

РЕЛЬСТІҢ БЕТІНДЕГІ КОНТАКТІЛІ-ШАРШАУДАН ПАЙДА БОЛАТЫН АҚАУЛАРДЫ ЗЕРТЕУ

Сулейменов Олжас Рустамович

olzhas11223344@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
«Көлік, көлік техникасы және технологиялары» білім беру бағдарламасының
1 курс магистранты

Забиева Алия Батырбековна

aliya.zhakupovazabieva@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
«Көлік, көлік техникасы және технологиялары» кафедрасының доцент м.а

Аңдатпа: Мақала Рельстің бетіндегі контактілі-шаршаудан пайда болатын ақаулардың шығу тегі мен даму механизмдерінен бастап рельстің құрылымы мен беріктігіне әсеріне дейінгі әртүрлі аспектілерін қарастыруға бағытталған. Контактілі шаршау ақауларына әсер ететін факторларға, соның ішінде материалдың қасиеттеріне, пайдалану жағдайларына және ықтимал алдын алу әдістеріне назар аударылады.

Кілт сөздер: контактілі-шаршау ақаулары, теміржол ақаулары, рельстің беті.

Рельс материалы

Қазақстан Республикасында рельстер болаттан және әр түрлі қоспалардан жасалады. Болат рельстер теміржол көлігінде кеңінен қолданылады, өйткені олар жоғары беріктікке ие және айтарлықтай жүктемелер мен қоршаған орта әсеріне төтеп бере алады. Болаттың нақты сипаттамалары теміржол рельстерін өндіру үшін белгіленген нақты талаптар мен стандарттарға байланысты өзгеруі мүмкін. Рельс қорытпасы бір болат емес, бірақ одан басқа, қорытпаға тағы бірнеше элементтер кіруі керек, келесі массалық үлестерде:

Марганец – 0,3-тен 1,0% - ға дейін, соққының беріктігін (төрттен үштен біріне), сондай-ақ тозуға төзімділік пен қаттылықты жақсартады. Сонымен қатар, икемділік нашарламайды, бұл дайын илемдеу өнімінің өнімділігіне оң әсер етеді.

Ванадий-теміржол рельстерін жасау үшін Болаттың нақты маркасына байланысты 0,01-ден 0,08% - ға дейін. Байланыстың жеткілікті беріктігін қамтамасыз ету үшін маңызды. Көміртегімен қосылып, төзімділік шегін арттыратын карбидтер түзеді (атап айтқанда оның төменгі шегі).

Көміртегі (көміртегі) – 0,7-ден 0,82% - ға дейін, механикалық қасиеттерін шамамен екі есе арттырады. Оның бөлшектері ферро молекулаларын байланыстырып, оларды әлдеқайда күшті және үлкенірек карбидтерге айналдырады. Ал жоғары температураның әсері соншалықты маңызды емес.

Кремний – 0,18-ден 0,4% - ға дейін, оттегі қоспаларын кетіру үшін қажет, сондықтан материалдың ішкі кристалдық құрылымын оңтайландыру қажет. Мұндай қоспамен жою дақтарының пайда болу ықтималдығы айтарлықтай төмендейді, ал беріктік шамамен 1,4 есе артады.

Қазіргі кездегі рельстер ауыр жүктемелерге төтеп беруі керек, сондықтан материалдың химиялық құрамы мен өңделуіне үлкен талаптар қойылады. Талаптарды сақтамау теміржолдағы ең ауыр апаттарға әкелуі мүмкін.

