

Б.Б. Тогизбаева¹, А.С. Кинжебаева¹¹L.N. Gumilyov Eurasian national university, NurSultan, Kazakhstan

E-mail: baglan099@mail.ru, kinaizh@gmail.com

Ерекше жүктерді тасымалдауға арналған құбырлы таспалы конвейерлерді зерттеу мәселесі

Аңдатпа. Мақалада құбырлы таспалы конвейердің тарту органындағы жалпы қарсылық күші жекелеген учаскелердегі қарсылық күштерін есептеу әдістемесі қарастырылған. Тұйық тарту элементі тұрақты түрде немесе қисық сызықты өткелдермен бір-бірімен байланысатын түзу сызықты учаскелерде мерзімді аядамалармен қозғалады.

Қарастырылып отырған құбырлы таспалы конвейердің конструкциясы, қолданыстағы құрылымдардан айырмашылығы, сусымалы жүктерді тасымалдау желісінің периметрі бойынша орналасқан тірек құрылғыларының арқасында таспаның жабық науасымен қалыптасады. Конвейерлік көліктің басты артықшылығы - жабдықтың жұмысын автоматтандыру арқылы қол жеткізілетін еңбек өнімділігінің жоғары деңгейі және төмен өндірістік шығындар екендігі анықталды. Оларға тән проблемалар-тасымалданатын жүкті ұсақтау қажеттілігі, өтпелі учаскелерді дәл тексеру, жетектерді үйлестіру және кейбір бастапқы дизайн жағдайларын ескере отырып, жұмыс барысында оңай реттелетін қозғалыстарды синхрондау.

Түйін сөздер: жүктерді тасымалдау, конвейер, құбырлы таспалы конвейер, роликті тіректер, құрылымдық параметрлер, қарсылық күштері.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2023-145-4-23-30

1. Кіріспе

Қазіргі уақытта құбырлы таспалы конвейерлер, әр түрлі пайдалану және құрылымдық параметрлері бар, сан алуан түрдегі көлемді тығыздықтағы және гранулометриялық құрамдағы жүктерді түрлі қашықтыққа таспа қозғалысының жылдамдығымен тасымалдай отырып, экологиялық зиянды жүктерді тасымалдау үшін көптеген салаларда кеңінен қолданыла алады, дәстүрлі таспалы конвейерлер тау-кен, тау-кен металлургиясы, химия өнеркәсібінде кеңінен қолданылатыны белгілі және басқа салаларда. Олар дизайнның қарапайымдылығымен, жұмыста сенімділігімен, жоғары еңбек қауіпсіздігімен ерекшеленеді. Бұл конвейерлер шахталарда, разрездерде және тау-кен кешендерінде үздіксіз тасымалдаудың негізгі құралдарының бірі болып табылады. Дәстүрлі дизайндағы таспалы конвейерлердің маңызды кемшілігі: лентадағы тасымалданатын жүктің қоршаған ортамен тікелей өзара әрекеттесуі, ал оның шаң басқан жүкпен үнемі ластануы орын алады, ал жүктің өзі сыртқы әсерлерге ұшырайды [2].

Қоршаған ортаны қорғау жөніндегі шараларды қабылдау жүктерді тасымалдаудың герметикалық жабық тәсілдерінің құбырлы таспалы конвейерлерінің дамуына ықпал етеді, олардың бірі құбырлы таспалы конвейерді (ҚТК) пайдалану кезінде жүзеге асырылады. Негізінде құбырлы конвейер кәдімгі таспалы конвейердің жетілдірілген нұсқасы болып табылады, мұнда конвейер таспасы көлденең қимада құбыр тәрізді пішінді қабылдай отырып, тұрақты шеңбердің контурын құрайтын етіп орнатылған.

Таспаның серпімділігіне байланысты оның шеттері қабаттасып, бір-біріне мықтап басылады. Жиектерді біріктірудің үлкен тығыздығы қоршаған ортаны ластанудан (төгілуден немесе шаңнан), ал жүкті табиғи факторлардың әсерінен: желден немесе жауын-шашыннан қорғайды.

