



ХҒТАР 55.51

Шолу мақала

<https://doi.org/10.32523/2616-7263-2025-150-1-162-172>

Темір жол крандарының конструкциялары мен ақауларына шолу

Г.Б. Хайытбаева*¹, Б.Т. Сазамбаева¹, А.Б. Болатова¹

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

(E-mail: gloriya_haitbae@mail.ru)

Аңдатпа. Бұл мақалада теміржол крандарының негізгі конструкциялары мен жұмыс принциптері, сондай-ақ олардың жиі кездесетін ақаулары қарастырылады және пайдалануға байланысты ақаулы актілерді талдау ұсынылған. Кран конструкцияларының негізгі элементтері, соның ішінде көтеру механизмдері, тірек-жүріс бөлігі, жебелер, басқару жүйелері және гидравликалық құрылғылар және қауіпсіздік жүйелері сипатталады. Пайдалану процесінде анықталған ең көп таралған ақауларға, мысалы, конструкциялық элементтердің тозуы, басқару жүйелері мен гидравликалық механизмдердегі ақаулар, сондай-ақ кранның шамадан тыс жүктелуіне немесе ұзақ уақыт пайдаланылуына байланысты зақымданулар ерекше назар аударады. Ақаулы актілерді талдау негізінде ақаулардың пайда болуының негізгі себептері анықталады. Мақалада ақаулардың алдын алу шаралары, оның ішінде техникалық қызмет көрсету мен операторлардың қауіпсіздік нұсқауларын орындау маңыздылығы атап өтіледі. Ақаулар туралы ақпарат жинау және статистиканы жинақтау маңызды рөл атқарады және конструкторларға, эксплуатациялық мамандарға, сондай-ақ теміржол крандарының қауіпсіз пайдалану нормативтерін әзірлеушілерге және қайта қараушыларға айтарлықтай пайдалы.

Түйін сөздер: теміржол крандары, құрылымы, жіктелуі, ақаулы актілер, статистика.

Түсті 04.02.2025. Жөнделді 13.03.2025. Мақұлданды 18.03.2025. Онлайн қолжетімді 31.03.2025

*1хат-хабар үшін автор

Кіріспе

Темір жол крандары, теміржол инфрақұрылымы объектілерінде жылжымалы құрамның түсу салдарларын жою кезінде жұмыстарды орындау үшін, сондай-ақ темір жолдардағы жасанды құрылыстарды қайта құру және тиеу – түсіру жұмыстары үшін пайдаланылатын маңызды техникалық құралдар болып табылады. Олар ауыр және ірі жүктерді тиімді және қауіпсіз тасымалдауды қамтамасыз етеді, бұл теміржол тасымалын ұйымдастыруда шешуші рөл атқарады[1].

Дегенмен, кез келген күрделі механикалық жабдықтар сияқты, теміржол крандары ұзақ мерзімді пайдалану, сыртқы факторлардың әсерінен немесе техникалық қызмет көрсетудің жеткіліксіздігінен туындауы мүмкін әртүрлі ақауларға ұшырайды. Бұл машиналардың сенімділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін жұмыс барысында анықталған ақаулар туралы ақпаратты үнемі жинап, талдау қажет.

Әдіснама

Бұл зерттеу жұмысы теміржол крандарының конструкцияларын шолуға, сондай-ақ ақаулы актілерді талдауға бағытталған, пайдалану процесінде мамандардың алдында тұрған негізгі проблемаларды анықтауға мүмкіндік береді.

Қазақстанның темір жолдарында, қайта тиеу пункттері мен станцияларда, сондай-ақ жөндеу жұмыстарын орындау үшін тиімді жұмысты қамтамасыз ететін темір жол крандарының түрлері пайдаланылады. "Қазақстан темір жолы" ҰК АҚ пайдаланатын крандардың негізгі түрлері (Кесте 1): ЕДК-300, ЕДК-500, ЕДК-1000, ЕДК-2000[2]. Германия және РФ өндірісінің КЖ-1572, КЖ-971 өндірісі. Германия өндіретін ЕДК крандарды TAKRAF комбинаты 1970-1990 жылдар аралығында шығарылды, осылайша крандардың бұл түрі 30-50 жылдан астам уақыт жұмыс жасап келеді [3].

