

- көлік өткізу қабілетін арттыру үшін жаңа құбырларды салу және қолданыстағыларын кеңейту;
- энергия тасымалдаудың географиялық диверсификациясын арттыру үшін құбырлардың жаңа бағыттары мен бағыттарын әзірлеу;
- көрші елдерден мұнай мен газды тиімді тасымалдауды қамтамасыз ететін транзиттік жобаларға қатысу;
- құбырларды пайдалану тиімділігін арттыру үшін заманауи технологиялар мен мониторинг әдістерін енгізу;
- әртүрлі энергия көздері мен көлік жолдары арқылы елдің энергетикалық қауіпсіздігін қамтамасыз ету стратегияларын құру.

Бұл күш-жігер Қазақстанның жаһандық энергетикалық нарықтағы маңызды қатысушы ретіндегі ұстанымын нығайтуға және энергетикалық сектордағы тұрақтылықты қамтамасыз етуге бағытталған.

Қорытындылай келе, Қазақстандағы құбыр көлігін дамыту елдің экономикасының тұрақтылығына және энергетикалық қауіпсіздігіне ықпал ететін стратегиялық маңызды аспект болып табылады. Құбыр инфрақұрылымының спецификациялары, кеңейту және жаңғырту Қазақстанның энергетикалық ресурстарды әртараптандырылған және тиімді пайдалануға деген ұмтылысын көрсетеді. Құбырларды дамытуда инновацияларды, бағыттарды әртараптандыруды және экологиялық жауапкершілікті қолдау тек экономикалық өсуді ғана емес, сонымен қатар қазіргі заманғы тұрақты даму стандарттарының сақталуын қамтамасыз етеді. Құбыр көлігі саласындағы мұндай күш-жігер Қазақстанды әлемдік энергетикалық нарықтың маңызды қатысушысы ретінде көрсетеді және оның ұзақ мерзімді энергетикалық тұрақтылығын қамтамасыз етуге ықпал етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Карымсакова Э.С. Исторические аспекты транспортировки высокозастывающей нефти в западном Казахстане. Асторэф. дисс на соискание ученой степени. Уфа, 2003. – 10 с.
2. Баяхметов Т. Б. Перспективы развития нефтепроводного транспорта и повышение коммерческих результатов от экспорта сырья. Алматы, 2001.

УДК 656.2

МАГНИТТІК ЛЕВИТАЦИЯ НЕГІЗІНДЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК АСПАЛЫ ПОЙЫЗДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Саветқан Аян Эрикұлы

ayan.kairly@mail.ru, магистрант

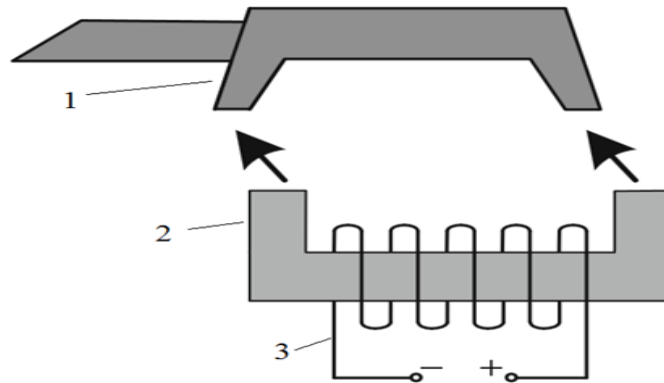
Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан

Саменов Галымжан Кайыржанович

samenov_gk@enu.kz, аға оқытушы, т.ғ.к.

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан

Электромагниттік механизм - бұл электромагниттік жүйе, онда магнит ағыны өзгерген кезде пайдалы жұмыс жасайтын жүйенің жылжымалы бөлігі қозғалады. Электромагниттік аспаның құрылымы 1 суретте көрсетілген.



1 сурет – Электромагниттік аспаның құрылымы:
1-жол құрылымы; 2-өзек; 3-электромагниттік орауыш.

