



XFTAP 55.51.33

Шолу мақаласы

<https://doi.org/10.32523/2616-7263-2025-151-2-156-166>

Таспалы шөмішті элеваторларының қолданыстағы конструкцияларына шолу

Қ.Қ. Қуанышбекова ^{id}, Б.Б. Тогизбаева ^{id}, У.Ш.Кокаев ^{id},
М.Т.Сәрсенбаев ^{id}

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

E mail: kundyz0903@list.ru

Аңдатпа. Қазіргі уақытта шөмішті элеваторлар әртүрлі салаларда цемент, жер, құм, шымтезек, көмір, астық, ұн, химиялық материалдар және басқа да ұсақ, шаң тәрізді және кесек материалдар, сондай - ақ зиянды, қауіпті, сусымалы жүктерді тігінен тасымалдау үшін кеңінен қолданылады. Бұл құрылғыларға қойылатын негізгі талаптардың бірі - олардың жоғары сенімділігі, тасымалдау тиімділігі, қоршаған ортаны зиянды материалдардан, шаңнан қорғау. Шөмішті элеваторлар сусымалы жүктердерді жылжыту үшін әртүрлі салалар бойынша кеңінен қолданылатын көліктік және технологиялық жүйелердің маңызды элементі болып табылады. Бұл мақалада осы саладағы отандық және алыс шетелдік жетекші ғалымдарының еңбектері мен зерттеулері қарастырылған. Отандық ұйымдар пайдаланатын таспалы шөмішті элеваторларының қолданыстағы конструкциялары қаралды және әртүрлі ақпараттық көздерден (ғылыми мақалалар, авторефераттар және басқа да еңбектерден) жиналған шөмішті элеваторларының негізгі элементтері ұсынылды, олардың практикалық қолданудағы артықшылықтары мен кемшіліктері талданды. Тораптардың істен шығуы бойынша жүйеленген шөмішті элеваторларының негізгі ақаулары, сондай-ақ оларды шешу жолдары анықталды.

Түйін сөздер: шөмішті элеватор, сусымалы жүктер, тарту бөлігі, ақау, шөміш, таспа.

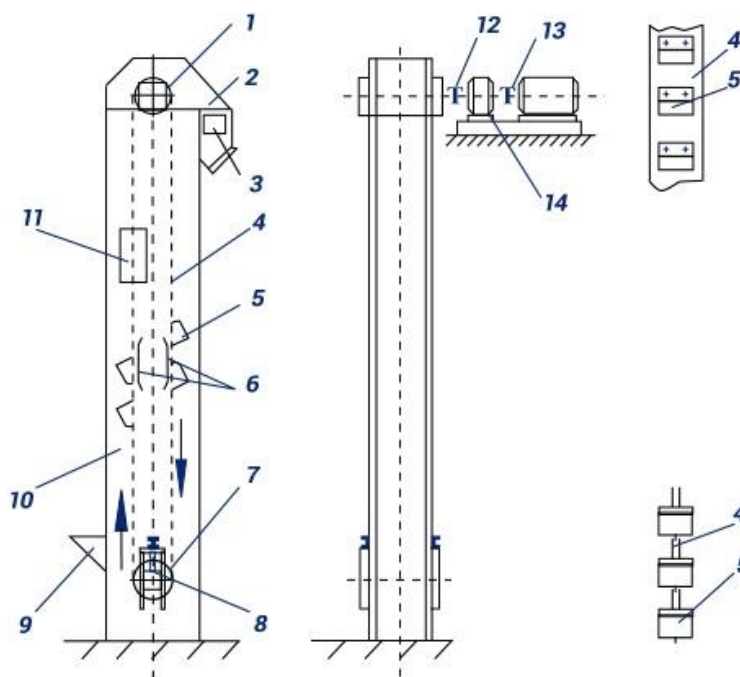
Кіріспе

Шөмішті элеватор - материалды үздіксіз жылжыту арқылы көтеруді жүзеге асыратын шөміштері бар тік таспалы конвейер. Оларды пайдалану тиімділігін арттыру айтарлықтай маңызға ие, өйткені энергия шығындарын азайтуға, өнімділікті арттыруға және пайдалану шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Бұл құрылғыларға қойылатын негізгі талаптардың бірі - олардың жоғары сенімділігі [1].