1-кесте. "Қазақстан темір жолы" ҰК АҚ пайдаланатын крандардың негізгі түрлері

Теміржол жүрісіндегі крандардың атауы, түрі	шығарылған жылы	жүк көтергіштігі
ЕДК-500/1	1990	80 тонна;
ЕДК-2000	1980	250 тонна;
ЕДК-500	1980	80 тонна;
КЖ-1572	2012	150 тонна;
ЕДК-500	1973	80 тонна;
ЕДК-500/1	1986	150 тонна;
ЕДК-300/2	1989	60 тонна;
ЕДК-1000/4	1987	150 тонна;
ЕДК-1000/2	1983	150 тонна;
КЖ-971	2012	80 тонна

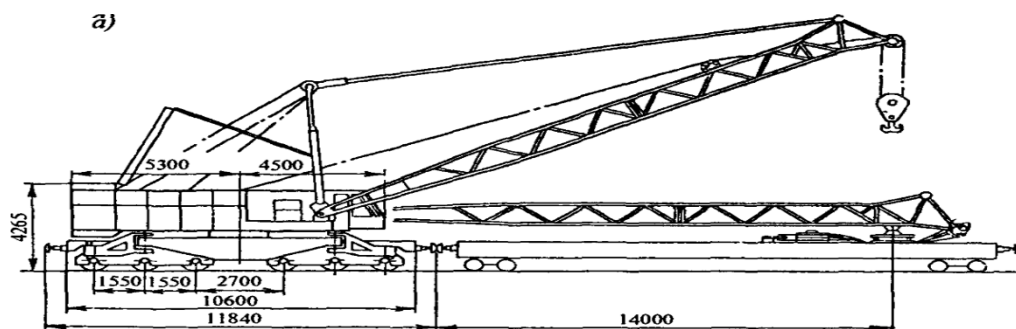


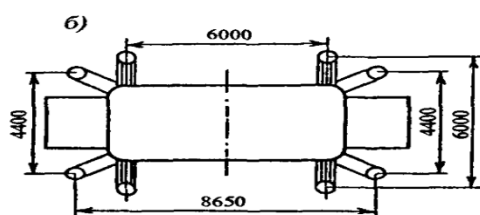
1-сурет. ЕДК-500 темір жол краны

Теміржол крандары екі негізгі бөліктен тұрады: айналмалы және қозғалмайтын. ЕДК типті крандар төрт негізгі механизммен жабдықталған: жүктің негізгі және қосалқы көтерілуі, жебенің ұзарып шығуының өзгеруі, негізгі және қосалқы бұрылу, сондай-ақ өздігінен жүретін қозғалыс. Сонымен қатар, ЕДК -1000 және ЕДК -2000 модельдері өздігінен жүретін жебе төсеу платформасымен және кранның өзінде орнатылған дизельді электр қондырғысы бар (противовес) қарсы салмақпен жабдықталған[4-6].

Тірек рамамен жабдықталған кранның айналмалы бөлігінде: тірек-айналмалы құрылғының жоғарғы бөлігі, бұрылу, жүкті көтеру механизмдері, жебенің ұзаруын өзгерту, консольдерді ұзарту; дизель-электр қондырғысы, аппараттық бөлігі бар басқару кабинасы, сондай-ақ полиспаст пен порталы бар жебе.

Кранның жүріс бөлігінде: тірек-айналмалы құрылғының төменгі бөлігі, аутригерлері мен жүріс арбалары бар жүріс жақтауы, тежегіш жүйесі, автотіркегіш және өздігінен жүретін механизм орналасқан. [7-8].