Магниттік өткізгіштің материалын таңдау көбінесе электр құрылғысының өнімділігін анықтайды. Тұрақты тоқ электромагниттерінің магниттік өткізгіштерін жасау үшін магнитті жұмсақ төмен көміртекті болаттар қолданылады [1].

Жұмыс істейтін ауа саңылауындағы магниттік индукцияның оңтайлы мәні электромагниттің құрылымдық факторына байланысты.

Электромагнитті жобалаудың прототипі ретінде халықаралық әуежай мен теміржолстанциясы арасындағы жолды қамтамасыз ететін коммерциялық Маглев пойызы таңдалды.

Маглев пойызының электромагниттік есептеулері

1 магнит M - ге келетін жылжымалы құрамның жалпы салмағы

$$M = \frac{M_T + N_{\text{жолауш.}} \cdot m_{\text{жолауш.}}}{n_m} = 3.38 \cdot 10^3 \text{ кг},$$

мұндағы, $M_T = 19\,000$ – жылжымалы құрам ыдысының салмағы, кг;

$N_{\text{pass}} = 115$ – жолаушылар орындарының саны;

$m_{\text{pass}} = 70 \text{ kg}$ – 1 жолаушының орта салмағы, кг;

$n_m = 8$ – вагонға орнатылған магниттер саны.

Максвеллдің электромагниттік күш теңдеуіне негізделген n және біркелкі магнит өрісі жұмыс істейтін ауа саңылауларының кез келген санындағы –өзектің көлденең қимасының ауданы:

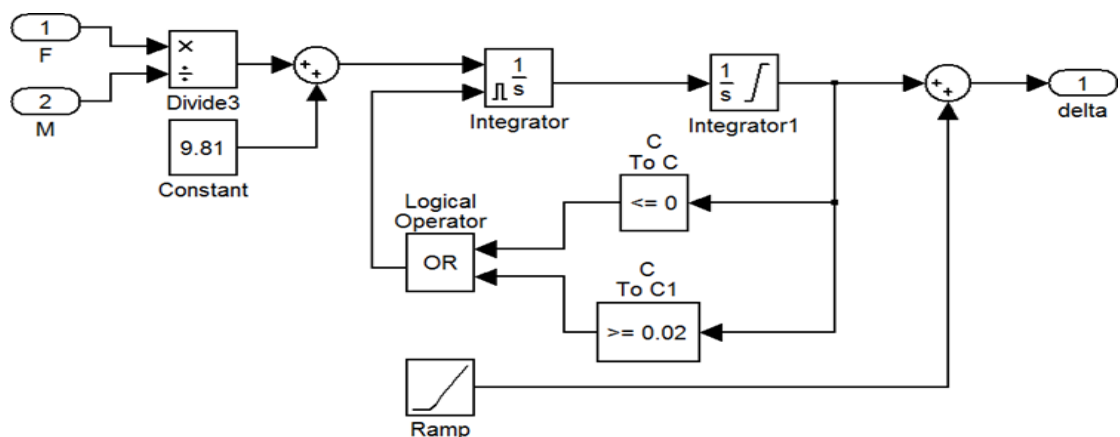
$$S = \frac{2\mu_0 + M \cdot g}{B^2} = 0.0833 \text{ м}^2,$$

Магниттік өткізгіштікті есептеу үшін өрнек магнит өткізгіштің пішініне байланысты. Магниттік суспензия жүйесі үшін U-тәрізді магниттік өткізгіш таңдалды, мұнда жазық тікбұрышты магниттік өткізгіштің ұшы мен оған параллель якорь арасындағы жұмыс саңылауының магниттік өткізгіштігі формула бойынша есептеледі [2].:

$$G_\delta = \mu_0 \cdot \left(\frac{S}{\delta} + 1,16 \cdot a \right)$$

мұндағы, a – магнит өткізгіштің ені, м.