Қазіргі жағдайлар элеваторлардың жұмысын жақсарту, оларды нақты жұмыс жағдайларына бейімдеу және тозуды азайту үшін оңтайлы құрылымдық шешімдерді іздеуді талап етеді. Шөмішті элеваторлардың құрылымдық параметрлерін зерттеу және оңтайландыру жабдықтың тиімділігін арттыру, ресурстарды үнемдеу және өндірістік процестердің экологиялық тұрақтылығын жақсарту тұрғысынан өзекті болып табылады.

Мақаланың негізгі мақсаты - таспалы шөмішті элеваторларының (ТШЭ) қолданыстағы конструкцияларын қарастыру, элеваторлардың негізгі ақауларын, оларды шешу жолдарын және кемшіліктері тұжырымдалды.

Шөмішті элеватор - бұл сусымалы материалдарды үздіксіз тік тасымалдау үшін арнайы қолданылатын құрылғы. Ол басқа тасымалдау машиналарынан тік жабық тасымалдау мүмкіндігімен, көтеру биіктігімен, шағын өлшемдерімен және үлкен тасымалдау көлемімен ерекшеленеді. Негізгі құрылымдық элементтер-бұл корпус, жетек құрылғысы, шөміштері бар жұмыс органы және тағы басқа [6,7]. Сурет 1 де шөмішті элеватордың сұлбасы және шөміштерді таспаға бекіту нұсқалары көрсетілген.



**1-сурет. Шөмішті элеватор: а – сұлба;
б-в – шөміштерді таспаға бекіту нұсқалары**

Шөмішті элеватор (Сурет 1) 4 тігінен тұйықталған тартқыш элементі (таспа), 5 жүк көтергіш элементтері қатты бекітілген – шөміштері. Тартқыш элемент жоғарғы жетекті 1 және төменгі кернеуді 7 барабандарды айналып өтеді. Элеватордың жүріс бөлігі мен айналмалы құрылғылары жоғарғы бөлігінен (басынан) 2, ортаңғы бөлігінен және төменгі бөлігінен 9 (табандық), 10 тұратын жабық қаптамаға орналастырылады. Шөміштері бар тарту элементі 14 жетегімен қозғалады, ал бастапқы кернеу 8 кернеу құрылғысымен жасалады. Сусымалы жүк элеватордың төменгі бөлігінің тиеу шүмегіне (мұрынына) беріледі, шөмішке тиеледі, олармен көтеріледі және жоғарғы барабанға элеватордың жоғарғы бөлігінің шүмегіне түсіріледі. Жетек шассидің артқа жылжуына жол бермеу үшін тоқтатқышпен 12 немесе тежегішпен 13 жабдықталған. Элеватор корпусында бағыттаушы құрылғылар 11 болады [2].

Әдіснама

Салыстырмалы талдау әдісін қолдана отырып, шөмішті элеваторлардың қолданыстағы конструкцияларына, негізгі ақауларына салыстыру жүргізілді.

Ауыр жүктемелер кезінде үздіксіз жұмыс істеу таспалы шөмішті элеваторының (ТШЭ) жұмыс элементтерінің айтарлықтай тозуына (Сурет 2) және соның салдарынан өнімділіктің төмендеуіне әкеледі [8].

Жұмыс кезінде ТШЭ-ның келесі негізгі ақаулары анықталады:

- басқы бөлігі, табандық, тартқыш мойынтірек элементінің, ТШЭ түбінің, білік пен мойынтіректердің мойындарының, жетек және тежегіш механизмнің жартылай муфталарының түйреуіштерінің, резеңке төсемдердің және барабан белдіктерінің, ауытқу роликтерінің және тағы басқа бөліктерінің тозуы;
- барабан инелерінде жарықтардың пайда болуы;
- редукторларды, тісті доңғалақтарды орталықтандыру және тозуы; кернеу механизмінің реттеу бұрандаларын бүгілуі;
- шөмішті элеватор жолақтарын шамадан тыс тарту, жиектердің зақымдануы және олардың жалпы тозуы;
- шөміштердің мыжылуы, олардың буындарының алшақтығы (жыртылуы).

