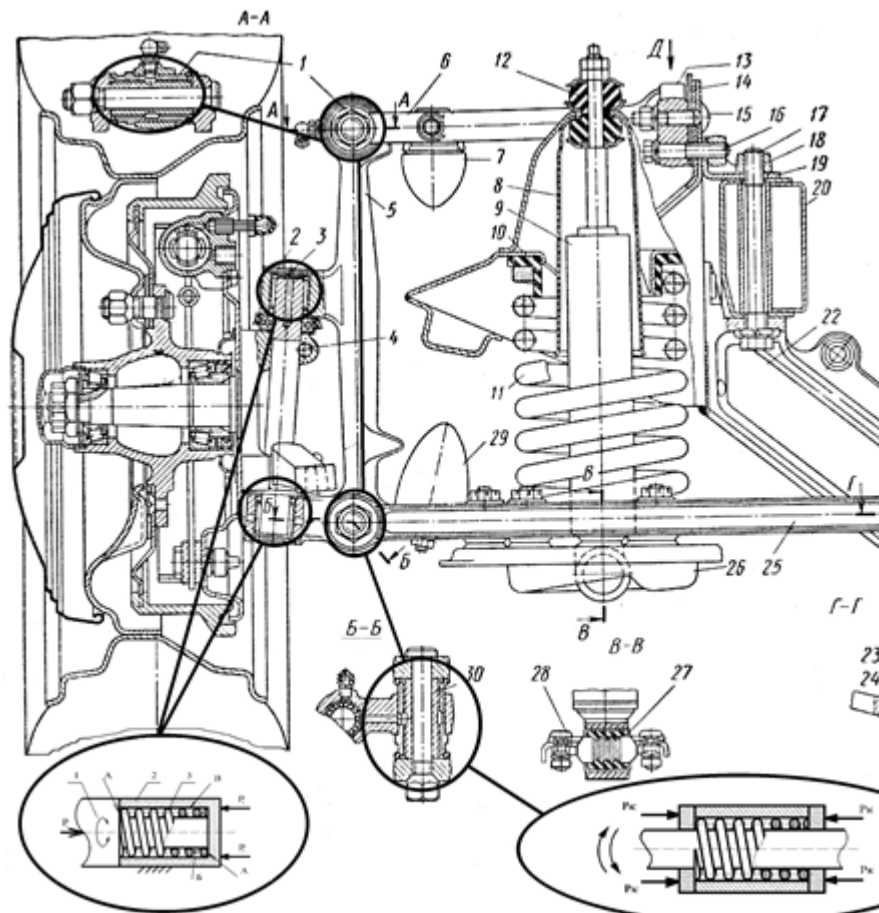
Тығыздағышты реттеу үшін, мысалы, жөндеу кезінде тозуды қалпына келтіру үшін, тірек шайбаларының бірі мен серіппелі төсемнің екі ұшы арасындағы қажеттілікке байланысты реттеу шайбалары орнатылуы мүмкін.

Біздің айналмалы қозғалыс мойынтірегімізде спиральды серіппе болып табылады. Оның көлденең қимасы дөңгелек, шаршы, тікбұрышты немесе басқа да пішінде болуы мүмкін. Мысалы, параллель кесілген сегменттері бар шеңбер де қолданылуы мүмкін. Бұл әртүрлі пішіндер мойынтіректің жүктеме көтеру қабілетін және үйкеліс коэффициентін өзгерту үшін қажет.

Максималды жүктеме сыйымдылығы шаршы немесе тікбұрышты қимасы бар серіппелі лайнермен қамтамасыз етілсе, ал дөңгелек қимасы бар лайнер минималды үйкеліс коэффициентін көрсетеді. Сондай-ақ, серіппелі лайнер жандарынан (шетінен)

қысылған кезде сыртқы және ішкі диаметрлерін біршама өзгертетінін ескеру қажет. Сондықтан екеуі де ұлғаяды, бұл жұмыс жанасу (үйкелу) беттерінің өзгеруіне әкеледі.

