

Ұ. Бақыт¹, А.А. Каражанов^{1*}, Ж.Р. Алипбаев¹, С.О. Төребекова²

¹Л.Н. Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

²Жоғары көлік және коммуникация колледжі, Астана, Қазақстан

(E-mail: bakytulanbek02@mail.ru, *akarazhanov@mail.ru, alipbaev.1977@mail.ru, torebekova-s@mail.ru)

Доңғалақ пен рельстің өзара әрекеттесу жүйесінің ағымдағы жағдайы

Аңдатпа. Мақалада темір жол көлігі саласында ұзақ уақыт бойы өткір болып келе жатқан негізгі және ресурсты көп қажет ететін мәселелердің бірі «доңғалақ – рельс» жүйесі арасындағы тұрақты өзара әрекеттесудің ағымдағы жағдайы қарастырылды. Доңғалақ пен рельстің арасындағы тозудың түрлері жан-жақты зерттеліп, нәтижелері график пен диаграмма арқылы көрсетілді. Нәтижелерден жолдың қисық учаскелеріндегі доңғалақтардың және рельстердің домалау бетінің қарқынды тозуы басқа тозудың түрлеріне қарағанда басым екені байқалды. Осы тозудың алдын алу бойынша осы кезге дейін көптеген ұсыныстар жасалған және зерттеулер жүргізілді. Бірақ жүргізілген зерттеулерге жасалған талдаулар нәтижесі доңғалақтар мен рельстердің қисық сызықтардағы қарқынды тозу мәселесі толыққанды шешілмегенін анық көрсетті. Локомотив, вагон және жол шаруашылығындағы доңғалақ – рельс жүйесіндегі артық тозуға байланысты материалдық ресурстардың шығындары, ең алдымен, жолдың қисық аймақтарында айтарлықтай жоғары деңгейде. Сол себепті оларды азайту бойынша зерттеу жұмыстарын жүргізу өзекті мәселеге айналып отыр.

Түйін сөздер: тозу, доңғалақ, рельс, жота, доңғалақ жұбы.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2023-143-2-72-78

Кіріспе

Жылжымалы құрам мен темір жолдың өзара әрекеттесу процесін атақты ғалымдар Н.П.Петров, Н.Е.Жуковский, В.А.Лазарян, В.Б.Медель, К.П.Королев зерттеген. Осы ғалымдардың зерттеулерінің нәтижелері жолдың қисық учаскелерінде доңғалақ – рельс жүйесінде тұрақты өзара әрекеттесуді арттыру мәселесін шешудің бірнеше бағыттарын анықтауға мүмкіндік берді:

- доңғалақ және рельс басының бүйір бетін майлаудың техникалық құралдарын, технологияларын және майлау материалдарын жасау;
- төзімділігі жоғары материалдарды пайдалану (дөңгелектер мен рельстердің қаттылығын арттыру үшін);
- жұмыс режимдерін және жылжымалы құрамның жол және жүріс бөлігі қажет ететін АЖ – ды жетілдіру, оның ішінде арбаларды жаңарту, доңғалақ фланецтерін төсеу және шыңдау;
- рельс жолында бригадалардың қозғалысын бақылау;
- жаңа жол және жылжымалы құрам конструкцияларын әзірлеу.

Тозудың түрлері және пайдалану жағдайы бойынша істен шығулар бойынша мәліметтер мен көрсеткіштер

25 жылдан астам уақыт бойы темір жол көлігінің алдында тұрған негізгі және ресурсты көп қажет ететін мәселелердің бірі жолдың қисық аймақтарындағы доңғалақтардың және рельстердің домалау бетінің қарқынды тозу мәселесі болып табылады [1]. Доңғалақтардың және рельстердің тозуға өзара әсері қисық сызықпен жүру кезіндегі жүріс түзу сызықпен жүруге қарағанда әлдеқайда көп. Бұл жағдай қисық сызықтардағы жылжымалы құрамның бағыты дөңгелектер мен рельстер арасындағы сырғанау үйкеліс күштерін жеңу үшін қажетті көлденең күштердің есебінен пайда болатындығына байланысты. Қисық жол учаскелері Қазақстан темір жолдарының жалпы ұзындығының 30% -дан астамын және өнеркәсіптік көлікте 60-70% құрайтынын ескере отырып, қисық жолда жылжымалы құрамның динамикалық сапасын жақсартатын жаңа техникалық құралдарды дамытуға бағытталған зерттеулер бүгінгі таңда өзекті болмақ.