Дұрыс емес кернеу параметрі, тізбектің немесе таспаның тозуы, майлаудың болмауы да әсер етеді:

- бөгде заттардың түсуі, дұрыс пайдаланылмауы, майлаудың болмауы, тозуы, дұрыс орнатылмауы;
- материалдың тозуы, дұрыс орнатылмауы немесе шамадан тыс жүктеме;
- дұрыс жұмыс істемеу, механикалық зақымдану, материалдың тозуы;
- жүктеменің жоғарылауы, пайдалану шарттарының сәйкес келмеуі, өндіріс ақаулары;
- ылғалдың әсері, агрессивті орта, қорғаныстың болмауы, ұзақ мерзімді пайдалану, механикалық зақымдану, майлаудың болмауы.

Кесте 1 де шөмішті элеваторлардың өндірісте жиі кездесетін ақаулар мен белгілері көрсетілген.



2-сурет. Шөмішті элеватордың жоғарғы барабанының тозуы

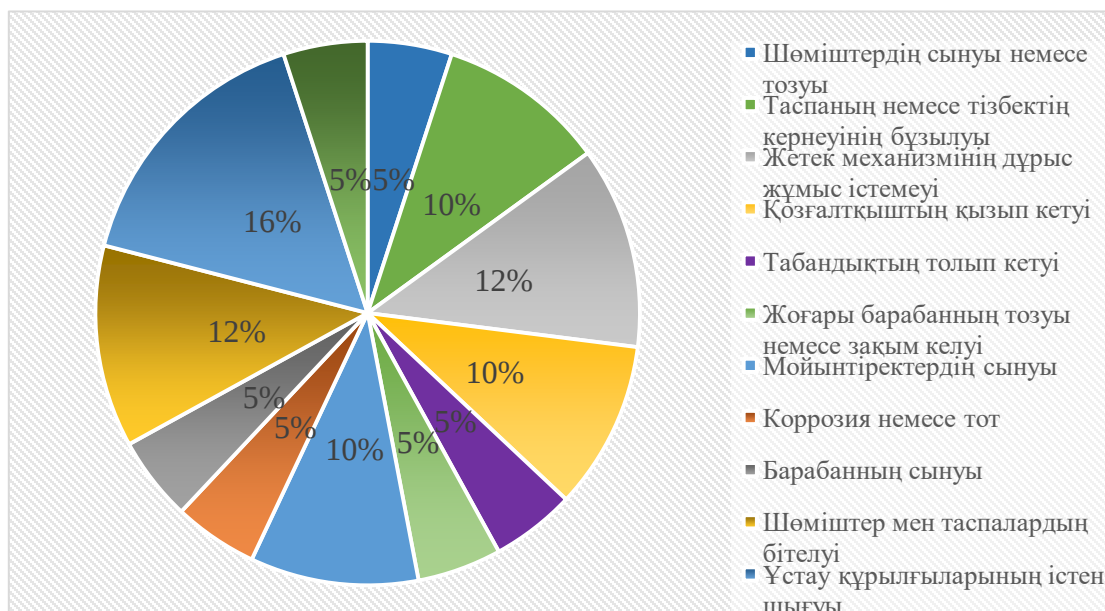
Шөмішті элеваторларының тозуына келесі факторлар әсер етеді [8]:

- механикалық зақымдану, материалдардың тозуы, дұрыс жұмыс істемеу;
- электр қозғалтқышының дұрыс жұмыс істемеуі, редукторлардың сынуы, мойынтіректердің тозуы;
- дұрыс емес орнату, шамадан тыс жүктеме, нашар салқындату.