2-сурет. а) ЕДК 300 краны б) Тіректеріне орнату схемасы

Жеңіл және орташа теміржол крандарының жүк көтергіштігі 20-дан 30 тоннаға дейін, ал ауыр крандар 80-нен 250 тоннаға дейін. Олардың жүк моменттері сәйкесінше 800-5000 кН·м және 5000-25000 кН·м құрайды. Теміржол крандарының жебесінің ұзаруы 4-тен 28 метрге дейін өзгеруі мүмкін. Жебелер рельс жолының бойында орналасқан кезде крандардың жүк көтергіштігі сол тұрақтылық қорларында көлденең бағытта орналасқаннан шамамен екі есе жоғары. Көтерілу жылдамдығы минутына 1,15-тен 32 метрге дейін өзгереді[9].

Ұзаруын өзгерту механизмін қоспағанда, кранның барлық механизмдерінің жетегі электрлік болып табылады. Бұл механизмдер дизельді қозғалтқышы бар жеке генератордан немесе сыртқы ток көзінен жұмыс істейді. Теміржол крандарының рельс жолымен жүру жылдамдығы сағатына 60-тан 100 км-ге дейін.

Кранның айналу механизмі басқа айналмалы крандарға ұқсас. Айналу жылдамдығы үлкен жүк көтергіш крандар үшін 0,5 айн/мин (жүздеген тонна) және жеңіл крандар үшін 1,5 айн/мин дейін. Теміржол крандарының минималды ұзаруы 4 — тен 8 м-ге дейін, ал максимумы 22-ден 28 м-ге дейін өзгереді. Ұзарудың өзгеру уақыты 1-ден 6 минутқа дейін.

Теміржол крандары мамандандырылған теміржол платформаларында орнатылады. Көлік жағдайында кранның жебесі жабдық жиынтығына кіретін басқа платформаға салынады. Кран платформасы төрт-сегіз доңғалақ осьтеріне сүйенеді. Доңғалақ жұптары үш және төрт осьті теңгерім арбаларына топтастырылған. Оське максималды рұқсат етілген жүктеме 200 кН құрайды. Кран платформалары стандартты теміржол тіркемелерімен жабдықталған, бұл кранды пойыздың бөлігі ретінде ғана емес, сонымен қатар кіріктірілген қозғалыс механизмі мен стандартты пневматикалық жетекті тежеу жүйесінің арқасында локомотив ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.



3-сурет. Темір жол кранының жүріс бөлігі

Теміржол крандарының өлшемдері МЕСТ 9238-83 стандарттарына сәйкес келуі керек. Теміржол жолдарының қисықтық радиусы кемінде 120 метр болуы керек. Теміржол крандарының массасы 60-тан 300 тоннаға дейін өзгереді. Бұл крандардың платформаларында гидравликалық тіректері бар төрт-сегіз айналмалы арқалықтар бар.

Кранды пайдалану кезінде ағаш жастықтар (шпал торлары) алдын-ала тіректердің астына қойылады, бұл жердегі орташа қысымды төмендетуге көмектеседі; рұқсат етілген қысым 0,15-0,2 МПа құрайды. Кранды жұмыс орнына орнатпас бұрын, топырақтың сипаттамалары туралы мәліметтер алу керек. Теміржол кранын орнату және жұмысқа дайындау процесі 0,5-тен 1,5 сағатқа дейін созылады[10-11].



4-сурет. а) ЕДК-500 кранының аутригерінің жалпы көрінісі мен ақау түрі

Нәтижелер мен талқылаулар

"Қазақстан темір жолы"АҚ Ұлттық компаниясы бойынша теміржол крандарының ақаулары мен істен шығулары туралы мәліметтер келтірілген.

Соңғы 2020-2024 жылдардағы теміржол крандарының ақаулары мен істен шығулары 1-кесте.