а)

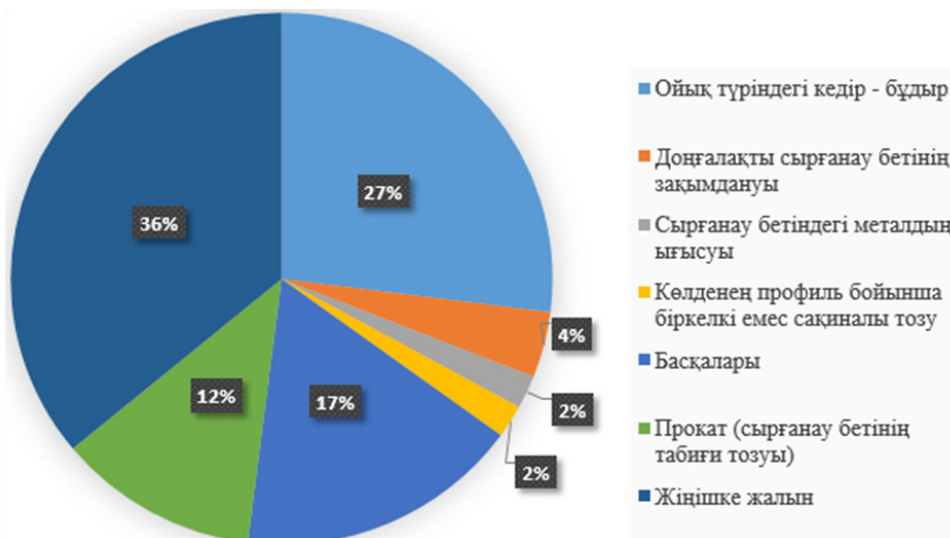


б)



Сурет 1. Сырғанау бетінің табиғи тозуының негізгі түрлері: а) дөңгелектер; б) рельстер

Жүк вагондарының қатты доңғалақтарының айналуының негізгі себептері соңғы 15 жыл немесе одан да көп болып табылған ол тозуы, астынан кесілуі және сүйір прокаттары болып табылады, олар барлық бұрылыстардың орташа 27,8 % – 39,3% құрайды. Доңғалақ жұптарының жоталарының тозуына байланысты қайрау үлесі доңғалақтардың айналу шеңберінің тозуына байланысты қайрау үлесінен он есе артық, соның салдарынан жиектің қалыңдығы бойынша металлдың жоғалуы және сырғанау бетінің табиғи тозуы бойынша қайраумен салыстырғанда доңғалақ жұптарының ресурсының қарқынды төмендеуі орын алады. Өйткені, жотаның қалыңдығын 1 мм-ге ұлғайту үшін доңғалақтың домалау бетінен орта есеппен кемінде 1,5 мм доңғалақ шеңберінің қалыңдығын алып тастау керек. Бүгінгі күні майлау құралдарының кеңінен енгізілуіне байланысты доңғалақ жұптарын жіңішке жотамен қайрау саны сырғанау шеңбері бойынша табиғи жанасудың қайрау санынан үш есе көп.