1-кесте. Шөмішті элеваторларының негізгі ақаулары және белгілері

№	Ақаулары	Белгілері
1	Шөміштердің тозуы немесе сынуы	Тарту күшінің жоғалуы, шелектердің тозуы, жұмыс тиімділігінің төмендеуі.
2	Жетек механизмінің дұрыс жұмыс істемеуі	Шу, діріл, шөміштердің біркелкі емес қозғалысы.
3	Қозғалтқыштың қызып кетуі	Элеватордың жұмысын тоқтату, қозғалтқыш температурасының жоғарылауы.
4	Барабанның (дискілердің) сынуы	Тұрақсыз жұмыс, ауысу және күш берудегі ақаулар.
5	Табандықтың тозуы немесе зақымдануы	Элеватордың жұмысын тоқтату, таспаның немесе тізбектің қозғалысын бұзу, Шу мен діріл.
6	Табандықтың сынуы	Жұмысты тоқтату, көрінетін зақым, тізбектің немесе таспаның үзілуі.
7	Коррозия немесе тот	Табандық элементтерінде тоттың пайда болуы, беріктіктің төмендеуі.
8	Жоғарғы барабанның тозуы немесе зақымдануы	Шу, діріл, шелектердің тұрақсыз қозғалысы, өнімділіктің төмендеуі.

Сурет 3 шөмішті элеватор ақауларының пайыздық үлесі Кесте 1 негізінде құрастырылды.



3-сурет. Өндірістегі шөмішті элеватор ақауларының пайыздық үлесі (%)

Нәтижелер және талқылау

Шөмішті элеватор саласындағы зерттеулер мәселелері келесі шетелдік және отандық ғалымдардың: А.О. Спиваковский, В.И. Плавинский, И.И. Шмайс, Б.Т. Сазамбаева, В.А. Рычков, В.С. Турчин, Т.В. Бедыч, Piotr Sokolski тағы басқа еңбектерінде қарастырылды.

Жүргізіліп жатқан жұмыстарда пайдалану процесінде пайда болатын ТШЭ – нің негізгі ақаулары мен конструкциялары қарастырылмаған. Өндірістік қуат осы типтегі жоғары тиімді машиналарды пайдалануды талап ететіндіктен, бірақ құру белгілі бір шығындар мен осы машиналарды шығаратын кәсіпорындарды қажет ететіндіктен, бүгінгі күні осы кемшіліктерді түзететін қолданыстағы конструкцияларды пайдалану қажет.

И.И. Шмайс зерттеуінде [4] автор таспалы шөмішті элеваторлардың конструкциясының әртүрлі аспектілерін, соның ішінде олардың құрылысын, негізгі параметрлерін және өнімділігін есептеуді, сонымен қатар әртүрлі жұмыс жағдайларындағы жұмыс тиімділігін қарастырады. Келесі жұмыс [5] минералды тыңайтқыштарды тасымалдауға арналған шөмішті элеваторларды әзірлеуге және оңтайландыруға арналған. Жұмыста шөмішті элеваторларды жобалаудың теориялық және практикалық аспектілері, сондай-ақ минералды тыңайтқыштар-мен жұмыс істеу ерекшеліктерін ескере отырып, олардың параметрлерін есептеу әдістері қарастырылған. Бірақ жоғарыда көрсетілген екі жұмыста шөміштер арасындағы оңтайлы қашықтықты есептеу қарастырылмаған. Зерттеу жұмысында автор жаңа жұмыс элементі бар шөмішті элеватордың болашақтағы жобасын ұсынады, оның тиімділігін арттырудың басты критерийі шөміштің ұтымды пішіні арқылы түсіру жылдамдығын жоғарылату болып табылады [3].