2-кесте. Теміржол крандарының ақаулары мен істен шығуы

Жыл	кран типі	ақаулар саны	жүріс бөлігі	электро жабдық	қозғалтқыш	Кран қондырғысы
2020	ЕДК-1000/1	178	91	24	38	3
2021	ЕДК-500	129	91	30	18	3
2022	ЕДК-1000/2	100	214	31	36	3
2023	ЕДК-500	154	79	19	14	3
2024	ЕДК-1000/2	186	87	88	8	3

Крандардың ұзақ қызмет ету мерзімі, әзірленген нормативтік қызмет мерзімі, қосалқы бөлшектердің болмауы аталған крандарды пайдалануда қиындықтарға әкеледі. Соңғы 2020-2024 жылдардағы теміржол крандарын техникалық тексеру нәтижелері бойынша алынған ақаулы актілерді талдау кезінде анықталған ақаулардың көп бөлігі "жүріс бөлігіне" (жалпы санының 72%), "электр жабдықтарына" (10,3%), "қозғалтқышқа" (8,4%), "кран қондырғысына" (8,6%), "жебе" (0,2 %) тиесілі екендігі анықталды.

Теміржол крандарының конструкцияларының негізгі мәселесі – барлық ақаулардың көп бөлігін құрайтын жүріс бөлігінің ақауы.



5-сурет. Теміржол краны ақауларының диаграммасы

Теміржол крандарының тірек-жүріс бөлігіндегі ақаулардың себептері әртүрлі болуы мүмкін және бірнеше факторларға байланысты. Негізгі себептері:

1. Бөлшектердің тозуы: Техникалық қызмет көрсетудің жеткіліксіздігі немесе шамадан тыс пайдалану тірек-жүріс бөлігінің мойынтіректері, дөңгелектері, рельстері және басқа да бөліктерінің тозуына әкеледі. Нәтижесінде дірілдеу мен қозғалыс бұзылыстары пайда болып, ақауларға себеп болуы мүмкін.

2. Материалдардың сапасының төмендігі: Егер кранның тірек-жүріс бөлігіндегі компоненттер сапасыз материалдардан жасалса, олар жұмыс кезінде тез бұзылып, әсіресе жоғары жүктемелер кезінде тез зақымдануы мүмкін.

3. Құрастырудағы қателіктер: Жеке бөліктердің дұрыс орнатылмауы немесе құрастырылмауы тірек-жүріс жүйесіндегі жүктемелердің дұрыс бөлінбеуіне әкеліп, бұл өз кезегінде зақымдарға алып келуі мүмкін.

4. Кранның артық жүктелуі: Кранның көтеру мүмкіндігінен асып кету оның тірек-жүріс бөлігінің зақымдануына әкеледі. Мысалы, артық жүктеме дөңгелектердің немесе осьтердің деформациялануына себеп болуы мүмкін, бұл кранның жұмыс тиімділігін төмендетіп, ақауларға жол ашады 6-сурет.

5. Эксплуатация ережелерінің бұзылуы: Қиын ауа-райы жағдайларында (мысалы, қатты аязда немесе ыстықта) немесе дұрыс пайдаланбау тірек-жүріс бөлігінің тез тозуына алып келуі мүмкін.

6. Коррозия: Сыртқы ортаның теріс әсері, әсіресе жоғары ылғалдылық немесе тұзды ауа (жаға маңындағы аймақтарда) металл бөлшектерінің коррозиясына әкеліп, оның жұмысын бұзуы мүмкін.

7. Техникалық қызмет көрсету жетіспеушілігі: Тозған бөлшектерді уақытында ауыстырмау немесе техникалық қызмет көрсетуді орындамау да ақаулардың себебі болуы мүмкін. Тірек-жүріс бөлігін үнемі тексеру, майлау және жөндеу ақауларды болдырмауға көмектеседі.