Сурет 2. Доңғалақ жұптарының берілу себептері

Вагондардың жеке қолға өтуіне және статистикалық мәліметтерді жинаудың қиындығына байланысты диаграммада тек «ҚТЖ» ҰК АҚ» кәсіпорны ұсынған мәліметтер көрсетілген. Диаграммдан көріп отырғанымыздай, доңғалақ жұптарының сырғанау бетінің табиғи тозу себептері бойынша ең көп ағытпалар (жағдайлардың 39%) жасалады, бұл ретте табиғи тозу – дөңгелектердің сырғанау бетіндегі жанасу себебінен ағытпалардың үлесі 1% - дан аз болды. Диаграммалардан көріп отырғанымыздай, 2019 – 2022 жылдармен салыстырғандағы жағдай айтарлықтай өзгерген жоқ және қазіргі уақытта вагондардың ақаулық есебінен ажырау көпшілігі – 40% жағдайда, доңғалақ жиынтықтарының жылжымалы бетінің табиғи тозуына байланысты жасалады, ал өздігінен қозғалатын жылжымалы құрамдардың осы себептен ажырау үлесі 4%-дан сәл артық.



Сурет 3 . 2019 – 2022 жж. «ҚТЖ» ҰК АҚ пайдалану ақаулары бойынша жүк вагондарын ағытудың себептері

«Доңғалақ – рельс» жүйесінің өзара іс-қимылын жақсартуды қамтамасыз ететін техникалық шешімдер

«Доңғалақ – рельс» өзара әрекеттесу шарттары доңғалақ пен рельстің қызмет ету мерзіміне, жолдың негізгі құрылғыларының ұйымдастырылуына және жылжымалы құрам мен теміржолдарды пайдалану шығындарының негізгі компоненттеріне айтарлықтай әсер етеді. Жолдың қисық учаскелерінде «доңғалақ – рельс» жүйесінде өзара әрекеттесу тұрақты болуы үшін, келесі бағыттарды қарастыру қажет: майлау; қатты және берік материалдарды пайдалану; рельс жолындағы экипаж қозғалысын басқару; доңғалақ жұбында дөңгелектердің бір-біріне қатысты тәуелсіз айналуын қамтамасыз ету.

«Доңғалақ – рельс» жұбының бір-бірімен жанасу аймағына майлау материалын жағудың келесідей үш технологиясы қолданылады: жеке жота майлағыштарын, жылжымалы рельс майлағыштарын және стационарлық жол майлағыштарын қолдану. Жылжымалы рельс майлағыштар арнайы жылжымалы құрамның кез келген рұқсат етілген жылдамдығымен сырғанау және майлау бетіне түспей, рельстің бүйір бетіне «жота – рельс» жанасу аймағына майлау материалын автоматты түрде жанасусыз мөлшерлеп жағуға арналған. Стационарлық рельсті майлаушы рельс басының ішкі бүйір бетіне арнайыландырылған майлауды автоматты түрде мөлшерлеуге арналған. Мұндай технологияны қолдану екі рельсті жолдарды бір уақытта майлауға мүмкіндік береді, бұл бағыттамалық аударымдарды майлау кезінде маңызды. Жеке жота майлағыштары қол еңбегін пайдаланбай, оның қисық учаскелерде рельсті сапалы автоматтандырылған майлау үшін қолданылады. Алайда жота мен рельсті майлағыштар түрлерін қолдану барысында келесідей қиындықтар туындайды: учаскедегі поездар параметрлерінің шекті санына байланысты кейбір учаскелерде рельсті майлау өткелдерінің санын көбейту мүмкін емес; дөңгелектердің рельстермен ілінісу коэффициентін арттыру үшін локомотивтің тарту режимінде «ілінісуді» қолдану қисықтарда майлағыштарды пайдалануды болдырмайды; майлағыштарды қолдану оларға жиі техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді; төмен температура жағдайында жаңа майлағыштарды пайдалану мүмкін емес; қоршаған ортаның мыңдаған тонна майлау материалдарымен ластануы.