Вкладышты қысу оның жұмыс беттері тозған кезде мойынтіректі реттеу үшін ұсынылады. Бұл шара мойынтіректің жұмыс беттерінің дұрыс отыруын қамтамасыз етуге бағытталған.

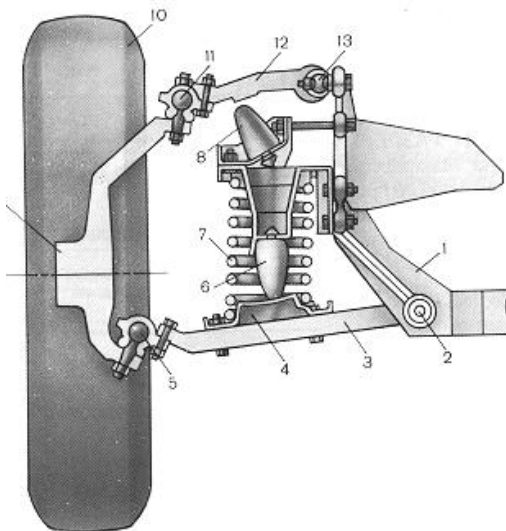


4-сурет. ВАЗ автокөлігінің қолданыстағы топсалы түйіндерді жаңа конструкциялармен ауыстыру мүмкіндіктері

Жаңа дизайндағы мойынтіректерді қолдану мысалдары автомобиль агрегаттарының кейбір түйіндерінде төменде келтірілген. Көптеген ВАЗ модельдерінің алдыңғы аспалары екі телескопиялық амортизатормен және көлденең орнатылған стабилизатормен жабдықталған, типі – тұтқалы. Бұл жүйе ажыратылатын, көлденең орнатылған және тәуелсіз түйін болып табылады. Автокөлікті басқаруды жеңілдету үшін бұрау шкворнясы резеңке сақиналармен қорғалған, кірден қорғаушы екі мойынтірекпен және осьтік күшті арнайы тығыздағышпен жабылған шарикті мойынтіректермен қабылданады. Рульдік жұдырықша мен тіреуіш арасындағы осьтік саңылау реттеу шайбасы арқылы түзетіледі. Шайбаны орнатқаннан кейінгі алшақтық 0,2 мм-ден аспауы тиіс. Шкворень штифт арқылы рульдік жұдырықшаға бекітіледі, бұл бекіту шквореньнің жоғарғы жағындағы жартылай шеңберлі лыска арқылы жүзеге асырылады. Автокөлікті пайдалану кезінде тербелмелі режимде жұмыс істейтін шкворень бір жағынан тозады, бұл қалыптан тыс ойын мен

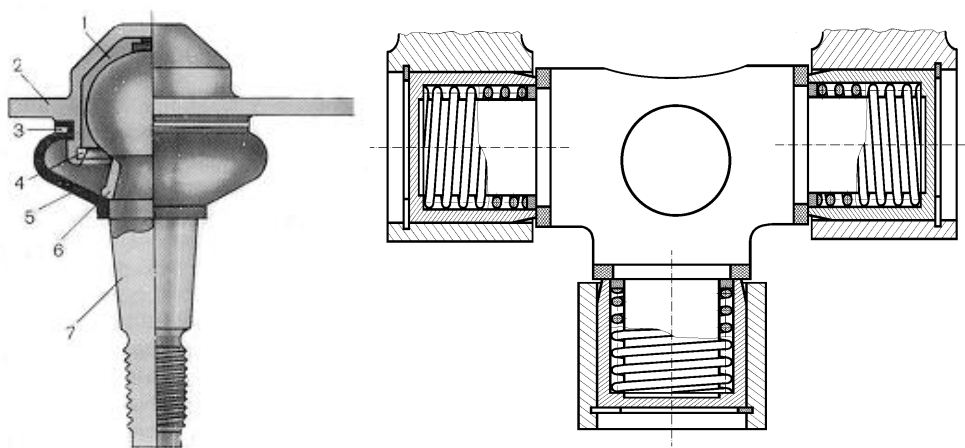
басқарудағы тұрақсыздыққа әкеледі. Нұсқаулыққа сәйкес, ойынды 90°C-қа бұру арқылы жоюға болады және сол арқылы бұрын жұмыс істемеген беттерді жүктеуге мүмкіндік береді. Ол үшін шквореньде екінші жартылай шеңбер бар. Бұл шаралар шкворень мен аспаның жалпы ресурсын ұзартады, бірақ мойынтіректің негізгі кемшілігін толығымен жоя алмайды.