Жетек, кернеу және қайтару барабандарының алдында құбыр ашылып, таспа тегіс Жетек, кернеу және қайтару барабандарының алдында құбыр ашылып, таспа тегіс пішінді алып, оларды еркін айналып өтеді. Конвейердің толық жабылуы жүктің жүктерден таралуына және қайтарылатын бұтақтардан айырылуына жол бермейді, өйткені таспаның тек таза жағы роликті тіректермен жанасады. Жабық жүйе қоршаған ортаға экологиялық жарамдылықты және үш өлшемді кеңістікте қисықтары бар жолды орнату мүмкіндігін қамтамасыз етеді, сондай-ақ әртүрлі көлемді салмақтағы, ылғалдылықтағы, бөлшектердің өлшемдеріндегі жүктердің сенімді тасымалдануына кепілдік береді.

Құбырға қалыптасқан конвейер таспасының қасиеті үш өлшемді кеңістікте иілуге мүмкіндік береді, қосымша құю станцияларысыз үздіксіз таспа негізінде конвейер жүйесін жобалауға мүмкіндік береді. Құбырлы конвейер таспасының жылдамдығы кәдімгі таспаның жылдамдығынан едәуір асып кетуі мүмкін [5].

Құбырлы пішін мыналарды қамтамасыз етеді: көршілес роликті тіректер арасында аз салбырау; төгілуді қоспағанда, жүкті тығыздау. Құбырлы конвейердің кәдімгі таспалы конвейермен көптеген ұқсастықтары бар: жетек, керу құрылғысы және тиеу құрылғысы бірдей, аралық тиеу және түсіру мүмкін; жабысқақ жүктерді тасымалдау кезінде тазалау құрылғылары қажет, қуат тұтыну кәдімгі конвейерге қарағанда төмен.

1-суретте [1] көмірді байыту фабрикасына және теміржол магистралі арқылы тасымалдайтын құбырлы таспалы конвейерлер көрсетілген.

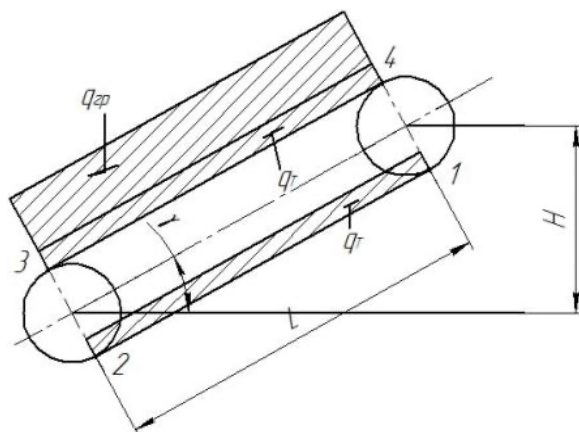


Сурет 1. Көмірді байыту фабрикасына және теміржол магистралі арқылы тасымалдайтын ҚТК

Таспалы құбырлы конвейерлер келесі артықшылықтармен ерекшеленеді:

- үйінді жүктерді тасымалдау кезінде қоршаған ортаны шаңнан сенімді қорғау;
- жүктерді сыртқы әсерлерден қорғау, бұл конвейерлерді пайдалану орындарындағы экологиялық жағдайды жақсартады;
- конвейер трассасының көлденең және тік иілу мүмкіндігі, бұл жүктерді конвейер желілерінің сенімділігін төмендететін шамадан тыс жүктеме түйіндерінсіз айтарлықтай қашықтыққа тасымалдауға мүмкіндік береді.

Құбырлы таспалы конвейерлер саласындағы ғылыми-техникалық әдебиеттерге шолу ҚТК тарту есептеуі, қозғалыс тұрақтылығын зерттеу, ҚТК құрылымдық параметрлерін таңдау бойынша ғылыми негізделген ұсыныстар жоқ екенін көрсетті. [4]



Сурет 2. Құбырлы таспалы конвейер схемасы

2. Әдістеме

ҚТК тарту органындағы жалпы қарсылық күші жекелеген учаскелердегі қарсылық күші ретінде анықталады. Жалпы жағдайда, тұйық тарту элементі тұрақты түрде немесе қисық сызықты өткелдермен бір-бірімен байланысатын түзу сызықты учаскелерде [12] мерзімді аялдамалармен қозғалады. Жеке учаскелердегі күштердің кедергісін қарастырамыз (2-сурет). [1]