Шөмішті элеватордың техникалық шешімдерінің болашағын бағалау үшін арнайы салыстыру критерийлері ұсынылған. Бұл критерийлердің сенімділігі толықтық, маңыздылық және өзара тәуелсіздік сипаттамаларына сәйкес дәлелденген. В.С. Турчин [9],

Т.В. Бедыч [10] еңбектерінде жұмыс меншікті энергия шығындарын азайту және тұқымның жарақаттануын азайту мақсатында астықты, оның ішінде тұқымдарды шөміш түріндегі элеваторлармен тасымалдау процесін жетілдіруге арналған, мұнда шөміштің материалын, құрылымын және пішінін анықтайтын факторлардың әсерін ескере отырып, шөміштің астықпен (тұқымдық материалмен) өзара әрекеттесу процесінің теориялық моделін әзірлеу қарастырылған. Сондай-ақ, энергия шығынын азайту және тұқымның зақымдануын азайту үшін полимерлі материалдардан жасалған шөміштерді пайдалану мүмкіндігі расталды. Жұмыста астықтың жарақаттануын азайту үшін шөмішті элеватор таспасының қозғалыс жылдамдығын өзгерту арқылы астықты тасымалдау процесі зерттеледі. Жұмыстың жаңашылдығы шөмішті элеватор табандығына тиеу кезінде шөмішпен астықты механикалық жарақаттау процесін сипаттайтын модель әзірленген; үздіксіз қозғалатын ағында астық сынамаларын алудың жеке әдістемесін және сынама алушының конструктивтік-технологиялық параметрлерін негізделген. Жоғарыда көрсетілген жұмыстардың кемшілігі сусымалы материалдың физикалық механикалық қасиеттерінің гранулометриялық құрамы ескерілмей, толық қарастырылмаған.

Мақалада ірі өнеркәсіптік шөмішті элеваторының [1] жетек құрылғысында жасалған діріл қарқындылығын сынау нәтижелері келтірілген. Уақыт пен жиілік аймақтарындағы нәтижелерді талдау жетектің, демек, элеватордың ұзақ мерзімді жұмыс істеуге жарамдылығын бағалауға негіз болды. Келесі жұмыста [7] EDEM бағдарламалық жасақтамасының көмегімен әр түрлі пішінді шөміштерді лақтыру модельденді. Нәтижесінде беріліс қорабының тиімділігін арттыруға көмектесетін кері ағынды азайтатын ең жақсы шөміш анықталды. Сонымен қатар, жұлдызша бөлігін жобалау кезінде шашыратқыштың орналасуына байланысты ең жақсы корпустың пішінін анықтауға болады. Шөмішті элеватор дизайнын жақсартуға және модельді оңтайландыру әсеріне қол жеткізілді. [11] Бұл зерттеу дискретті элементтерді модельдеуді (DEM), эксперименттерді жоспарлауды (DOE) және мета-эвристикалық оңтайландыру алгоритмдерін біріктіру арқылы шөмішті элеваторының дизайнын мен жұмысын жақсартудың жаңа әдісін ұсынады. Атап айтқанда, зерттеу метаэвристикалық оңтайландыру әдісі болып табылатын Firefly (FA) алгоритмін тасымалдау массасын және берілген жұмыс жағдайында түйіршікті материалдардың массалық шығынын барынша арттыру үшін шөмішті элеваторының параметрлерін оңтайландыру үшін пайдаланды. Эксперименттік әдістеме бірнеше негізгі қадамдарды қамтыған: шөмішті элеваторының жұмысына әсер ететін маңызды факторларды анықтауға арналған скринингтік эксперименттер, осы факторларды әрі қарай зерттеу үшін орталықтандырылған композиттік дизайн (CCD) эксперименттері және болжамды көлік массасы мен массалық ағын үлгілерін жасау үшін жауап бетінің әдістемесі (RSM). Содан кейін FA алгоритмі осы модельдерді оңтайландыру үшін қолданылып және нәтижелер модельдеу және эмпирикалық эксперименттер арқылы тексерілген. Зерттеу нәтижелерді DEM модельдеуімен салыстыру арқылы модельдеу және эмпирикалық эксперименттер арқылы оңтайландырылған параметрлерді тексерген. Нәтижелер шөміштің оңтайлы параметрлерін анықтауда FA алгоритмінің тиімділігін көрсетеді. Бірақ бұл жұмыстарда шөмішті элеватор параметрлерін оңтайландырудың жүйелі әдістемесі ұсынылмаған.