Шкворень мойынтіректерінен басқа, топсалы мойынтіректерді резеңке металл втулкалардың немесе ВАЗ автомобильдерінің алдыңғы екі рычагты аспаларындағы сайлентблоктардың орнына да қолдануға болады. 5 және 6 суреттерде аталған бөлшек пен өзге де түйіндесетін тораптардың пайдаланылуы мүмкін ауқымы көрсетілген.



5-сурет. ВАЗ автокөлігінің алдыңғы екі тұтқалы аспасы

1 – көлденең жолақ (поперечина); 2 – рычагтың төменгі осі; 3 – төменгі рычаг; 4 – серіппенің төменгі тірек чашкасы; 5 – төменгі шарлы тірек; 6 – қысу буфері; 7 – цилиндр тәрізді серіппе; 8 – қайтармалы буфер; 9 – айналмалы жұдырықша; 10 – доңғалақ; 11 – жоғарғы шарлы тірек; 12 – жоғарғы рычаг; 13 – рычагтың жоғарғы осі



6-сурет. Шарлы тірек (а) және оның серіппелі вкладышты пайдалана отырып жаңғырту әдісі (б). 1 – пластикалық төсем; 2 – тіректің корпусы; 3 – серіппелі сақина; 4 – құлыптау сақинасы; 5 – резеңке тозаңқап; 6 – кеңейту втулкасы; 7 – тіректің саусағы



### **Қорытынды**

Инновациялық жөндеу жинағының келесідей артықшылықтары бар:

- шар тірегінің беріктігі оның конструкциясында және жаңа принциптер мен эффектілерді жасау технологиясын қолдану арқылы артады;
- пайдаланудағы сенімділік пен қауіпсіздік артады, өйткені сақиналы саңылаумен қоршалған серіппелі вкладыш сынған жағдайда жұмыс режимі өзгереді, бірақ шарлы тірек жұмысын жалғастыра береді;
- серіппелі вкладышты мәжбүрлеп айналдыру арқылы тозудың біркелкілігі артады.
- «май айдау резбасы» әсеріне байланысты майдың таралуы жақсарады.
- саңылауды жою және серпімді кернеуді енгізу арқылы қосылыстың икемділігі артады.
- жасалуы жеңіл, құрастыру және ауыстыру оңай.

Жалпы алғанда, біз айналмалы режимде жұмыс істейтін сериялық үйкеліс бөлшектерін осы принципке алмастырамыз.

### **Авторлардың қосқан үлесі.**

Кушалиев Д.К.: - Жұмыстың тұжырымдамасы мен құрылымын әзірлеуге, сондай-ақ теориялық деректерді жинауға және талдауға елеулі үлес.

Қалшора Е.Т.: - Эксперименттік деректерді талдауға және түсіндіруге, сондай-ақ зерттеу әдістемесін әзірлеуге елеулі үлес. Мақаланың мазмұнын сыни талдау, оның ішінде негізгі идеяларды толықтыру және нақтылау.

Тойлыбаев А.Е.- Қорытындылар мен қорытындыларды тұжырымдауды қоса алғанда, жариялау үшін мақаланың түпкілікті нұсқасын бекіту.