Электромагниттің орауышына берілетін тоқты анықтау үшін 2-суретте көрсетілген электр тізбегі модельденген. Қосымша кедергісі бар аспалы электромагнит RL тізбегі ретінде ауыстыру схемасымен ұсынылған. Тізбекті дұрыс есептеу үшін қажет тұйық кілттің ағып кету тоқтарын модельдеу үшін параллель қосылған R резисторы қажет [3].



2 сурет - Электромагниттің орауышының электр тізбегі

EMS-пен тасымалдаудың **маңызды** кемшілігі - бұрылыстар кезінде көлікті ілу және бүйірлік тұрақтандыру жүйесінің жоғары энергия шығыны. Қуатты тұтынуды азайтуға электромагниттік дизайн мен басқару жүйесін оңтайландыру арқылы қол жеткізуге болады. Бүйірлік тұрақтандыру электромагнит арқылы жүзеге асырылады. Электромагниттің сипаттамаларын зерттеу үшін оны модельдеу қажет [4].

Электромагниттің эксперименттік физикалық моделін есептеу

Осыған ұқсас алдын-ала есептеу әдісі бойынша электромагниттің физикалық моделі үшін есептеу жүргізілді. Қолда бар жабдық үшін бастапқы деректер алынды:

$U=12 \text{ В}$ – реттегіш шығысындағы кернеу;

$\delta=7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – ауа саңылауы;

$\tau=0,004 \text{ с}$ – уақыт тұрақтылығы;

$B=0,215 \text{ Тл}$ – магнит өрісінің қажетті индуктивтілігі;

$\mu_0=4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ – тұрақты магниттік;

$m=0,720 \text{ кг}$ – пайдалы жүктемені ескере отырып көтерілетін масса.

(2.4) формуласынан электромагниттің меншікті қуаты көрсетілген:

$$P_{\text{меншік.}} = \frac{2 \cdot g \cdot \delta}{\tau} = 34,33 \frac{\text{Вт}}{\text{кг}}$$

w мәні анықталады:

$$w = 582 \text{ ват}$$

Кез-келген жұмыс ауа саңылауларында негізгі қиманың ауданы есептеледі:

$$S = 3,84 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Өзек ұшының көлденең қимасының ауданын есептеу жүзеге асырылады:

$$S_m = 1,92 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Электромагниттік орауыштың индуктивтілігін есептеу жүзеге асырылады:

$$L = 0,023 \text{ Гн}$$

Индуктордың белсенді кедергісін есептеу жүзеге асырылады:

$$R = 5,825 \text{ Ом}$$

Ом заңы бойынша номиналды тоқты есептеу орындалады:

$$I_{\text{ном}} = 2,06 \text{ А}$$

Магниттеу күшін есептеу жүзеге асырылады:

$$\theta = 1198 \text{ А}$$

Электромагниттің номиналды қуатын есептеу жүзеге асырылады:

$$P_{\text{ном}} = 24,721 \text{ Вт}$$

Өзектің көлденең қимасы квадрат түрінде жасалады, ал магнит өткізгіштің бүйір өлшемі $a=0,014 \text{ м}$.

Орам кеңістігінің салыстырмалы ұзындығы (жылуды бөлу және электромагниттің қолайлы жылу сыйымдылығы жағдайында $m_1=4$ болуы ұсынылады). Ұзақ ораманы қосу

режимі үшін ток тығыздығының рұқсат етілген мәні $j=3 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$ құрайды. Ораманың ішкі окшаулауы-екі есе. $\Delta_{\text{вн.из}}=0,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ [5].

Орауыштың орамдық кеңістігінің көлденең қимасының ауданын (бір катушкаға есептегенде) анықтау:

$$S_{\text{орамд.кең.}} = 535,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2,$$

мұндағы, $k_{3,06}=0,783$ – диаметрі 0,3 мм-ден жоғары дөңгелек сым үшін орау кеңістігін толтыру коэффициенті.