Қорытынды

Шөмішті элеваторлар - әртүрлі сусымалы және түйіршікті заттарды тасымалдауға арналған құрылғылар. Олар түрлі өндірістік жағдайларда жұмыс істеуге арналған және бұл әртүрлі салаларда материалдарды тасымалдау мен өңдеу мәселелерін тиімді шешуге, адамдардың жұмысын едәуір жеңілдетуге және өндіріс өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, өндірістік шөмішті элеваторлар жоғары қуаттылық пен өнімділікке ие, бұл үлкен көлемдегі материалдарды қысқа уақыт ішінде және аз күш жұмсап тиімді тасымалдауға жағдай жасайды.

Бұл жұмыстың басты мақсаты таспалы шөмішті элеваторлардың (ТШЭ) қазіргі конструкцияларын талдау, олардың негізгі ақаулары мен оларды жою тәсілдерін және кемшіліктерін зерттеу болды. Осы тақырыптағы мақалаға сәйкес шөмішті элеваторларының конструкциялары бойынша басқа зерттеу жұмыстары арқылы ақпараттық деректерді жинау, таспалы шөмішті элеваторларын пайдалану кезіндегі негізгі ақауларды анықтауға мүмкіндік берді. Оларды жүйелеу, ТШЭ конструкциялары бойынша морфологиялық жіктеуді әзірлеу, бұл ТШЭ бағытын дамыту перспективасын анықтауға және олардың параметрлерін оңтайландыруға ықпал ететін шөмішті элеваторларын есептеу әдістемесін жүйелеуге мүмкіндік береді.

Авторлардың қосқан үлесі:

Қ.Қ. Қуанышбекова – мәліметтер жинау, зерттеу жүргізу, жазу.

Б.Б. Тогизбаева – зерттеу нәтижелерін талдау және синтездеу, мақаланы түзету.

У.Ш. Кокаев - әдебиеттік шолу, деректерді талдау.

М.Т. Сарсенбаев – мәліметтер жинау, әдебиетпен жұмыс,

Әдебиеттер тізімі

1. Piotr Sokolski / Assessment of Suitability for Long-Term Operation of a Bucket Elevator: A Case Study// Energies 2023, 16(23), 7852; <https://doi.org/10.3390/en16237852>
2. Степыгин Виктор Иванович, Чертов Евгений Дмитриевич, Елфимов Сергей Анатольевич / Проектирование подъемно-транспортных установок / Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2015. – 288 с.; ISBN 5-217-03274-X;
3. Сазамбаева Б.Т. Создание и разработка теоретических основ расчета рабочих органов ковшовых элеваторов / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, Алматы, 2016 г. С -37.;
4. Шмайс, Илья Иосифович/ Исследование и расчет ленточных ковшовых элеваторов : диссертация кандидата технических наук //- Алма-Ата, 2002. - 216 с.;
5. Рычков, Виктор Анатольевич, Обоснование конструкции ковшового элеватора для транспортировки минеральных удобрений и разработка методов расчета его параметров / автореферат дис. кандидата технических наук/ Всесоюз. науч.-исслед. и проект.-конструк. ин-т подъемно-транспорт. машин. - Москва, 2019. - 20 с.;

6. Изучение конструкции и работы ковшового элеватора. Методические указания/ А.Л. Носко, С.Г. Гнездилов, Е.В. Сафронов, Д.Б. Пармузин// - Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017, -25 с.
7. Key Structure Innovation and Optimization Design of Bucket Elevator, Fang Ma, Feng Xiong & Guiqin Li, Conference paper, Advanced Manufacturing and Automation VIII, pp 623–627;
8. Основные дефекты норий. Ремонт норий. <https://ksmash.ru/osnovnyye-defekty-noriy-remont-noriy?ysclid=m64ehflkxs939911905>
9. Турчин Вячеслав Семенович / Обоснование конструктивно-режимных параметров элеваторов ковшового типа для транспортировки сыпучих материалов // автореферат дис. кандидата технических наук, Оренбург, 2015 г. - 18 с.
10. Бедыч Татьяна Витальевна / Обоснование скорости движения ленты ковшового элеватора, направленное на снижение травмирования зерна // автореферат дис. кандидата технических наук, Оренбург, 2019 г. – 20 с.
11. Optimizing Bucket Elevator Performance through a Blend of Discrete Element Method, Response Surface Methodology, and Firefly Algorithm Approaches/ Arunyanart Pirapat, Kongkaew Nithitorn, Sudsawat Supattarachai // Computers, <https://www.techscience.com/cmc/v80n2/57652> Materials & Continua 2024, 80(2), 3379-3403.