### **Әдебиеттер тізімі**

1. Кушалиев Д.К. Теоретическое обоснование применения конического пружинного вкладыша взамен цилиндрического для подшипника возвратно-вращательного движения в сайлентблоках амортизаторов / Д.К. Кушалиев Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. № 1 (73). С. 231-235.
2. Подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения: пат. 2499920 Рос. Федерация: МПК F16C 17/00, 33/26 / А.Н. Виноградов, В.Г. Куранов, В.В. Куранов, Д.К. Кушалиев, Е.Д. Линьков.; СГТУ имени Гагарина Ю.А. 2012128063; заявл. 03.07.2012; опубл. 27.11.2013, Бюл. № 33.
3. Патент № 201300682. Подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения Виноградов А.Н., Куранов В.Г., Куранов В.В., Кушалиев Д.К., Линьков Е.Д – 2014 г.
4. Подшипники качения: справочное пособие. под ред. Н.А. Спицина и А.И. Спришевского. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 2017. - 828 с.
5. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах / Б.И. Костецкий. Киев: Техніка, 1970. - 296 с.
6. Костецкий Б.И. Износостойкость деталей машин / Б.И. Костецкий. - Киев- Москва: Машгиз, 2014. - 168 с.
7. Костецкий Б.И. Поверхностная прочность материалов при трении / Б.И. Костецкий. - Киев: Техника, 2005. - 326 с.

8. Костецкий Б.И. Поверхностная прочность материалов при трении / Б.И. Костецкий. - Киев: Техника, 2005. - 326 с.
9. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов / под ред. В.Е. Гмурман. - Изд. 7-е, стер. - М.: Высш. шк. 2000. - 479 с.
10. Износ и безызносность: монография / под ред. Куранов В.Г., Виноградов А.Н., Денисов А.С. Саратов. гос. техн. ун-т, - Саратов, СГТУ, 2000. -136 с.
11. Движение без трения и износа: учеб. пособие. / под ред. В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов. Саратов. гос. техн. ун-т,- Саратов: СГТУ, 2007. – 52 с.
12. Пат. 2162556 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F 16 C 17/00, 33/26. Подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения / Куранов В.Г., Виноградов А.Н., Бузов А.В., Петров Ю.А., Каракозова В.А.; заявитель и патентообладатель СГТУ им. Гагарина Ю.А. № 99107058/28; Заявл. 31.03.99; опубл. 27.01.01. - №3. - С. 147.
13. Виноградов А.Н., Куранов В.Г. Подшипники скольжения для возвратно-вращательного движения на основе новых трибологических принципов и эффектов // Восстановление и упрочнение деталей машин: Межвуз. науч. сборник. Саратов. гос. техн. ун-т, - Саратов: СГТУ, 2003.- С.175-182.
14. Кушалиев Д.К. Теоретическое обоснование применения конического пружинного вкладыша взамен цилиндрического для подшипника возвратно-вращательного движения в сайлентблоках амортизаторов // Вестник СГТУ им. Гагарина Ю.А. - Саратов, 2013. - № 1 (73). С. 231-235.
15. Пат. 201300682 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> Подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения Виноградов А.Н., Куранов В.Г., Куранов В.В., Кушалиев Д.К., Линьков Е.Д.; заявитель и патентообладатель СГТУ им. Гагарина Ю.А. 2012128063; заявл. 03.07.2012; опубл. 27.11.2013, Бюл. № 33.
16. Подшипники качения: справочное пособие / под ред. Н.А. Спицина и А.И. Спришевского. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. - 828 с.