Орау кеңістігінің биіктігі мен ұзындығы:

$$H_{\text{орамд.кең.}} = 11,57 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$l_{\text{орамд.кең.}} = 46,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Тікбұрышты пішінді ораманың ішкі және сыртқы өлшемдері анықталады:

$$a_{\text{ішкі орама}} = 14,46 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$b_{\text{ішкі орама}} = 14,46 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$a_{\text{ішкі орама}} = 37,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$b_{\text{ішкі орама}} = 37,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Тікбұрышты пішінді орауыштар орамасының орташа ұзындығы есептеледі:

$$L_{\text{тік.б.}} = 0,104 \text{ м}$$

Орамалы сым металының көлденең қимасының ауданы анықталады:

$$S_{\text{тік.б.}} = 0,69 \text{ мм}^2$$

Дөңгелек орамалы сымның диаметрін анықтаймыз:

$$D_{\text{тік.б.}} = 0,935 \text{ мм}$$

Индуктор сымының массасы анықталады:

$$M_{\text{тік.б.}} = 0,372 \text{ кг},$$

$$\text{мұндағы, } \rho_{\text{м}}=8960 \text{ – мыстың тығыздығы, кг / м}^3.$$

Электромагнит өзегінің массасы:

$$M_{\text{өзек.}} = 0,142 \text{ кг},$$

$$\text{мұндағы } \rho_{\text{ст}}=7600 \text{-электр болатының тығыздығы, кг / м}^3.$$

Осы өлшемдер бойынша электромагнит таңдалды, оның құрамында $0,8 \text{ мм}^2$ қимасы $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ қимасы бар U-тәрізді болат өзекке оралған мыс сымның 560 айналымы бар, электромагнит орауыштың кедергісі 1,3 Ом болды. Физикалық модельді басқару жүйесінің жылдамдығын қамтамасыз ету үшін электромагниттік орауыштар тізбегіндегі қуат тізбегіне 3 Ом кедергі қосылады [6].

Физикалық модель нәтижелерін талдау үшін электромагниттің нақты моделінің өлшемдері бойынша қайта есептеу жүргізілді. Электромагниттік орауыштың берілетін кернеу 30 В. Бұрын берілген формулаларға сәйкес есептелген:

- магниттік индукция: $B = 0,206 \text{ Тл};$

- магниттеу күші: $\Theta=1145 \text{ А};$

- ток: $I=2,045 \text{ А};$

- формула бойынша қуат:

$$P = I \cdot (R_{\text{кат}} + R_{\text{доб}}) = 17,983 \text{ Вт}$$

- меншікті қуат: $\text{кен}=24,976 \text{ Вт / кг};$

- индуктивтілік: $L=0,024 \text{ Гн};$

- уақыт константасы: $\tau=5,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}.$

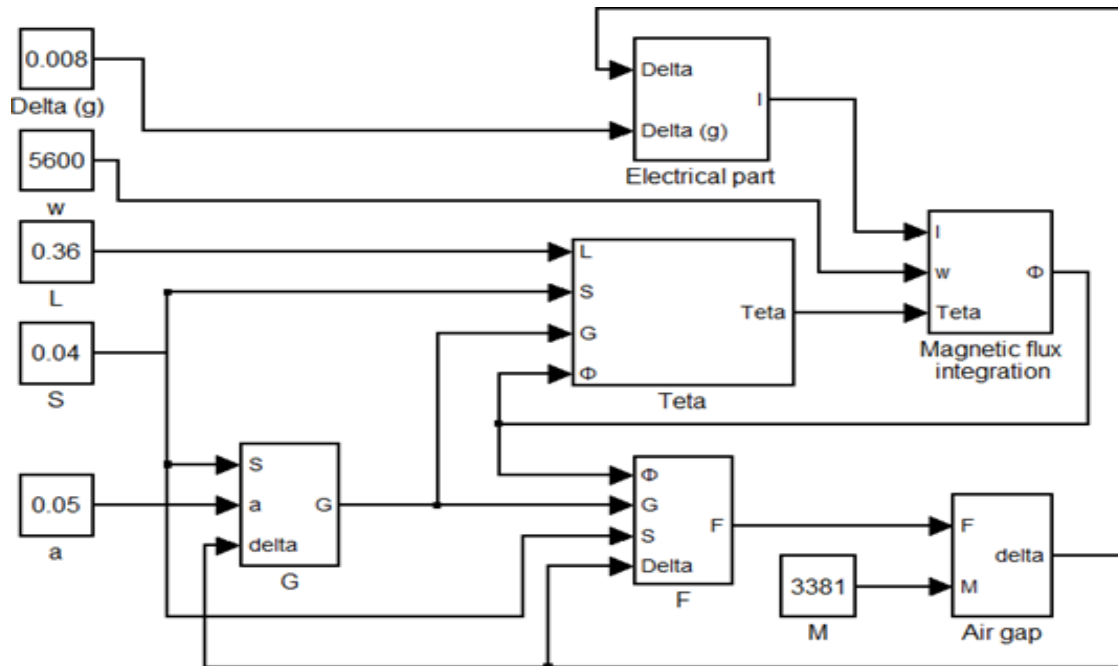
Алдын-ала есептеу жүргізілді, онда барлық алынған мәліметтер Matlab Simulink бағдарламасындағы электромагниттік аспаны зерттеуде тексеру есептеу схемасын жасау кезінде қолданылды [7].