Осы барлық факторлар тірек-жүріс бөлігінде ақауларға әкеліп, бұл кранның қауіпсіздігі мен жұмыс тиімділігіне теріс әсер етуі мүмкін[12-13].

Ақаулардың алдын алу шаралары:

– техникалық қызмет көрсету, яғни уақытылы тексерістер мен профилактикалық қызмет көрсету ақаулардың алдын алады.

– қауіпсіздік нұсқауларын орындау: операторлардың дұрыс нұсқауларды орындауы, әсіресе жүктің көтерілетін көлемі мен салмағына қатысты.

– Жоғары сапалы материалдар мен компоненттер пайдалану: кранның барлық бөлшектері сапалы әрі, сенімді болуы тиіс.



6-сурет. Темір жол кранының жүріс арбаларындағы саңылау пластиналарының тозуы

Қорытынды

ҚР-да теміржол крандарын пайдалану бойынша материалдар жинау және ақпаратты талдау:

1. ҚР түрлі облыстарының теміржол станциялары қаралды, онда 30-50 жыл бойы пайдаланылып келе жатқан 60-қа жуық теміржол крандары пайдаланылады, олардың конструкцияларында елеулі ақаулар бар.

2. Негізгі ақаулар жүріс бөлігіне (72%), "электр жабдығына" (10,3%), "қозғалтқышқа" (8,4%), "кран қондырғысына" (8,6%), "жебеге" (0,2%) тиесілі екені анықталды.

3. Маңызды рөл атқаратын ақаулар туралы ақпарат жинау және статистиканы жинақтау конструкторларға, эксплуатациялық мамандарға, сондай-ақ теміржол крандарын қауіпсіз пайдалану деңгейін арттыру бойынша тиісті шаралар қабылдау үшін теміржол крандарын қауіпсіз пайдалану нормативтерін әзірлеушілерге және қайта қараушыларға айтарлықтай пайда әкеледі және одан әрі зерттеу үшін теориялық база жасайды.

Авторлардың қосқан үлесі

Хайытбаева Г.Б. – хат-хабар авторы ретінде авторлар ұжымының жұмысын үйлестірді және мақаланың кіріспе, негізгі бөлім және қорытындыны қамтитын негізгі бөлімдерін жазып, әдебиеттерге шолу жасады, редакциялады.

Сазамбаева Б.Т. – жұмыс нәтижелерін талдауға және түсіндіруге, мәтін жазуға және оның мазмұнын сыни тұрғыдан қайта қарауға, мәліметтердің дұрыстығына немесе мақаланың барлық бөліктерінің тұтастығына қатысты мәселелерді дұрыс зерттеуге және шешуге айтарлықтай үлес қосты.

Болатова А.Б. – мақалада келтірілген графиктер мен кестелерді дайындап, нәтижелерге талдау жасады.

Әдебиеттер тізімі:

1. Правила предоставления кранов на железнодорожном ходу, техники и других технических средств восстановительных поездов акционерного общества «Национальная компания «Қазақстан темір жолы». Нур-султан, 2019 г. - 20 с.

2. Петухов П.З. и др. Специальные краны: учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование»/П. З. Петухов, Г. П. Ксюнин, Л.Г. Серлин - М.: Машиностроение, 1985. - 248 с.

3. Томилин И.П., Новиков Г.И. Краны типа ЕДК. Устройство и эксплуатация: учеб. пособие для техн. школ. – М.:УМК МПС России, 2000. - 157 с.

4. Jozef K, Martin M, Gabriel F, Vierošlav M. Failure analysis of increased rail wear of 200 tons foundry crane track. Volume 67, September 2016, Pages 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2016.05.032>. Engineering Failure Analysis.