**Д. К.Кушалиев<sup>\*1</sup>, Е.Т. Қалшора<sup>1</sup>, А.Е.Тойлыбаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *НАО Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилёва, Астана, Казахстан*

<sup>2</sup> *ALT University, Алматы, Казахстан*

### **Проблемы и решения работы шаровой опоры автомобиля**

**Аннотация.** В статье приведены признаки неисправности шаровой опоры. При движении автомобиля этот элемент воспринимает любое воздействие дорожного покрытия, то есть в условиях эксплуатации он подвергается большим нагрузкам. Авторы предлагают увеличить срок службы шаровой опоры с помощью инновационного ремонтного комплекта для возвратно-вращательного движения. В работе показаны результаты стабилизации, режима и равномерности износа. При возвратно-вращательном движении вала или наружного кольца это достигается за счёт скручивания пружинной вкладыша, соответственно на внутренней или внешней поверхности пружинной вкладыша возникает торможение (эффект Храповика), и она принудительно поворачивается только в одном направлении в зависимости от направления навивки пружины. В процессе работы контактные поверхности трения изменяются, что способствует снижению их износа. Для

соблюдения этих условий предложена конструкция подшипников скольжения для вращательного движения, при которой данные условия могут быть реализованы. С этой целью подшипник оснащён подвижным пружинным вкладышем в виде винтовой цилиндрической пружины (промежуточного элемента), которая в колебательном режиме принудительно вращается только в одном направлении и тем самым обеспечивает равномерность износа.

**Ключевые слова:** Автомобильная подвеска, шаровая опора, трение, пружинный вкладыш, композитные материалы

**D.K.Kushaliyev<sup>\*1</sup>, Y.T.Kalshora<sup>1</sup>, A.E.Toilibayev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*ALT University, Almaty, Kazakhstan*

### **Problems and Solutions in the Operation of a Car Ball Joint**

**Abstract.** The article presents the signs of ball joint malfunction. During vehicle operation, this component absorbs any impact from the road surface, meaning that under operating conditions it is subjected to heavy loads. The authors propose extending the service life of the ball joint by using an innovative repair kit designed for reciprocating rotational motion. The study shows the results of stabilization, wear mode, and wear uniformity. In reciprocating rotational motion of the shaft or outer ring, this is achieved by twisting the spring insert. Accordingly, braking occurs on the inner or outer surface of the spring insert (ratchet effect), and it is forced to rotate only in one direction depending on the winding direction of the spring. During operation, the frictional contact surfaces change, which helps reduce their wear. To meet these conditions, a design of sliding bearings for rotational motion has been proposed, in which these requirements can be implemented. For this purpose, the bearing is equipped with a movable spring insert in the form of a helical cylindrical spring (an intermediate element), which in oscillatory mode is forced to rotate only in one direction, thereby ensuring uniform wear.

**Keywords:** Automobile suspension, ball joint, friction, spring insert, composite materials

### **References**

1. Avtonov.com. (2025). Retrieved December, from <https://www.avtonov.com> интернет ресурсы [in Russian]
2. Kushaliev D.K. Theoretical justification for the use of a conical spring liner instead of a cylindrical one for a reciprocating bearing in shock absorber silent blocks / D.K. Kushaliev Bulletin of the Saratov State Technical University. - 2013. No. 1 (73). P. 231-235. [in Russian]
3. Plain bearing for reciprocating rotary motion: patent 2499920 Russian Federation: IPC F16C 17/00, 33/26 / A.N. Vinogradov, V.G. Kuranov, V.V. Kuranov, D.K. Gagarin SSTU 2012128063; declared 03.07.2012; published 27.11.2013, Bulletin No. 33. [in Russian]
4. Patent No. 201300682. Plain bearing for reciprocating motion Vinogradov A.N., Kuranov V.G., Kuranov V.V., Kushaliev D.K., Linkov E.D. – 2014. [in Russian].
5. Rolling bearings: a reference manual. Edited by N.A. Spitsyn and A.I. Sprishevsky. – Moscow: State Scientific and Technical Publishing House of Mechanical Engineering Literature, 2017. - 828 p. [in Russian].