Танымал теміржол ақаулары

Қазақстан Республикасында танымал теміржол ақаулары:

1. Рельстің деформациясы – бұл рельс басының жанасу бетінде пайда болатын зақым. Олар негізінен пойыздардың қарқынды қозғалысы, ауа-райының әсері, материалдың шаршау процестері кезінде таяз қисықтарда бірлік ақаулар түрінде пайда болады. Деформация

бетінің астындағы екі негізгі жарықтан тұрады, нәтижесінде жұмыс бетінің шөгуі. Нәтижесінде отырғызу кезінде коррозия пайда болады, ол қара дақтар түрінде көрінеді. Рельстің деформациясы жолдың геометриялық тұрақтылығын жоғалту, пойыз сапасының нашарлауы және жабдықтың тозуының жоғарылауы сияқты ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін. Рельстің деформацияларының мысалдары мыналарды қамтиды:

1) Скваат: өтетін пойыздардың жүктемесі мен динамикалық әсерінен туындаған рельс бетіндегі Жергілікті деформация.

2) Иілу: әдетте жүктемелердің ұзақ әсер етуімен және жолдың дұрыс емес геометриясымен байланысты рельсті иілу.

3) Жарықтар : материалдың шаршауынан немесе сыртқы факторлардың әсерінен пайда болуы мүмкін рельс құрылымындағы жарықтардың әртүрлі түрлері.

4) Созылу : динамикалық күштердің әсерінен пойыздың қозғалысына қарай рельстің біртіндеп қозғалысы.

5) Толқындық деформация: рельстердің дұрыс салынбауынан туындайды және жол бойында кедір-бұдырларға әкелуі мүмкін.

2. Рельстердің тозуы – бұл пойыз дөңгелектерімен және басқа факторлармен үнемі байланыста болу салдарынан рельстің бетін өшіруден көрінетін ақау. Тозу-бұл темір жолды пайдалану процесінде болатын табиғи процесс. Бұл ақау әртүрлі формада болуы мүмкін:

1) Біркелкі тозу: рельстің беті бүкіл ұзындығы бойынша біркелкі тозады. Әдетте пойыз дөңгелектерінің қалыпты қозғалысынан туындайды.

2) Біркелкі емес тозу: бұл әртүрлі факторлардың әсері мысалы, рельстердің дұрыс орнатылмауы, жылжымалы құрамдағы ақаулар және т. Б.

3) Бүйірлік тозу: рельстің бүйір бетін өшіру, көбінесе дөңгелектердің бүйірлік қозғалысына байланысты, мысалы, бұрылыстар кезінде.

4) Калибрлі тозу: тозудың бұл түрі әдетте пойыз дөңгелектері үнемі қозғалатын жерде пайда болады, бұл беттің қозғалыс бағытында тозуына әкеледі.

3. Қысқа толқын тәрізді деформация – бұл рельстің бетіндегі қысқа толқын тәрізді деформация түрінде көрінетін рельстердің ақауы. Коррозияның бұл түрі көбінесе пойыздардың қозғалысынан туындаған циклдік жүктемелерден туындайды. Қысқа толқын немесе дауыл-бұл қайталанатын динамикалық жүктемелер нәтижесінде пайда болатын рельс бетіндегі тұрақты биіктіктер мен ойпаттар.

4. Рельстердің коррозиясы рельстің металл бетіне қоршаған ортаның әсеріне байланысты ақау болып табылады, бұл оның бұзылуына әкеледі. Бұл тұрғыда коррозия ылғалдың, атмосфералық жағдайлардың, химиялық заттардың және басқа факторлардың металға әсерінен болуы мүмкін. Рельстердің коррозиясының себептері:

1) Ылғалдылық пен жауын-шашын: атмосферадан ылғалдың әсер етуі, әсіресе жоғары ылғалдылық жағдайында немесе жаңбыр кезінде коррозия процесін тездетуі мүмкін.

2) Химиялық заттар: атмосферада немесе топырақта қатты химиялық заттардың болуы коррозияға ықпал етуі мүмкін.

3) Электрохимиялық процестер: электролиттік ортадағы рельстердегі әртүрлі металдардың өзара әрекеттесуі (мысалы, ылғалдылық) коррозияға әкелуі мүмкін.