Нақты модельде де, физикалық модельден алынған нәтижелерді талдау үшін де Femm бағдарламасында зерттеу үшін алдын-ала есептеу жүргізілді.

Электромагниттік аспаның жүйесін модельдеу және оның энергетикалық сипаттамаларын зерттеу

MatLab Simulink-тағы ұқсас модель

Электромагниттік аспаның динамикалық сипаттамаларын зерттеу үшін MATLAB Simulink моделі жасалды. Модельдің жалпы көрінісі 3 суретте көрсетілген.



3 сурет - Электромагниттік аспаның ұқсас моделі

Әзірленген модель электромагниттік аспаны сипаттау үшін қажетті негізгі есептік өрнектерді жүзеге асыратын бірнеше ішкі жүйелерден тұрады. Олар тоқтата тұру күшін есептейді F , G_δ саңылауының магниттік өткізгіштігі, берілген магнит ағынындағы θ магниттеу күші, Φ_δ магнит ағыны, δ ауа саңылауының шамасы және I тоқ күші [8].

Вагонды ілу үшін берілген ауа саңылауында ауырлық күшін жеңу үшін жеткілікті болатын электромагниттік F күшін дамыту қажет:

$$F = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Phi_\delta^2}{G_\delta^2} \cdot \frac{dG_\delta}{d\delta} = 5,7 \text{ мм}^2,$$

мұндағы, Φ_δ δ – жұмыс ауа саңылауындағы магнит ағыны, Вб;

G_δ – ауа саңылауының магниттік өткізгіштігі, Гн;

$\frac{dG_\delta}{d\delta}$ - формула бойынша есептелетін ауа саңылауының шамасы бойынша магниттік өткізгіштік туындысы:

$$\frac{dG_\delta}{d\delta} = -\mu_0 \cdot \frac{S}{\delta^2}$$

S -магниттік құбырдың көлденең қимасының ауданы, м²;

δ -пойызда орнатылған электромагнит пен жол құрылымындағы магнит өткізгіш арасындағы ауа саңылауының шамасы, м.

Электромагниттік F күшті есептеу MatLab Simulink бағдарламасының F ішкі жүйесінде жүзеге асырылады.