Қазіргі таңда кең таралған доңғалақтар жұптары бұл – оське «саңырау» саптаманың әсерінен бір – бірімен тығыз байланысты болатын доңғалақтар жұптары. Доңғалақтар арасындағы конустық сырғанау бетімен гомотикалық байланыстың арқасында доңғалақ жұбы жолдың түзу бөліктерінде қозғалу кезінде өзін-өзі орталықтандыру қасиетіне ие жүйе болып табылады, бұл доңғалақ жұбының бұралмалы қозғалысын қамтамасыз етеді және доңғалақ жоталарының рельстермен әрекеттесу уақытын азайтады, сондай-ақ ені бойынша біркелкі емес тозу дөңгелегінің пайда болуына жол бермейді. Доңғалақтардың конустық домалақ беті доңғалақ жотасы мен рельс басының бүйір беті арасындағы бағыттаушы күштерді азайтады. Нәтежесінде қисық жолдарда дөңгелектердің өтуін жеңілдетеді. Жалпы классикалық үлгідегі доңғалақ жұптары 2 ғасырдан астам уақыт бойы жетілдірілген келе жатыр. Оған себеп конструкциясының қарапайымдылығы мен жоғары сенімділігі. Белгілі бір жағдайларда соққылардың әсерінен қозғалыс жылдамдығының жоғарылауымен жол жоспарында және доңғалақтардың конустық беткейінде доңғалақ жұптарының қозғалысының қарқынды бұралмалы тербелістері пайда болады, олардың амплитудасы тек доңғалақ жоталарының рельстердің бүйір беттерімен мезгіл-мезгіл жанасуымен шектеледі, ал тербеліс жиілігі қозғалыс жылдамдығына пропорционалды болады [7,8]. Қозғалыс жылдамдығы жоғары болған кезде рельстерде көлденең жүктемелер артады және бұралмалы жылдамдық айналу жиілігінің квадратына пропорционалды болады. Рельстерге әсер ететін көлденең күштер айтарлықтай мөлшерге жетуі мүмкін және кейбір жағдайларда рельсті шпалды тордың ығысуына немесе дөңгелекті рельске сырғытуға әкеліп соғуы мүмкін. Бұл факторлар дөңгелектің рельспен қарқынды тозуын анықтайды [7,8].

Х. Хейман доңғалақ жұптарының айналу жолынан ауытқуы (бос немесе арба жақтауымен байланысқан) тек сырғанау түрінде байқалуы мүмкін екенін атап өтті. Оның айтуынша, бойлық сырғанау екі рельстен шыққан, доңғалақтардың бір-бірімен доңғалақ жұбына оларды қосатын ось арқылы қатты байланысқан кезде пайда болады.

Қазақстан темір жолдарында кеңінен қолданылатын шараларға қарамастан, типтік доңғалақ жұбы оған қойылатын талаптарға жеткілікті дәрежеде жауап бермейді, өйткені дөңгелектер мен рельстердің тозуына әкелетін қажетсіз күштер мен қозғалыстарды жою мүмкін емес.

«Экипаж – жол» жүйесінің кинематикасын жақсарту тұрғысынан вагон дөңгелектерінің домалау шеңбері сырғанаудың бойлық сызықтық жылдамдықтарын барынша азайтуды, олардың рельстерге түсу бұрышын азайтуды және дөңгелектердің жанасуға қалыпты айналуын азайтуды қамтамасыз ету қажет. Сондай-ақ, доңғалақ жұптарының қозғалысының қисық траекториясының толқын ұзындығын жолдың түзу бөліктерінде ұлғайту және оның қисықтарда радиалды орнатылуын қамтамасыз ету қажет [3]. Ол үшін айналмалы жылдамдықтардың айырмашылығын өтеуге мүмкіндік беретін қосымша элементтерді енгізу арқылы дөңгелектер диаметрінің теңсіздігін жою қажет.