Әсерлері:

1) Беріктіктің төмендеуі: Коррозия металл материалының жоғалуына әкелуі мүмкін, бұл рельстің беріктігін төмендетеді.

2) Геометрияның өзгеруі: Коррозия рельстің деформациясы мен иілуіне әкелуі мүмкін, бұл оның геометриясына әсер етеді.

3) Үйкелісті арттыру: коррозияның пайда болуы пойыз дөңгелектері мен рельстер арасындағы үйкелісті арттыруы мүмкін.

4) Электр өткізгіштігінің нашарлауы: Коррозия рельстердің электр өткізгіштігін төмендетуі мүмкін, бұл электр тарту жүйелері үшін маңызды.

Рельстердің тозуы

Қазақстанда Республикасында танымал ақаулардың бірі, рельстердің тозуы біркелкі тозудан бастап, біркелкі емес тозу, бүйірлік тозу және калибрлі тозу сияқты күрделі түрлерге дейін әртүрлі пішіндерге ие болуы мүмкін. Бұл процесс табиғи және оның жылдамдығы пойыздардың қозғалыс көлемі, рельстердің сапасы, климаттық жағдайлар және т.б. сияқты көптеген факторларға байланысты болуы мүмкін.

Қазіргі заманғы идеяларға сәйкесекі конъюгацияланған беттер мен олардың жанасуы үстірттегі салыстырмалы орын ауыстыру механикалық және молекулалық қабаттар пайда болады, сайып келгенде, өзара әрекеттесу және бұл беттердің микро көлемдерінің бұзылуына, яғни олардың тозуына әкеледі. Тозу үйкеліс байланыстарының бірнеше рет бұзылуымен байланысты. Байланысатын беттердің өзара әрекеттесу сипатына байланысты материалдың серпімді немесе пластикалық оттысуы орын алады, микро кесу, тотықты пленкалардың бұзылуы немесе нәтижесінде негізгі материалдың бұзылуы адгезия (молекулалық өзара әрекеттесу)

Қисықтық бойымен әрекет ететін орталықтан тепкіш күштің арқасында рельс басының ішкі жағындағы дөңгелектердің ребордтары тегістеледі. Көлік құралдары қисық бойымен қозғалған кезде қисықтық пішініне сәйкес иілмейді. Бұл сыртқы рельстің басының ішкі жағын доңғалақ фланецтерімен бекітуге әкеледі. Ішкі рельс басының ішкі жағының тозуы негізінен доңғалақтың бұрылыста сырғып кетуіне байланысты. Сыртқы дөңгелектер ішкі дөңгелектерге қарағанда үлкен қашықтықты жүріп өтуі керек. Бірақ екі доңғалақ арасындағы қатты байланыстың арқасында олар бірдей қашықтықты жүріп өтеді, сондықтан ішкі доңғалақ ішкі рельсте сырғып кетеді, бұл ішкі рельс басының ішкі жағының тозуына әкеледі.

Рельстердің толқын тәрізді тозуының пайда болуы негізінен металдың сапасына (бастың тереңдігі мен ұзындығы бойынша қаттылықтың біркелкі бөлінбеуі, беріктік қасиеттері, қалдық кернеулер) және рельстерді жасау технологиясына (мысалы, рельстерді илемдеу және суық түзету кезінде бастың бастапқы бұзылуларының пайда болуы) байланысты екені белгілі. Бірқатар басқа факторлар рельстердің толқын тәрізді тозуының пайда болуына ықпал етуі мүмкін, ал кейбір жағдайларда оның даму қарқындылығының жоғарылауына әкелуі мүмкін, мысалы, пойыздарды жүргізу кезінде тік итерулер мен үлкен үдеулер, вагон дөңгелектерінің сырғып кетуі, жолдағы және жылжымалы құрамдағы діріл құбылыстары, жолдың қисық учаскелерінің болуы, рельс астындағы негіздің біркелкі емес икемділігі, рельстердің орналасуы жоспар мен профилде ауытқуы, белгілі бір тоннажды рельстерден өткізу процесінде жолдың құрылымдық элементтері мен мазмұнындағы ақаулар және т.б.