5. Shuryin A, Mukhin A, Bryantsev A, Defects of steel crane beams and methods of their strengthening. E3S Web of Conferences 212, 02016 26 ноября 2020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021202016>

6. Отока А.Г., Холодилов О.В. Повышение безопасности железнодорожного крана ЕДК-2000 аварийно-восстановительного поезда путем своевременного выявления дефектов в пирамидальных опорных подставках // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2024. №1. DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2024.8-1.70>

7. Потахов Д.А. Система стабилизации платформы железнодорожного грузоподъемного крана // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2021. Т. 80. No 3. С. 160–167. DOI: <https://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-3-160-167>.

8. Wei Zhao, Weiting Ning. Analysis and Research on Standard System and Technical Requirements of Jib Crane. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 692 2021. 022098 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/692/2/022098

9. Dawid Cekus, Renata Gnatowska and Paweł Kwiatóń. Impact of Wind on the Movement of the Load Carried by Rotary Crane. Appl. Sci. 2019, 9, 3842; doi:10.3390/app9183842

10. Romanello G. Stability analysis of mobile cranes and determination of outriggers loading. Journal of Engineering, Design and Technology. 2018. DOI: 10.1108/JEDT-05-2018-0084

11. Romanello G. A graphical approach for the determination of outrigger loads in mobile cranes. 2020. Mechanics Based Design of Structures and Machines 50(3)DOI:10.1080/15397734.2020.1726184

12. Wu, J., Guzzomi, A. L. & Hodkiewicz, M. Static stability analysis of non-slewing articulated mobile cranes, Australian Journal of Mechanical Engineering, Vol. 12, No. 1, February, 2014, pp. 60-76, <http://dx.doi.org/10.7158/M12-108.2014.12.1>.

13. Igor Lagerev, Alexander Lagerev, Vadim Tarichko. Modeling the swing of mobile loader cranes with anchor outriggers when operating on weak soils. E3S Web of Conferences 326, 00011. 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132600011>.

Г.Б.Хайытбаева, Б.Т.Сазамбаева, А.Б.Болатова

Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана

Обзор конструкций и дефектов узлов железнодорожных кранов

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные конструкции и принципы работы железнодорожных кранов, а также их частые неисправности и представлен анализ дефектных актов, связанных с эксплуатацией. Описаны основные элементы конструкций кранов, в том числе подъемные механизмы, опорно-ходовая часть, стрелы, системы управления и гидравлические устройства, а также системы безопасности. Особое внимание уделяется наиболее распространенным дефектам, обнаруженным в процессе эксплуатации, таким, как износ конструктивных элементов, неисправности систем управления и гидравлических механизмов, а также повреждения, связанные с перегрузкой или длительным использованием крана. На основании анализа дефектных актов выявляются основные причины возникновения дефекта. В статье подчеркивается важность мер по предотвращению неисправностей, включая техническое обслуживание и соблюдение правил безопасности операторов. Сбор информации о неисправностях и сбор статистики играют важную роль и в значительной степени полезны конструкторам, специалистам по эксплуатации, а также разработчикам и переработчикам нормативов безопасной эксплуатации железнодорожных кранов.

Ключевые слова: железнодорожный краны, конструкция, классификация, дефектные акты, статистика

G.B.Khaiytbayeva, B.T.Sazambayeva, A.B.Bolatova

L.N. Gumilyov Eurasian National University

Overview of designs and defects of railway cranes

Abstract. This article discusses the main structures and operating principles of railway cranes, as well as their common faults, and offers an analysis of fault reports related to their use. The key elements

of crane constructions, including lifting mechanisms, undercarriage, booms, control systems, hydraulic devices, and safety systems, are described. The most common faults identified during operation, such as wear of structural elements, faults in control systems and hydraulic mechanisms, as well as damage due to overloading or prolonged use, are given special attention. Based on the analysis of fault reports, the main causes of failures are identified. The article highlights the importance of preventive measures, including regular maintenance and adherence to safety guidelines by operators. Collecting fault information and compiling statistics plays a crucial role and is significantly beneficial for designers, operational specialists, as well as developers and reviewers of railway crane safety regulations.