**Қ.Қ. Қуанышбекова, Б.Б. Тогизбаева, У.Ш. Кокаев,
М.Т. Сарсенбаев**

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

Обзор существующих конструкций ленточных ковшовых элеваторов

Аннотация. В настоящее время ковшковые элеваторы нашли широкое применение в различных отраслях промышленности и применяются для вертикального транспортирования сыпучих грузов как цемент, земли, песок, торф, уголь, зерно, мука, химические материалы и другие мелкие, пылевидные и кусковые материалы, также вредные, опасные, сыпучие грузы. Одним из основных требований, предъявляемых к этим устройствам, является их высокая эксплуатационная надежность, эффективность транспортирования, защита окружающей среды от вредных материалов, пыли. Ковшковые элеваторы являются важным элементом транспортно-технологических систем, широко используемых в различных отраслях промышленности для перемещения сыпучих материалов. В работе рассмотрены труды ведущих ученых как ближнего так и дальнего зарубежья, исследования в этой области. Рассмотрены существующие конструкции ленточных ковшовых элеваторов, эксплуатируемых отечественными организациями, также представлены основные элементы ковшовых элеваторов, собранные из различных информационных источников (статьи, рефераты, и другие труды), проанализированы их

преимущества и недостатки при практическом применении. Выявлены основные неисправности ковшовых элеваторов, которые просистематизированы по выходам из строя узлов, а также пути их решения.

Ключевые слова: ковшовый элеватор, сыпучие материалы, тяговый орган, неисправность, ковш, лента.

**K.K. Kuanyshbekova, B.B. Togizbayeva, U.Sh. Kokayev,
M.T. Sarsenbayev**

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

An overview of existing designs for belt bucket elevators

Abstract. Currently, bucket elevators are widely used in various industries and are used for vertical transportation of bulk materials such as cement, earth, sand, peat, coal, grain, flour, chemical materials, other small, pulverized, lumpy materials, as well as harmful, dangerous, bulk materials. One of the main requirements for these devices is their high operational reliability, transportation efficiency, and environmental protection from harmful materials and dust. Bucket elevators are an important element of transportation and technological systems widely used in various industries for the movement of bulk materials. The paper examines the works of leading scientists from both near and far abroad, as well as research in this field. The existing designs of belt bucket elevators operated by domestic organizations are considered, the main elements of bucket elevators collected from various information sources (articles, abstracts, and other works) are also presented, their advantages and disadvantages in practical application are analyzed. The main malfunctions of bucket elevators have been identified, which are systematized by node failures, as well as ways to solve them.

Keywords: bucket elevator, bulk materials, traction body, bucket, belt, malfunction.

References

1. Piotr Sokolski / Assessment of Suitability for Long-Term Operation of a Bucket Elevator: A Case Study// *Energies* 2023, 16(23), 7852; <https://doi.org/10.3390/en16237852>
2. Stepygin Viktor Ivanovich, Chertov Evgenij Dmitrievich, Elfimov Sergej Anatol'evich / *Proektirovanie pod"emno-transportnyh ustanovok / Uchebnoe posobie.* – M.: Mashinostroenie, 2015. – 288 с.; ISBN 5-217-03274-X;
3. Sazambaeva B.T. Sozdanie i razrabotka teoreticheskikh osnov rascheta rabochih organov kovshovyh elevatorov / *Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk*, Almaty, 2016 g. S -37.;
4. Shmaj, Il'ya Iosifovich/ *Issledovanie i raschet lentochnyh kovshovyh elevatorov : dissertaciya kandidata tekhnicheskikh nauk* //- Alma-Ata, 2002. - 216 s.;
5. Rychkov Viktor Anatol'evich, *Obosnovanie konstrukcii kovshovogo elevatora dlya transportirovki mineral'nyh udobrenij i razrabotka metodov rascheta ego parametrov / avtoreferat dis. kandidata tekhnicheskikh nauk/ Vsesoyuz. nauch.-issled. i proekt.-konstruk. in-t pod"emno-transport. mashin.* - Moskva, 2019. - 20 s.;

