

Код МРНТИ 51.13.27

*А. Шакенов¹, И. Столповских¹, А. Абдиев^{2,3}¹Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан),²И. Разаков атындағы Қырғыз мемлекеттік техникалық университет (Бішкек қ., Қырғызстан),³У. Асаналиев атындағы Қырғыз тау-кен және металлургия институты (Бішкек қ., Қырғызстан)

ОРТА АЗИЯДАҒЫ БИІК ТАУ КЕНЕРЛЕРІНІҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ӘЛЕУЕТІ

Аңдатпа. Зерттеудің негізгі мақсаты – Орта Азиядағы тау-кен жұмыстарында алтын кенін тасымалдаудың жаңа баламалы әдісін пайдалануды қарастыру және негіздеу. Зерттеудің жаңалығы – Қырғызстандағы кендерінің әлеуетті гравитациялық энергиясына алдын ала бағалау, жүк тиеу және төгу пунктіннің GPS координаттарын орнында алу және көміртегі шығарындыларын азайту мақсатында кенді тасымалдаудың сәйкес технологияларын қарастыру. Алдыңғы зерттеулердегі әуе арқан жолының ерекше энергия тұтыну формуласы және қалпына келтіретін арқан жол жүйесі зерттеуде қарастырылады және пайдаланылады. Отын ұяшықтары бар энергияны қалпына келтіретін әуе арқан жүйесі Орта Азиядағы жоғары биіктікте орналасқан кендер үшін стратегиялық тұрғыдан ұзақ мерзімді таңдаулы шешім болуы мүмкін.

Түйінді сөздер: тау-кен тасымалдау жолдары, энергияны қалпына келтіру, әуе арқан жолы, тау-кен автосамосвалы, көміртегі шығарындыларын азайту, гибриді автосамосвалы, электр автосамосвалы.

Energy potential of high altitude mines in Central Asia

Abstract. Consider and justify the use of a new alternative method of transporting ore at high-altitude mining in Central Asia as the main goal of the study. The novelty of the study lies in the preliminary assessment of mines in Kyrgyzstan for potential gravitational energy by taking GPS coordinates of loading and unloading points on site and considering appropriate technologies for transporting ore in order to reduce carbon dioxide emissions. The aerial ropeway specific energy consumption formula and the aerial ropeway energy recovery system from previous studies are reviewed and used in the study a fuel cell energy recovery aerial ropeway could be a strategic long-term solution of choice for high-altitude mines in Central Asia.

Key words: mine haul roads, recuperation of energy, aerial ropeway, mining dump truck, carbon emission reduction, hybrid truck, electric truck.

Энергетический потенциал высокогорных месторождений Центральной Азии

Аннотация. Рассмотрено и обосновано использование нового альтернативного способа транспортировки руды на высотных горнодобывающих предприятиях в Центральной Азии в качестве основной цели исследования. Новизна исследования заключается в предварительной оценке рудников в Кыргызстане на предмет потенциальной гравитационной энергии путем снятия GPS-координат точек погрузки и разгрузки на месте и рассмотрения соответствующих технологий транспортировки руды с целью снижения выбросов углекислого газа. Формула удельного энергопотребления подвесной канатной дороги и система рекуперации энергии канатной дорогой из предыдущих исследований рассматриваются и используются в исследовании. Подвесная канатная дорога с рекуперацией энергии с топливными элементами может стать стратегически долгосрочным предпочтительным решением для рудников в Центральной Азии, расположенных на большой высоте.

Ключевые слова: карьерные технологические дороги, рекуперация энергии, подвесная канатная дорога, карьерный самосвал, сокращение выбросов углекислого газа, гибридный самосвал, электросамосвал.

Кіріспе

Орталық Азиядағы барлық мұздықтардың шамамен 45%-ы Қырғызстан аумағында орналасқан. Олар өзендерді сумен қамтамасыз етудің негізгі көзі болып табылады және олардың жай-күйінің болжамдары жаһандық климаттық өзгерістердің әсерінен ерекше алаңдаушылық тудырады. Тау басындағы мұздықтар мен қарлы алқаптардың сумен қамтамасыз етуді реттеуде және аймақтың табиғи ерекшеліктерін реттеуде маңызы зор. Қырғызстан аумағында жалпы ауданы 8169, 4 шаршы шақырымды құрайтын 8200 мұздық бар, олар елдің 4,2%-ын алып жатыр. Қырғызстан мұздықтарының су қоры 650 км³ деп бағаланады [1].

Қазіргі уақытта мемлекет балансында 17 алтын кен орны бар, олар: Құмтор, Жероой, Жамғыр, Макмал, Солтонсары, Терекское, Куру-Тегерек, Талдыбұлақ Левобережный, Құранжайлау, Терекқан, Терек-Межпластовое, Мироновское, Абшыр, Иштамберды, Долпыран, Перевальное, Чалқуйруқ-Ақжылға. Алтынның ресми тіркелген қоры 1055,256 т¹.