Магнит ағынын анықтау және оны реттеу үшін магниттеу күші бар, оны біріктіру арқылы магнит ағынын алуға болады:

$$\theta = I \cdot w = \frac{\Phi_\delta}{G_\delta} + H(B) \cdot L$$

мұндағы, I -электромагнит орауышы арқылы өтетін тоқ мөлшері, А;

W-электромагнит катушкасының бұрылыстарының саны, вит;

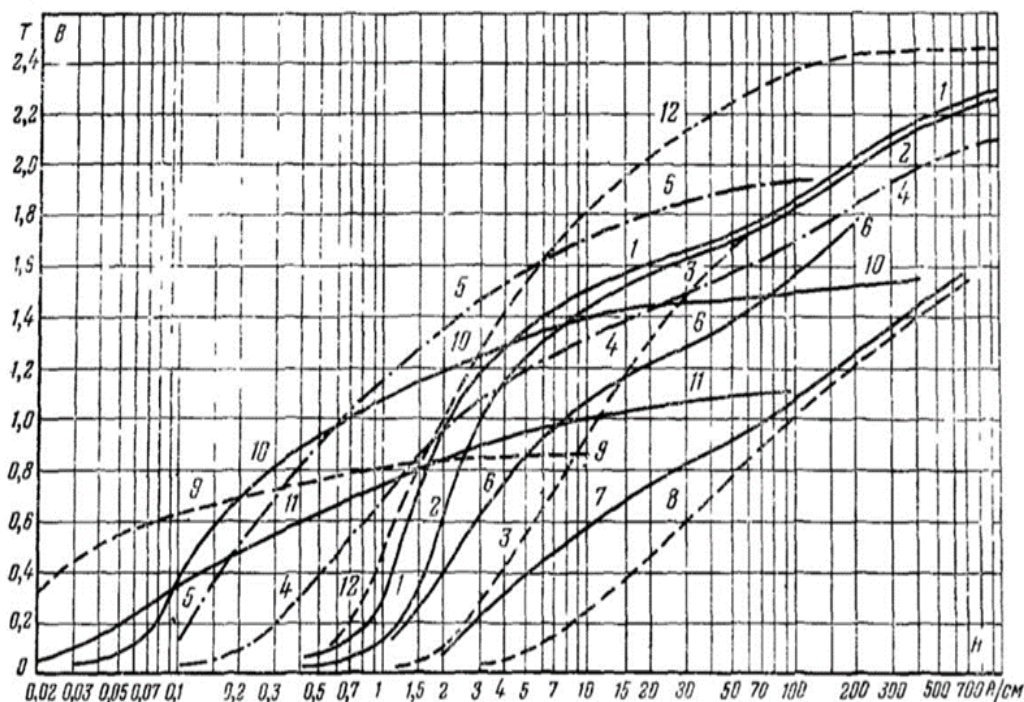
H (B) - магниттік индукция шамасына тәуелді магнит өткізгіштің магнит өрісінің кернеулігі, A / м;

L-магниттік өткізгіштің тұйық тізбегінің ұзындығы, м.

Магнит өткізгіштің магнит өрісінің кернеулігін анықтау үшін магниттік индукция шамасына байланысты электротехникалық болат үшін магниттеу қисықтары қолданылды, оны есептеу формула бойынша жүзеге асырылады [9]:

$$B = \frac{\Phi_{\delta}}{S}$$

Магниттеудің кері қисығы Simulink-те Lookup Table блогын қолдана отырып, сызықтық жуықтау әдісімен жүзеге асырылды [10].



4 сурет - Электротехникалық материалдарды магниттеу қисықтары

Бұл есептеуде 4 суретте көрсетілген сәйкес магниттеу қисығы бар Э330 маркалы электротехникалық парақ болат таңдалды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Дж. Д. Ливингстон, «Восходящая сила: магия магнитной левитации», издательство Гарвардского университета, 2011.
2. SC Paschall II, Проектирование, изготовление и управление системой магнитной левитации с одним приводом, факультет машиностроения, Техасский университет A&M, 2002 г.
3. А. Амбике, У. Дж. Ким и К. Джи, «Операционная среда реального времени для сетевых систем управления», в Proceedings of the American Control Conference (ACC-05), стр. 2353–2358, Портленд, штат Орегон, США, июнь. 2005.
4. Х. Бехбахани, Х. Ягуби и М.А. Резвани, «Разработка технических и экономических моделей для широкого применения системы магнитной левитации в общественном транспорте», Международный журнал гражданского строительства, том. 10, нет. 1, стр. 13–24, 2012.
5. Х. Ягуби и М.А. Резвани, «Разработка модели загрузки направляющих на магнитной подвеске», Journal of Transportation Engineering, vol. 137, стр. 201–213, 2010.