Канаданың көлік технологиялары орталығының (NRC) ұлттық зерттеу кеңесінің мамандары 1993 жылы ауыр пойыздардың негізгі қозғалысына, жолда жеңіл типті рельстердің болуына, рельстердің жанасу-шаршау ақауларына, шпалдардың діріліне, олардың діріліндегі рельстердің ойық тозуына байланысты рельстердің толқын тәрізді тозуын алты түрге жіктеуді ұсынды. Бұл тізім өз кезегінде тозудың пайда болу механизміне байланысты екі санатқа бөлінді: тұрақты толқын ұзындығы бар механизм рельс бойындағы мерзімді бұзылулардың динамикалық қалыптасуы және динамикалық жүктемелердің әсерінен рельстің бетінде және металында толқын тәрізді бұзылулар мен ақаулардың пайда болуы (ақаулы механизм). Бұл механизмдерді дәл анықтау рельстердің толқын тәрізді тозуын жою үшін тиімді шараларды әзірлеу ықтималдығын айтарлықтай көрсетеді. Толқын ұзындығындағы толқын тәрізді соққылардың жеңілдетілген жіктелуі мағынасы жоқ, өйткені бірдей толқын ұзындығында да әртүрлі типтегі ақаулар болуы мүмкін. Рельстің басындағы толқындық соққылардың маңызы зор. Олардың пайда болуы мен дамуы рельстерді өндіру технологиясымен де, жылжымалы жүктеме кезінде олардың жұмысының шарттары мен сипатымен де байланысты. Бастапқы ұзын толқындар (20-120 см) және рельстердің ұзындығы бойынша механикалық сипаттамалардың теңсіздігі, атап айтқанда, илемдеу жүйесінің серпімді тербелістерінің жоғарылауына байланысты, егер ол осы рельс профилін жалға алу үшін жеткілікті қатаң болмаса және жеткіліксіз суық болғандықтан Рельстерді

өңдеу. Қысқа толқын тәрізді (3-10 см) Рифельдің бұзушылықтары көбінесе дөңгелектер сырғып кететін жерлерде және металдың беткі қабаттарының пластикалықмещысуларында пайда болады. Жолдың қисық бөліктерінде рельстердің толқын тәрізді тозуы неғұрлым қарқынды болса, қисықтардың қисаюы соғұрлым көп болады.

Көптеген зерттеулердің нәтижелерін талдау авторлар мен менің бақылауларым рельстердің қарқынды тозуы қисықтарда 600 м және одан аз. Қисықтардағы рельстердің бүйір беттерінің тозған беттерінің көрінісі шағын радиустар ($R < 400$ м) ойықтар және ретсіз орналасқан әр түрлі өлшемдегі және тереңдіктегі ойықтар мен қақпақтар, сондай-ақ қабыршақ тәрізді тозу өнімдері. Бұл басымдықты көрсетеді мұнда абразивті тозумен және терең жыртылумен байланысты байланыс аймағында болатын процестер. Сондай-ақ, тозуды бақылау нәтижелерін талдау теміржол рельстері негізгі әсер етуші фактор екенін көрсетті үстінде рельстердің тозу қарқындылығы, болып табылады қисық радиусы. Сонымен, басым учаскелерде радиусы 350 м 400 м қисықтар қарқындылығы бүйірлік тозу радиус қисықтары басым жерлерге қарағанда 2,5 есе жоғары 550 – 600 м. Бұл туралы алынған мәліметтер қисықтардағы жолдың ені 1520 дан бастап 1540 мм айтарлықтай әсер етпейді рельстердің бүйірлік тозуы. Бүйірлік тозу ішкі жіптер жоқ. Көпшілігінде ішкі жіптердің жұмыс беттерінің радиусы 600 м және одан аз қисықтардың тіпті іздері де жоқ доңғалақ жоталарына тигізу. Сондықтан туралы мәлімдемелер қисықтарда жолдың ені жетіспейді оның астында ешқандай себеп жоқ.