6. Izuchenie konstrukcii i raboty kovshovogo elevatora. Metodicheskie ukazanie/ A.L. Nosko, S.G. Gnezdilov, E.V. Safronov, D.B. Parmuzin// - Moskva: Izdatel'stvo MGTU im. N.E. Bauman, 2017, -25 s.
7. Key Structure Innovation and Optimization Design of Bucket Elevator, Fang Ma, Feng Xiong & Guiqin Li, Conference paper, Advanced Manufacturing and Automation VIII, pp 623–627;
8. Osnovnye defekty norij. Remont norij. <https://ksmash.ru/osnovnyye-defekty-noriy-remont-noriy?ysclid=m64ehflkxs939911905>
9. Turchin Vyacheslav Semenovich / Obosnovanie konstruktivno-rezhimnyh parametrov elevatorov kovshovogo tipa dlya transportnykh s'puchih materialov // avtoreferat dis. kandidata tekhnicheskikh nauk, Orenburg, 2015 g. - 18 s.
10. Bedych Tat'yana Vital'evna / Obosnovanie skorosti dvizheniya lenty kovshovogo elevatora, napravlennoe na snizhenie travmirovaniya zerna // avtoreferat dis. kandidata tekhnicheskikh nauk, Orenburg, 2019 g. – 20 s.
11. Optimizing Bucket Elevator Performance through a Blend of Discrete Element Method, Response Surface Methodology, and Firefly Algorithm Approaches/ Arunyanart Pirapat, Kongkaew Nithitorn, Sudsawat Supattarachai // Computers, <https://www.techscience.com/cmc/v80n2/57652> Materials & Continua 2024, 80(2), 3379-3403

Авторлар туралы мәлімет:

Қ.Қ. Қуанышбекова - хат-хабар авторы, «Көлік инженериясы» кафедрасының докторанты, «Көлік - энергетика» факультеті, «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан;

Б.Б. Тогизбаева - техника ғылымдарының докторы, «Көлік инженериясы» кафедрасының профессоры, «Көлік - энергетика» факультеті, «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан;

Кокаев У.Ш. – техника ғылымдарының кандидаты, «Көлік инженериясы» кафедрасының доценті, «Көлік - энергетика» факультеті, «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан;

М.Т. Сәрсенбаев - «Көлік инженериясы» кафедрасының магистранты, «Көлік - энергетика» факультеті, «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан;

Қуанышбекова Қ.Қ. – докторант кафедрасы «Транспортная инженерия», «Транспортно - энергетический» факультет, НАО «Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан;

Тогизбаева Б.Б. – доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортная инженерия», «Транспортно-энергетический» факультет, НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан;

Кокаев У.Ш. – к.т.н., доцент кафедры «Транспортная инженерия», «Транспортно - энергетический» факультет, НАО «Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева», Астана, Казахстан.

М.Т. Сарсенбаев - магистрант кафедры «Транспортная инженерия», «Транспортно - энергетический» факультет, НАО «Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан;

Kuanyshbekova K.K. – PhD Student of the Department of Transport Engineering, Faculty of «Transport - Energy», L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Togizbayeva B.B. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Transport Engineering», «Transport and Energy» faculty, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

Kokayev U.Sh. – candidate of technical sciences, docent of the Department of «Transport Engineering», «Transport and Energy» faculty, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

M.T. Sarsembayev - master's student of the Department of Transport Engineering, Faculty of «Transport - Energy», 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/>).