6. Иванов П. Технологические аспекты магнитных подвесок. Москва: Издательство «Техника», 2022
7. Смирнов А. «Электромагнитная теория магнитных подвесок». Электротехнический журнал №40, 2017
8. Лебедев И. «Магнитные материалы в системах магнитных подвесок». Магнитные исследования, №5, 2019
9. Белов С. «Современные технологии магнитной левитации». Инженерные науки. №12, 2018
10. Мельников А. «Проектирование магнитных подвесок для высокоскоростных поездов». Железнодорожный транспорт, № 7, 2020

УДК 656.132

ТАУ-КЕН КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ЖОҒАРЫ АГРЕССИВТІ ОРТАСЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЖОЛАУШЫЛАР АВТОБУСТАРЫ ШАНАҚТАРЫНЫҢ ЖҰМЫС МЕРЗІМІН АРТТЫРУ

Базарбеков Бекзат Қанатұлы

beka09.02@mail.ru

магистрант Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан

Саменов Галымжан Кайыржанович

samenov_gk@enu.kz

аға оқытушы, т.ғ.к., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан

Тау-кен кәсіпорындарының жұмысшыларын жұмыс орындарына жеткізу жолаушылар автобустарымен іске асырылады. Жер бедері мен агрессивті ортаны жағдайында көлік құралдарының шанақтары коррозиялық тозуға ұшырайды. Автобус корпусының пайдалану кезіндегі тозуы - дәнекерленген және тойтармалы қосылыстардың тығыздығының бұзылуымен, жыртылулардың, жарықтар мен деформациялардың пайда болуымен ершеленетін металдың коррозиясы. Шанақтың асты әсіресе, күз-көктем мезгілдері аралығында көлік дөңгелектеріне ылғал, тұз немесе шаң жиналуы әсерінен тозады [1].

Автобус шанақтарының төзімділігінің төмендеуінің негізгі себептерінің бірі олардың бөлшектерінің, әсіресе прокатталған жұқа қаңылтырдан жасалған бөлшектерінің коррозияға ұшырауы. Заманауи автобустардың дизайнын жетілдіру динамикалық және экономикалық сапаларын жақсарту мақсатында олардың салмағын азайтуға бағытталған. Бұл автобустардың ұзақ мерзімділігін шектейтін және қызмет ету мерзімін анықтайтын жұқа қаңылтыр элементтерді кеңінен қолдануға әкелді. Автобус иелері үшін коррозия жөндеу мен қызмет көрсетуге кететін күтпеген және күрделі шығындардың негізгі себептерінің бірі. Коррозияға ұшыраған шанақ қондырғының істен шығуына немесе жолаушылардың өмірі мен денсаулығына төнетін қауіптен ең ауыр зардаптарға әкелетін апатты тудыруы мүмкін. Сол себепті, автобус шанағының коррозиясын алдын-алу – тиімді шешім болып есептеледі [2].

Зерттеу жұмысын орындау барысында Қазақмыс, Қаражыра тау-кен кәсіпорындарының жоғары агрессивті ортасы жағдайында жолаушыларды тасымалдайтын «Tranco Express» ЖШС, «Қазақалтын Logistic» ЖШС автобустары шанақтарының қызмет мерзімін арттыру шаралары әзірлеу қарастырылады.

Қарастырылып жатқан ««Tranco Express» ЖШС 1998 жылдан бастап Жезқазған қаласында жұмыс атқарып келеді. Мекемеде бүгінгі күнде 520-ға жуық адам жұмыс істеуде. Кәсіпорынның негізгі жұмыс бағыты Қазақмыс корпорациясының тау-кен кәсіпорындарының қызметкерлері мен жұмысшыларын тасымалдау болып табылады.