Рельстің өлшеуіштері мен жылжымалы құрамның жүріс бөліктерінің рельстердің тозуына әсерін бағалау үшін жалпыланған алушының болуы маңызды. Жиі рельстер мен доңғалақ жоталарының тозу факторы деп аталады [1]. Бұл жағдайда рельстің бүйір бетінің тозу қарқындылығы өрнек арқылы анықталады

$$G=1+(30*x1/R), \quad (1)$$

Мұндағы: $x1$ - айналу полюсінен қашықтық экипаждың бірінші доңғалақ жұбының геометриялық осі; R -қисық радиусы.

Доңғалақ пен рельстің жотасының жанасу нүктесіндегі қалыпты қысым (2):

$$N=y1*\sin \gamma, \quad (2)$$

Мұндағы: $y1$ - арбаның бірінші осіне әсер ететін бағыттаушы күш; γ - жотаның жұмыс бетінің көкжиекке көлбеу бұрышы.

Тозу факторы:

$$\Phi_T = f*N*W/G, \quad (3)$$

Мұндағы: Φ_T – тозу факторы; f - үйкеліс коэффициенті; N - доңғалақ пен рельстің жотасының жанасу нүктесіндегі қалыпты қысым; W –доңғалақ жотасының салыстырмалы сырғуы; G – доңғалақ пен рельстің жотасының жанасу аймағы.

Кесте 1.1

Рельстердің шекті тозуына дейін қисық сызықпен өткізуге болатын Тоннаж, млн т.

Осьтік жүктеме, кН	Қисық радиусы, м								
	250	300	350	400	450	500	550	600	650

Майлау (лубрикант) болмаған жағдайда

170	83,6	120,6	164	214,2	271,3	334,7	406	482,1	566
90	119	171	230	304,2	385,1	475,3	576,7	684,6	803,5

Майлау (лубрикант) болған жағдайда

170	167,5	241,1	328,1	428	542,5	670	812,5	965,5	132
90	237,9	340	460,5	609	770,5	951	1154,5	1370,2	607,5

Ақауларды жою әдістері. Қазақстанда Республикасында темір жол рельстеріне техникалық қызмет көрсету мен жөндеудің әртүрлі әдістері, оның ішінде темір жол қозғалысының қауіпсіздігі мен тиімділігінің жоғары стандартын сақтауда шешуші рөл

атқаратын тегістеу әдісі кеңінен қолданылады. Тегістеу және термиялық өңдеу әдісі рельстердегі ақауларды жоюдың және олардың сапасын жақсартудың тиімді әдісін ұсынады. Қазақстанда рельстерді тегістеудің әртүрлі әдістері қолданылатынына, соның ішінде:

Бірінші әдіс – айналмалы толық Профильді тегістеу Құралдың жұмыс перифериялық бөлігі бар шеңберлер.

Екінші әдіс-пішінде жасалған шеңбердің ұшымен тегістеу сақиналар немесе кесілген конус түрінде.

Үшінші әдіс-қозғалмайтын және тербелмелі тегістеу абразивті сегменттермен.

Тегістеудің бірінші әдісінде қалыптаушы болып табылады шеңбердің жанасу аймағында жатқан ауданы бойынша елеусіз бет рельс. Ең көп қолданылатын әдіс қолмен тегістеу кезінде табылды қалыпталатын профиль беттеріне ерекше талаптар жоқ машиналарда, ал өңдеу дәнекерлеуден кейін металл ағындарын жоюға бағытталған, беттерді тегістеу үшін тегістеу және т.б.