Keywords: railway cranes, construction, classification, defective acts, statistics

References

1. Rules for the provision of cranes on the railway track, machinery and other technical means of recovery trains of the joint-stock company "National Company "Kazakhstan Temir Zholy". Nursultan, 2019 - 20 p.
2. Zheleznodorozhnyy gidravlicheskiy kran KZH-1572 (Railroad hydraulic crane KZH1572) Available at: <http://www.cranekirov.ru/ru/production/cranes/kzh-1572>
3. Tomilin I.P., Novikov G.I. Krany tipa EDK. Ustroystvo i ekspluatatsiya [EDK type cranes. Design and operation]: tutorial. Moscow: Ministry of Railways of Russia, 2011. 157 p.
4. Jozef K, Martin M, Gabriel F, Vierošlav M. Failure analysis of increased rail wear of 200 tons foundry crane track. Volume 67, September 2016, Pages 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2016.05.032>. Engineering Failure Analysis.
5. Shuryin A, Mukhin A, Bryantsev A, Defects of steel crane beams and methods of their strengthening. E3S Web of Conferences 212, 02016 26 ноября 2020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021202016>
6. Otoka A.G., Kholodilov O.V. Improving the safety of the EDK-2000 emergency recovery train railway crane by timely detecting defects in the pyramidal support stands // Journal of Civil Protection, Vol. 8, No. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2024.8-1.70>
7. Potakhov D. A. Railway crane platform stabilization system // VNIIZHT Scientific Journal. 2021. T. 80. No 3. C. 160–167. DOI: <https://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-3-160-167>.
8. Wei Zhao, Weiting Ning. Analysis and Research on Standard System and Technical Requirements of Jib Crane. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 692 2021. 022098 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/692/2/022098
9. Dawid Cekus, Renata Gnatowska and Paweł Kwiatoń. Impact of Wind on the Movement of the Load Carried by Rotary Crane. Appl. Sci. 2019, 9, 3842; doi:10.3390/app9183842
10. Romanello G. Stability analysis of mobile cranes and determination of outriggers loading. Journal of Engineering, Design and Technology. 2018. DOI: 10.1108/JEDT-05-2018-0084
11. Romanello G. A graphical approach for the determination of outrigger loads in mobile cranes. 2020. Mechanics Based Design of Structures and Machines 50(3) DOI:10.1080/15397734.2020.1726184
12. Wu, J., Guzzomi, A. L. & Hodkiewicz, M. Static stability analysis of non-slewing articulated mobile cranes, Australian Journal of Mechanical Engineering, Vol. 12, No. 1, February, 2014, pp. 60-76, <http://dx.doi.org/10.7158/M12-108.2014.12.1>.

13. Igor Lagerev, Alexander Lagerev, Vadim Tarichko. Modeling the swing of mobile loader cranes with anchor outriggers when operating on weak soils. E3S Web of Conferences 326, 00011. 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132600011>.

Информация об авторах:

Хайытбаева Глория Базарбаевна – Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» білім беру бағдарламасының докторанты, Астана, Қазақстан.

Сазамбаева Баян Тоқушевна – техника ғылымдарының докторы, профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Болатова Айнаш Болатовна – техника ғылымдарының кандидаты, доцент м.а, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Хайытбаева Глория Базарбаевна – докторант образовательной программы 8D07113 «Транспорт, транспортная техника и технологии», Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Сазамбаева Баян Тоқушевна – доктор технических наук, профессор, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Болатова Айнаш Болатовна – кандидат технических наук, и.о доцента, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Khaitbayeva Gloriya Bazarbaevna – doctoral student of the educational program 8D07113 - «Transport, transport technique and technologies», L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Sazambayeva Bayan Tokushevna – Doctor of Technical Sciences, Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Volatova Ainash Bolavna – Candidate of Technical Sciences, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 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/>).