Аталған шарттарды орындаудың ең үлкен мүмкіндіктері доңғалақ жұптарының конструктивті жетілдірілуінен туындауы мүмкін, нәтижесінде бір жұптың екі дөңгелегінің айналуы арасындағы қатаң байланыс жойылып, оларға әртүрлі жылдамдықпен айналуға мүмкіндік береді, бірақ келесі теңдікті сақтай отыру керек:

$$\omega_1 \cdot r_1 = \omega_2 \cdot r_2 = v \quad (1)$$

мұндағы ω_1, ω_2 – доңғалақтардың айналу жиілігі;

r_1, r_2 – доңғалақты сырғанау бетінің радиусы;

v – жылжымалы құрамның қозғалыс жылдамдығы.

Жоғарыдағы шарт бойынша доңғалақ жұбының конструкциясын жетілдіру, «доңғалақ – рельс» үйкеліс жұбының кинематикалық және динамикалық жағдайларын жақсарту үшін үлкен маңызға ие.

Қорытынды

Қабылданған шаралардың сәттілігіне қарамастан, доңғалақтар мен рельстердің қисық сызықтардағы қарқынды тозуы мәселесі толығымен шешілмегені анық байқалады. Доңғалақтардың оське қатты орналасу конструкциясында доңғалақ жұптарының бірқатар кемшіліктері бар, бұл дөңгелектер мен рельстердің қатты тозуына әкеледі. Локомотив, вагон және жол шаруашылығындағы доңғалақ – рельс жүйесіндегі артық тозуға байланысты материалдық ресурстардың шығындары, ең алдымен, жолдың қисық учаскелерінде айтарлықтай жоғары деңгейде. Бұл кемшіліктерді жоюға немесе кем дегенде азайтуға көптеген әрекеттер жасалды. Алайда, қолданылатын құралдар мен қазіргі уақытта көлікте іске асырылған конструкциялар жылжымалы құрам дөңгелектері мен рельстердің тозуын азайту міндетін соңына дейін шешпейді. Майлау әдісі себептерді емес, мәселенің салдарын жоюға бағытталған, сондықтан мәселені шешу вагонның жүріс бөліктерінің жұмысын ұйымдастыруды түбегейлі өзгертетін жаңа техникалық шешімдерді талап етеді.

Жолдың қисық учаскелерінде тартылмайтын жылжымалы құрамның қозғалысы кезінде доңғалақтар мен рельстердің ресурсын дифференциалды орындалатын доңғалақ жұптарын әзірлеу арқылы доңғалақтардың рельстермен жанасу нүктелеріндегі үйкеліс күштерінің және сырғанау жылдамдығының шамасын төмендету есебінен арттыру арқылы қол жеткізуге болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Попова Л.Н. Жолдың қисық учаскелерінде сыртқы және ішкі рельстердің тозу себептерін іздеу. Иркутск: ИрГУПС 2010. – С. 150
2. Винник Л.В. Доңғалақ жұбының дифференциалды айналуы//Теміржол көлігі. – 2005 - №11. – С.66
3. Голубенко А.Л. Дөңгелектің рельспен ілінісуі. Киев: Випол, 1993. – 448с.
4. Беляев А.И. Эффективная альтернатива колесной паре [Текст] / А.И. Беляев, Ю.В. Мещерин, П.Ю. Цыганков // Железнодорожный транспорт. – 1999. – № 10. – С. 28–32.
5. Цыганков П.Ю. Совершенствование конструкции тележек скоростных локомотивов с целью улучшения их динамики [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07: защищена 14.06.06: / Цыганков Павел Юрьевич. – Москва, 2002. – 215 с. – Библиогр.: с. 140–162. – 61 02-5/1741-1.
6. Фредерих, Ф. (Frederich F.) Исследование опытной тележки с отдельными колесами [Текст] / Ф. Фредерих // Железные дороги мира. – 1988. – № 9. – С. 33–37.