Екінші тегістеу әдісімен қалыптау өңделетін бет тегіс, соңғы беті бар айналу осі мүмкін шеңбердің кесу бөлігінің негізгі ұзындығы тек перпендикуляр орналасқан жазықтықта бұрылыңыз рельстің бойлық осі. Абразивті шеңберлердің қажетті санының болуы рельсті тегістеу пойызының құрамы сапаны қалыптастыруға мүмкіндік береді

аккорд түзетін ұзындығы 2 ден 10 мм в дейінгі Рельсті жөндеу профилі қалыптасатын профиль радиусына байланысты.

Үшінші тегістеу әдісінде ұзартылған қолданылады бойлық төменгі беті бар призмалық сегменттер толқын тәрізді соққылардың жоталарын тереңдікке дейін кесіңіз

Жұмыс органының базалық ұзындығы 1,8-2м болған кезде өту үшін 0,008 мм. Жұмысшы өндеудің бұл түрімен тегістеу жылдамдығы 60-70 км / сағ жетеді, бұл осы әдіспен рельсті тегістеу пойыздарын пайдалануға мүмкіндік береді поездар қозғалысы арасындағы аралықтарды өңдеу.

Негізгі түрлері жолдағы рельстерді тегістеу:

- профилактикалық, тұрақты алып тастауды көздейді бұзушылықтардың баяу өсу сатысында зақымдалған металл қабаты және олардың тез дамуына жол бермейтін беткі жарықтар;

- толқын тәрізді тозуды жоюға арналған тегістеу және рельстердің бетіндегі басқа түрлердің қысқа бұзушылықтары;

- рельстің басы тегістелетін профильді тегістеу елеулі беткі ақауларды жою мақсатында бүкіл периметрге және берілген профильді қайта құру. Бастапқы-рельстерді үздіксіз тегістеу, керек қайта құру, күрделі жөндеу жүргізу шеңберінде жүзеге асырылады,

ең қысқа мерзімде теміржол және рельстерді үздіксіз ауыстыру, бұл рельстерді төсегеннен кейін.

Рельсті тегістеу технологиясын практикалық қолдану жылдарында темір жолдарда, жол қызметінің қызметкерлері үлкен тәжірибе жинады, келесі оң нәтижелерді тұжырымдауға мүмкіндік береді осы технологияны енгізу:

- 1) рельстердің қызмет ету мерзімін ұлғайту;

- 2) ұзарту жоғарғы техникалық қызмет көрсетудің кезекті циклдары арасындағы интервалдар

- 3) жылжымалы құрамды пайдалану жағдайларын жақсарту;

- 4) қозғалатын жылжымалы құрам шығаратын шу деңгейінің төмендеуі.

Алайда, артықшылықтарды жүзеге асыру үшін кешенді және негізгі ережелері мыналарды қамтитын жүйелік тәсіл:

- 1) нақты жағдайды диагностикалау негізінде жұмысты жоспарлау, рельстердің басының бойлық және көлденең профильдері, олардың шығуы;

- 2) тегістеуден кейін рельстердің жай-күйін бақылау жүйесін әзірлеу алынған көлденең және бойлық профильдердің берілген профильдерге сәйкестігі

- 3) рельстерді тегістеу бойынша жұмыстарды қосу жөндеу жүргізудің технологиялық процестеріне қорытынды операциялар және жолды түзету.

Ресейдегі танымал термиялық өңдеу: дәнекерлеу аймағындағы рельстің көлденең қимасы 850-900°C температураға дейін қызады және мойын мен табанды ауада табиғи түрде салқындату арқылы басын мәжбүрлі түрде салқындатады. Рельстердің дәнекерленген буындарын термиялық өңдеу кезінде жолдағы рельсті дәнекерлеу машиналарының құрамында рельстердің дәнекерленген түйіспесінің метал басын қатайту үшін қысымы 0,5-0,8 МПа және шығыны 0,08-0,15 м³/с ауа ағыны қолданылады. Ауа рельстің бетіне кемінде 180 с жылдамдықпен 60-200 м/с жылдамдықпен әрқайсысының диаметрі 2 мм болатын тесіктер қатары арқылы және жалпы ауданы 0,0008-0,0011 м², көлемі 0,002-0,003 м³ ауа жинағышы бар сөндіру құрылғысының төменгі бөлігінің жазық панелінде орналасқан, бастың беті арасында 10 мм аспайтын қашықтықта орнатылған рельс және тесіктері бар төменгі панельдің жазықтығы