6. Kostetsky B.I. Friction, lubrication and wear in machines / B.I. Kostetsky. Kyiv: Tekhnika, 1970. - 296 p. [in Russian]
7. Kostetsky B.I. Wear resistance of machine parts / B.I. Kostetsky. - Kiev-Moscow: Mashgiz, 2014. - 168 p. [in Russian]
8. Kostetsky B.I. Surface strength of materials under friction / B.I. Kostetsky. - Kyiv: Tekhnika, 2005. - 326 p. [in Russian]
9. Gmurman V.E. Probability Theory and Mathematical Statistics: A Textbook for Universities / edited by V.E. Gmurman. - 7th ed., reprinted - Moscow: Higher School, 2000. - 479 p. [in Russian]
10. Wear and wearlessness: monograph / ed. Kuranov V.G., Vinogradov A.N., Denisov A.S. Sarat. state tech. University, - Saratov, SSTU, 2000. -136 p. [in Russian]
11. Motion without friction and wear: textbook. / edited by V.G. Kuranov, A.N. Vinogradov. Saratov State Technical University, - Saratov: SSTU, 2007. - 52 p. [in Russian]
12. Patent 2162556 Russian Federation, IPC 7 F 16 C 17/00, 33/26. Plain bearing for reciprocating rotary motion / Kuranov V.G., Vinogradov A.N., Buzov A.V., Petrov Yu.A., Karakozova V.A.; SSTU named after Yu.A. Gagarin. No. 99107058/28; Cl. 31.03.99; Published 27.01.01. - No. 3. - P. 147. [in Russian]
13. Vinogradov A.N., Kuranov V.G. Plain bearings for reciprocating motion based on new tribological principles and effects // Restoration and strengthening of machine parts: Interuniversity scientific collection. Saratov State Technical University, - Saratov: SSTU, 2003.- P.175-182. [in Russian]
14. Kushaliev D.K. Theoretical justification for the use of a conical spring liner instead of a cylindrical one for a reciprocating bearing in shock absorber silent blocks // Bulletin of SSTU named after Yu.A. Gagarin. - Saratov, 2013. - No. 1 (73). P. 231-235. [in Russian]
15. Patent. 201300682 Russian Federation, IPC 7 Plain bearing for reciprocating rotary motion Vinogradov A.N., Kuranov V.G., Kuranov V.V., Kushaliev D.K., Linkov E.D.; SSTU named after Yu.A. Gagarin. 2012128063; declared 03.07.2012; published 27.11.2013, Bulletin No. 33. [in Russian]
16. Rolling bearings: a reference manual / edited by N.A. Spitsyn and A.I. Sprishevsky. - Moscow: State Scientific and Technical Publishing House of Mechanical Engineering Literature, 1961. - 828 p. [in Russian]

### **Авторлар туралы мәлімет:**

Д.К. Кушалиев – техника ғылымдарының кандидаты, PhD докторы, «көлік инженерия» кафедрасының доцент міндетін атқарушы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан көш., 13, Астана, Қазақстан.

Е.Т. Қалшора – докторант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан көш., 13, Астана, Қазақстан.

А.Е.Тойлыбаев -техника ғылымдарының кандидаты, “Автокөлік құралдары және өмір-тіршілік қауіпсіздігі” кафедрасы меңгерушісі ALT University, Алматы, Қазақстан

Д.К. Кушалиев – к.т.н., Ph.D., и.о. доцента кафедры «Транспортная инженерия», Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

Е.Т. Қалшора – докторант, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

А.Е.Тойлыбаев- Заведующий кафедрой "Автотранспортные средства и безопасность жизнедеятельности" ALT University, Алматы, Қазақстан

D.K. Kushaliyev - Candidate of Technical Sciences, PhD, Acting Associate Professor of the Department of «Transportation engineering», L.N. Gumilyov Eurasian National University, 13 Kazhymukan str., Astana, Kazakhstan.

Y.T. Kalshora - PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 13 Kazhymukan str., Astana, Kazakhstan

Toilibaev A.E- Head of department "Motor vehicles and life safety" ALT University, Almaty, Kazakhstan



**Copyright:** © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).