Тік сызықты учаскеде γ көлденең бұрышпен қозғалатын жүкті жылжыту үшін қажетті тарту күштері γ көкжиекке дейін:

$$W_c = \pm G \sin \gamma + W_c \quad (1)$$

мұндағы G – тасымалдаушы мен жүк бөлігінің жиынтық салмағы;

- «+» жоғары қарай қозғалыс кезінде;

- «-» төмен қарай қозғалыс кезінде;

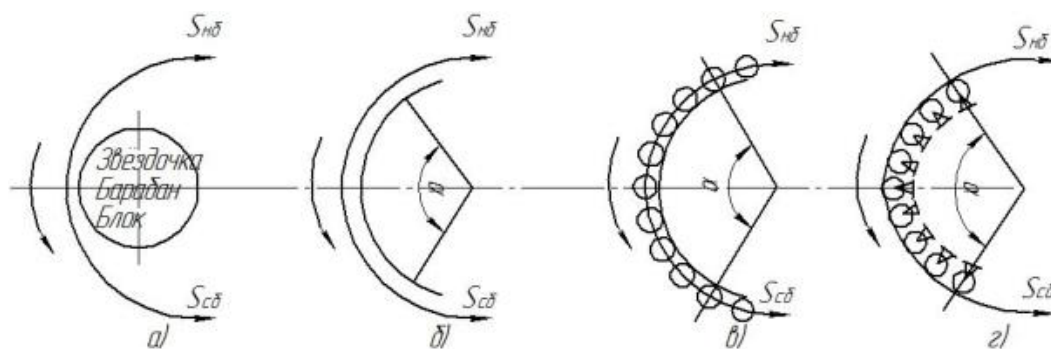
W_c – тірек құрылғыларындағы қалыпты қысым күшінің шамасына қатысты зиянды қарсылық күші:

$$W_c = \lambda N, \quad (2)$$

мұндағы $N = G \cdot \cos \gamma$

λ - конвейердің дизайнына байланысты қозғалысқа төзімділік коэффициенті.

Қисық сызықты учаскелерде құбырлы конвейердің икемді тарту элементі қозғалыс кезінде әртүрлі барабандарды, блоктарды, жұлдызшаларды, қозғалмайтын қисық сызықты бағыттағыштарды және т.б. айналып өтеді (3-сурет). [1]



Сурет 3. Қисық учаскелердегі қарсылық күштерін анықтау

Қисық сызықты бөліктің жалпы кедергісі иілу кезінде иілудің қаттылығынан және тартқыш элемент қашып кеткенде иілуден және иілу бөлігінің мойынтіректеріндегі үйкелістен кедергіден тұрады. [6]

Жетек барабанының, жұлдызшаның немесе блоктың айналуында (3,а-сурет) қарсылық күші жүгіретін ($S_{нб}$) және қашатын ($S_{сб}$) тармақтардағы кернеулер қосындысының үлесі ретінде анықталады, сонда:

$$W_{пр} = \lambda_{пр}(S_{нб} + S_{сб}) = (0,003 \dots 0,05)(S_{нб} + S_{сб})\lambda$$

Жетексіз барабанның, жұлдызшаның, блоктың айналуында қарсылық күші жетексіз барабандағы ($нб$) кернеуге пропорционалды түрде қабылданады:

$$W_{нб} = \lambda_{нб}S_{нб}$$

шеңбер бұрышы $\alpha = 180^0$ болғанда құбырлы таспалы конвейер аймақтары $\lambda_{нп} = 0,05 \dots 0,07$, $\lambda_{нп} = ,05 \dots 0,07$, ал $\alpha = 90^0$ болғанда $\lambda_{нб} = 0,03 \dots 0,05$. [7]

Тарту элементі қисық сызықты бағыттаушы бойымен сырғыған кезде:

$$S_{нб} = S_{сб} e^{fa}; \quad W = S_{сб} - S_{нб} = S_{нб}(e^{fa} - 1)$$

мұндағы a - радиандағы орталық бұрыш;

f – тарту элементінің сырғанау үйкеліс коэффициенті.