Қорытынды. Қазақстандағы рельстердегі ақауларды жою әдістерін салыстыра отырып, рельсті тегістеу нәтиженің сапасы мен беріктігі тұрғысынан қолайлы екенін атап өтуге болады. Термиялық өңдеуге қарағанда қымбатырақ болғанымен, шығындар қауіпсіздікті жақсарту және рельстердің қызмет ету мерзімін жақсарту арқылы ақталады.

Экономикалық салыстыру:

1)Рельстерді тегістеу: рельстерді тегістеудің жоғары құны (1 сызықтық метр 4000-6000 теңге) жоғары өңдеу сапасымен өтеледі, бұл теміржол жолдарының беріктігі мен қауіпсіздігіне ықпал етеді. Бұл әдіс жоғары жүктеме және пойыз қозғалысы көп бөлімдерге жарамды.

2)Термиялық өңдеу: қол жетімді бағамен (3000-4000 теңге), термиялық өңдеу үнемді нұсқа болуы мүмкін, дегенмен оны қолдану металл құрылымы мен қауіпсіздігіне қосымша назар аударуды қажет етеді.

Рельстерді тегістеу мен термиялық өңдеудің ұсынылған баға диапазонына сүйене отырып, тегістеу үлкен инвестицияны қажет етуі мүмкін, бірақ өңдеудің жоғары сапасын қамтамасыз етеді деген қорытынды жасауға болады. Термиялық өңдеу үнемді болуы мүмкін, бірақ металдың қасиеттерін өзгерту сияқты қажет етеді.

Рельстердегі ақауларды жою әдісін оңтайлы таңдау нақты жағдайларға, бюджетке және қауіпсіздік талаптарына байланысты. Шешім теміржол инфрақұрылымының ұзақ мерзімді тиімділігін, қызмет көрсету құнын және жалпы өнімділігін ескере отырып қабылдануы керек.

Оңтайлы әдістерді таңдаудан басқа, теміржолдарға жүйелі мониторинг пен алдын-ала техникалық қызмет көрсетудің маңыздылығын атап өткен жөн. Бұл ірі ақаулардың дамуына жол бермейді және теміржол инфрақұрылымының жұмысында тұрақтылық пен сенімділікке кепілдік береді. Сондай-ақ, ақаулардың жиналуын болдырмау үшін рельстерді үнемі күтіп ұстауға назар аудару қажет. Нәтижесінде, тек кешенді тәсіл мен тұрақты мониторинг өңірдегі теміржол жолдарының тиімді жұмыс істеуі мен қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Иванов, А.Ф. Лесун, М.Н. Букин Классификация дефектов рельсов
2. Царёв Н.С. Обзор процесса шлифования рельсов в пути
3. Тувшинтур Б. Анализ и пути снижения износа рельсов и колес подвижного состава
4. А. С. Ильиных, О. А. Шаламова, Е. О. Юркова Совершенствование организации работ по рельсошлифованию на основе оценки стоимости жизненного цикла рельсов
5. Смазка пары «рельс-колесо» <https://moluch.ru/archive/418/92744/>
6. В.О. Певзнер, А.В. Потапов Результаты наблюдений по оценке влияния эксплуатационных факторов на боковой износ рельсов
7. Н.И. Карпущенко, И.А. Котова Износ и сроки службы рельсов и колес подвижного состава