У. Бақыт¹, А.А. Каражанов¹, Ж.Р. Алипбаев¹, С.О. Төребекова²

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

²Высший колледж транспорта и коммуникаций, Астана, Казахстан

Текущее состояние системы взаимодействия «колесо – рельс»

Аннотация. В статье рассмотрено текущее состояние устойчивого взаимодействия системы «колесо – рельс», одной из основных и ресурсоемких проблем, которая долгое время оставалась острой в области железнодорожного транспорта. Виды износа между колесом и рельсом были тщательно изучены, а результаты показаны на графике и диаграмме. Из результатов видно, что интенсивный износ поверхности прокатки колес и рельсов на кривых участках дороги преобладает над другими видами износа. До сих пор было предложено много предложений и проведена работа по предотвращению этого износа. Но проделанная работа наглядно показала, что полностью решить проблему интенсивного износа колес и рельсов на кривых не удалось. Затраты материальных ресурсов, связанные с избыточным износом колесно-рельсовой системы в локомотивном, вагонном и дорожном хозяйстве, в первую очередь на криволинейных участках пути, находятся на достаточно высоком уровне. Поэтому необходимо продолжить работу по их сокращению.

Ключевые слова: износ, колесо, рельс, гребень, колесная пара.

U. Bakyt¹, A. Karazhanov¹, Zh. Alipbayev¹, S. Torebekova²

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

²Graduate College of Transport and Communications, Astana, Kazakhstan

Current state of the wheel - rail interaction system

Abstract. The article considers the current state of stable interaction of the wheel-rail system, one of the main and resource-intensive problems that has long remained acute in the field of railway transport. The types of wear between the wheel and the rail have been thoroughly studied, and the results are shown in a graph and diagram. It can be seen from the results that intensive wear of the rolling surface of wheels and rails on curved sections of the road prevails over other types of wear. So far, many proposals have been proposed and work has been done to prevent this wear and tear. However, the work done clearly showed that it was not possible to completely solve the problem of intensive wear of wheels and rails on curves. The costs of material resources associated with excessive wear of the wheel-rail system in the locomotive, wagon and road facilities, primarily on curved sections of the track, are at a fairly high level. Therefore, it is necessary to continue work on their reduction.

Keywords: wear, wheel, rail, ridge, wheelset.

References

1. Popova L.N. Search for the causes of wear of external and internal rails on curved sections of the road. Irkutsk: IrGUPS 2010. – p. 150
2. Vinnik L.V. Differential rotation of a wheelset/ / railway transport. – 2005 - No.11. – p.66
3. Golubenko A.L. Wheel-rail coupling. Kiev: Vipol, 1993. – 448s.
4. Belyaev, A.I. An effective alternative to a wheelset [Text] / A.I. Belyaev, Yu.V. Meshcherin, P.Yu. Tsygankov // Rail transport. – 1999. – No. 10. – pp. 28-32.
5. Tsygankov, P.Yu. Improving the design of high-speed locomotive bogies in order to improve their dynamics [Text] : dis. ... Candidate of Technical Sciences : 05.22.07 : defended 14.06.06: / Tsygankov Pavel Yuryevich. – Moscow, 2002. – 215 p. – Bibliogr.: p. 140-162. – 61 02-5/1741-1.
6. Frederic F. The study of an experimental cart with separate wheels [Text] / F. Frederic // Railways of the world. – 1988. – No. 9. – pp. 33-37.

Авторлар туралы мәлімет:

Ұ. Бақыт – магистрант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

А.А. Каражанов – техника ғылымдарының кандидаты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

Ж.Р. Алыпбаев – техника ғылымдарының кандидаты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

С.О. Торебекова – техника ғылымдарының магистрі, Жоғары көлік және коммуникация колледжі, Конституция көш., 10, Астана, Қазақстан.

U. Bakyt – Master’s student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

A. Karazhanov – Candidate of Technical Sciences, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Zh. Alipbayev – Candidate of Technical Sciences, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

S. Torebekova – Master of Technical Sciences, Higher College of Transport and Communications, 10 Konstituciya str., Astana, Kazakhstan.