ҚТК әр нүктесіндегі кернеуді кернеу ең аз болатын нүктеден бастап контур бойымен айналып өту әдісімен анықтаймыз.

$$S_1 = S_c$$

$$S_2 = S_1 - q_T L \sin \gamma + q_T a \cos \gamma \omega$$

$$S_3 = S_2 + W_{2-3} = S_2 + \lambda_2 S_2 = (1 + \lambda_2) S_2$$

$$S_4 = S_3 + (q_T + q_{тр}) a \sin \gamma + (q_T + q_{тр}) a \cos \gamma \omega - S_{сб}$$

мұндағы q_T – тарту элементінің сызықтық салмағы;

$q_{гр}$ – жүктің сызықтық салмағы;

W_{2-3} – жетексіз барабандағы қозғалысқа төзімділік күші;

λ – қозғалысқа төзімділік коэффициенті.

S_1 күші таспаның барабанға жабысуын қамтамасыз ету үшін, сондай-ақ тарту элементінің салбырауын шектеу үшін таңдалады. [8]

Өте үлкен S_1 есептелген кезде және жетектің тарту қабілетін арттыру үшін келесі мәндер беріледі $S_1 = 1 \dots 3$ кН, $S_1 = 1 \dots 3$ кН.

Икемді тарту элементтері бар конвейер келесі ретпен есептеледі [9]:

1. ҚТК өлшемдері берілген өнімділік, орналасу және пайдалану шарттары негізінде анықталады;

2. Тарту элементінің кернеуі контур бойымен айналып өту әдісімен ҚТК әртүрлі нүктелерінде анықталады;

3. Тартқыш құрылғының салбырауын тексеру жүргізіледі;

4. Жетектің электр қозғалтқышының статикалық қуаты анықталады;

5. Кернеу барабанын жылжыту үшін қажетті күш есептеледі;

6. Тарту элементі есептеледі;

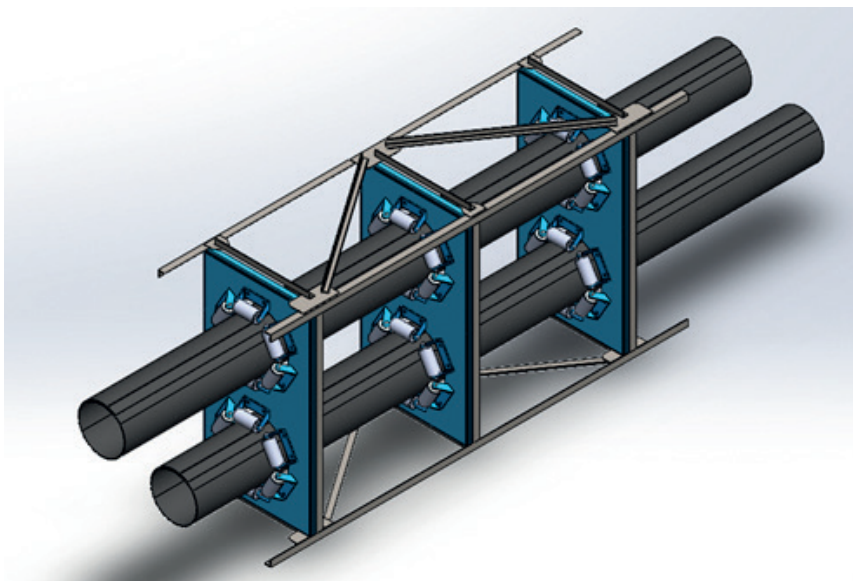
7. Жетек схемасы жасалады және кинематикалық есептеу жүргізіледі;

8. Іске қосу кезінде жетектің электр қозғалтқышының шамадан тыс жүктелуін тексеру жүзеге асырылады.

$S_{сб}$ – бұл жетек барабанынан қашу нүктесі, ол ең көп жүктелген бұтақтар соғылатындай етіп орнатылады.

3. Қорытынды

Алтыбұрышты жақтауларға бекітілген роликті тіректер таспаны жетек пен түсіру арасындағы, қайтару және тарту станциялары арасындағы бөліктерде қоршап, ұстайды. Тасымалдаудың жоғары жылдамдығы, шағын бұрылыс радиусы кез-келген қиындықтағы жолдарды жүзеге асыруға өте ыңғайлы, Mega Pipe типті таспаларды қолдану құбырлы таспаның диаметрін стандартты 700 мм-де 900 мм-ге дейін арттыруға мүмкіндік береді, таспаның ені 3200 мм-ге жетеді, ал өнімділік айтарлықтай артады, тасымалданатын жүктердің мөлшері бастапқы ұсақталғаннан кейін 350 мм-ге дейін жетеді. [1]



Сурет 4. ҚТК тармақтарының сызықтық бөлігі

Құбырлы таспалы конвейерлерді сусымалы жүктерді жабық түрде тасымалдауды қажет ететін көптеген өндіріс салаларында пайдалануға болатыны айқын, бұл пайдалану шығындары мен энергия шығындарын үнемдеуге мүмкіндік береді.

Сусымалы жүктерді тасымалдаудың жоғары жылдамдығы, шағын бұрылу радиусы кез-келген күрделіліктегі жолдарда тасымалдауды іске асыру үшін өте қолайлы.

Таспаның арнайы жабыны сусымалы, экологиялық зиянды жүктерді ұзақ қашықтыққа үнемді тасымалдауды қамтамасыз етеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Сазамбаева Б.Т. Ленточные трубчатые конвейеры. Монография. Алматы 2017 – 183 с.
2. Ахметова Ш.Д., Сазамбаева Б.Т., Турдалиев А.Т., Самогин Ю.Н. Расчет критической скорости движения ленты ТЛК на основе метода конечных элементов. Инженерный журнал Справочник. - М. 2016. - № 9, С. 12-17.
3. Бажанов П.А. Методы оптимизации параметров трубчатого ленточного конвейера Горный информационно-аналитический бюллетень, 2009, №9.
4. Галкин В.И., Дмитриев В.Г. Современная теория ленточных конвейеров. М.: МГТУ, 2005. - 543 с.
5. Галкин. В.И. Особенности проектирования конвейерных линий с учетом надежности ленточных конвейеров. Журнал «Горное оборудование и электромеханика» №12, М, 2006.- с. 28-33.
6. Галкин В.И., Рассказов В.А. Многофакторный анализ показателей надежности карьерных автосамосвалов большой грузоподъемности. Журнал «Горное оборудование и электромеханика», М., 2008. -№ 12, стр. 25-27.
7. Галкин В.И. Особенности эксплуатации ленточных трубчатых конвейеров и ленточных конвейеров с пространственной трассой.-М.: МГТУ, 2014г.
8. Дмитриев В.Г., Ефимов М.С. Влияние различных факторов на угловые отклонения ленты трубчатого конвейера. Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГТУ, 2008. - №8, с. 235 - 237.
9. Дмитриев В.Г., Сергеева Н.В. Определение распределенных сопротивлений движению ленты на прямолинейных участках трассы ленточного трубчатого конвейера. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2008. №9. 245 - 249 с.
10. Дмитриев В.Г., Дьяченко А.В. Методы анализа объемного напряженного состояния сыпучего груза в закрытом желобе трубчатого ленточного конвейера. ГИАБ. М.: МГТУ, 2004. - № 12, с. 241 - 243.
11. Дмитриев В.Г., Иванов Н.Ю. Аналитическое описание и анализ криволинейной пространственной трассы для ленточного трубчатого конвейера. Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2012. - №12. - С. 201 - 205.
12. Сазамбаева Б.Т., Куанышев Г.И., Хадеев Г.И., Жуманов М.А. К вопросу исследования трубчатых ленточных конвейеров для транспортирования экологически вредных грузов. Материалы XI международной научно-практической конференции Science without borders-2015, Technical sciences. Sheffield, England S1 4LR, 2015- Vol.23, с.60-66.

Методика обоснования и расчета рациональных и конструктивных параметров трубчатого ленточного конвейера

Тогизбаева Б.Б.¹, Кинжебаева А.С.¹

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Astana, Kazakhstan
E-mail: baglan099@mail.ru, kinaizh@gmail.com)

Аннотация. В статье рассмотрена методика расчета сил сопротивления на отдельных участках общей силы сопротивления в тяговом органе трубчатого ленточного конвейера. Замкнутый тяговый элемент постоянно движется или периодически останавливается на прямолинейных участках, которые соединяются между собой криволинейными переходами.

Конструкция рассматриваемого трубчатого ленточного конвейера, в отличие от существующих конструкций, формируется закрытым лотком ленты благодаря опорным устройствам, расположенным по периметру линии транспортировки сыпучих грузов. Установлено, что главным преимуществом конвейерного транспорта является высокий уровень производительности труда и низкие производственные затраты, которые достигаются за счет автоматизации работы оборудования. Характерными проблемами для них являются необходимость дробления перевозимого груза, точная проверка переходных участков, координация приводов и синхронизация движений, которые легко регулируются в процессе работы с учетом некоторых исходных конструктивных условий.

Ключевые слова: транспортировка грузов, конвейер, трубчатый ленточный конвейер, роликовые опоры, конструктивные параметры, силы сопротивления.

Methodology of substantiation and calculation of rational and constructive parameters of a tubular belt conveyor

Togizbayeva B.B.¹, Kinzhebayeva A.S.¹

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

E-mail: baglan099@mail.ru, kinaizh@gmail.com)

Annotation. The article considers the method of calculating the resistance forces on individual sections of the total resistance force in the traction organ of a tubular belt conveyor. A closed traction element is constantly moving or intermittently stops on straight sections that are connected to each other by curved transitions.

The design of the considered tubular belt conveyor, unlike existing structures, is formed by a closed belt tray due to support devices located along the perimeter of the bulk cargo transportation line. It is established that the main advantage of conveyor transport is a high level of labor productivity and low production costs, which are achieved by automating the operation of equipment. Typical problems for them are the need for crushing of the transported cargo, accurate checking of transition sections, coordination of drives and synchronization of movements, which are easily adjusted during operation, taking into account some initial design conditions.

Keywords: cargo transportation, conveyor, tubular belt conveyor, roller supports, design parameters, resistance forces.

References

1. Sazambayeva B.T. Belt tubular conveyors. Monograph. Almaty 2017 – 183 p .
2. Akhmetova S.D., Sazambayeva B.T., Turdaliev A.T., Samogin Y.N. Calculation of the critical velocity of the TPC tape based on the finite element method. Engineering Journal Handbook. - M. 2016. - No. 9, pp. 12-17.
3. Bazhanov P.A. Methods of optimization of parameters of a tubular belt conveyor. Mining information and Analytical Bulletin, 2009, No.9.
4. Galkin V.I., Dmitriev V.G. Modern theory of belt conveyors. M.: MGSU, 2005.- 543 p.
5. Galkin V.I. Design features of conveyor lines taking into account the reliability of belt conveyors. Journal "Mining Equipment and Electromechanics" No. 12, M, 2006.- pp. 28-33.
6. Galkin V.I., Rasskazov V.A. Multifactorial analysis of reliability indicators of large-capacity dump trucks. Journal "Mining Equipment and Electromechanics", Moscow, 2008. - No. 12, pp. 25-27.
7. Galkin V.I. Features of operation of belt tubular conveyors and belt conveyors with a spatial route. -M.: MGSU, 2014.
8. Dmitriev V.G., Efimov M.S. The influence of various factors on the angular deviations of the tubular conveyor belt. Mining information and analytical bulletin. – M.: MGSU, 2008. - No. 8, pp. 235 - 237.
9. Dmitriev V.G., Sergeeva N.V. Determination of distributed resistance to the movement of the belt on straight sections of the route of the belt tubular conveyor. Mining information and analytical bulletin. 2008. №9. 245 - 249 c.

10. Dmitriev V.G., Dyachenko A.V. Methods of analyzing the volumetric stress state of bulk cargo in a closed trough of a tubular belt conveyor. GIAB. M.: MGSU, 2004. - No. 12, pp. 241 - 243.

11. Dmitriev V.G., Ivanov N.Yu. Analytical description and analysis of a curved spatial route for a belt tubular conveyor. Mining information and analytical bulletin. - 2012. - No. 12. - pp. 201 - 205.

12. Sazambayeva B.T., Kuanyshev G.I., Khadeev G.I., Zhumanov M.A. On the issue of research of tubular belt conveyors for the transportation of environmentally harmful goods. Materials of the XI International Scientific and practical conference Science without borders-2015, Technical sciences. Sheffield, England S1 4LR, 2015- Vol.23, pp.60-66.

Авторлар туралы мәлімет:

Тогизбаева Б.Б. – "Көлік, көлік техникасы және технологиялары" кафедрасының меңгерушісі, техника ғылымдарының докторы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Кинжебаева А.С. – докторант, "Көлік, көлік техникасы және технологиялары" кафедрасының оқытушысы, магистр, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Тогизбаева Б.Б. – Head of the Department, Doctor of Technical Science, at the «Transport, transport equipment and technologies» Department, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Kinzhebayeva A.S. – PhD student, the "Transport, transport equipment and technologies" Department, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.