Ел аумағының 90%-ы тау ландшафтында орналасқандықтан, алтын кен орындарының саны теңіз деңгейінен 3000 метрден жоғары мұздықтар мен айтарлықтай қар қабырғаларына көрінетін жақын жерде орналасқан. Төменгі төбелер мен аңғарлар жергілікті көшпенділер үшін мал және егін шаруашылығымен айналысатын құнды бай-

лық болып табылады. Қырғызстан сияқты таулы елдердегі пайдалы қазбаларды өндірудің, әдетте, өңдеу зауыттарын шахтаның астында орналастыруға болатын артықшылықтары бар. Бұл өңдеу зауытына тасымалданатын алтын кенінің потенциалдық гравитациялық энергиясын пайдалану мүмкіндігін ашады. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты тау-кен өндірісінің қоршаған ортаға әсерін азайту үшін көміртегі шығарындыларын азайтудың соңғы технологияларын қарастыру және бағалау болып табылады.

Халықаралық энергетика агенттігінің мәліметтері бойынша тау-кен өндіруші компаниялар 2010 жылмен салыстырғанда 2050 жылға қарай көміртегі шығарындыларын 58%-ға азайту керек². Халық саны артқан сайын пайдалы қазбаларға сұраныс артып отырғанын ескерсек, бұл мақсатқа жету үлкен мәселе болмақ. Жер шарында жоғары сұрыпты кен орындары таусылуда, ал төмен сұрыпты руданы өндіру тоннажды ұзақ қашықтыққа жылжыту және алыс жерлерде пайдалы қазбаларды өндіруді ұлғайту міндетін білдіреді, мысалы, биік тауларда өндіру.

Қазіргі уақытта жабдықты өндірушілерден материалдарды тасымалдау кезінде көміртегі шығарындыларын айтарлықтай азайту үшін шешімдер бар. Шығарындыларды азайту мүмкіндіктері үшін тау-кен жұмыстарын жүргізуді бағалау осы бастаманың негізгі элементтерінің бірі болуы керек. Тасымалдау шығындары тау-кен

¹ https://unece.org/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/proj/unfc_ca/Report_Class_EMR_KG_Arkady_Rogalsky.pdf

² <https://rmi.org/insight/pulling-the-weight-of-heavy-truck-decarbonization/>

жұмыстарына жалпы шығындардың 40-60% құрауы мүмкін болғандықтан, көлік жолдарын жобалау мен күтіп ұстауды жақсарту дизельді отын шығынын азайтуға да мүмкіндік береді. Егер домалау кедергісі шахталарды жоспарлау кезінде қолданылғаннан жоғары болса, жүк машиналары күтілетін өнімділікке қол жеткізе алмайды [2].

Өзірлеушілер зерттейтін гибридіті технологияның 4 түрі бар: 1. *Аккумуляторлық гибридіті қуат блогы*; 2. *Суперконденсаторлы гибридіті қуат блогы*; 3. *Гидравликалық гибридіті қуат блогы*; 4. *Сығылған ауалы гибридіті қуат блогы*. Тау-кен гибридіті самосвалдың энергия үнемдеуін Чун Джин және басқалар 2019 жылы зерттеген [3]. Литий батареяларын қайта өңдеуді Рахман және Афроз 2016 жылы зерттеген [4]. Гибридіті тау-кен машиналарына арналған гидро-пневматикалық энергияны сақтау жүйесін Йи және басқалары 2022 жылы зерттеген [5].

Жоғарыда айтылғандар биік тау кен орындарын игеру кезінде тау-кен материалдарын тасымалдаудың баламалы түрлерін зерттеу өзекті мәселе болып табылады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Бұл зерттеудің мақсаты – Қырғыз Республикасының биік тау кеніштерінде пайдалы қазбаларды тасымалдаудың баламалы әдісін табу және негіздеу, энергия тұтынуы азайтуды, зиянды газдар шығарындыларын азайтуды және пайдалы қазбаларды тасымалдаудың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартуды қамтамасыз ету болды.

Биік тау кеніштеріндегі қолданыстағы операцияларды талдау негізінде одан әрі зерттеу үшін кенді тасымалдаудың екі технологиялық схемасы таңдалды: әуе арқан жолын пайдалану және дизельдік жетектері бар самосвалдарды пайдалану.

Бұл ретте келесі негізгі міндеттер шешілді: кенді арзан тасымалдауды қамтамасыз ету, қымбат тұратын дизель отынын үнемдеу, экологиялық жағдайды жақсарту (зиянды шығарындыларды азайту).

Қатысты жұмыстар

Климаттың өзгеруі [1] және парниктік газдар шығарындыларын бағалау Қырғызстанның энергетикалық профилін және минералды-шикізат өнеркәсібін одан әрі дамытудың маңызды аспектісі болып табылады. Материалдарды тасымалдау тау-кен жұмысының негізгі шығындар құрылымының бірі болғандықтан, бұл процесті декарбонизациялаудың стратегиялық маңызы бар. Тасымалдау жолын күтіп ұстауды және жобалауды жақсарту [2] кеншілер көмірсіздену жоспарларында қарастыратын бірінші әрекет болуы мүмкін. Ашық кеніштерде кеңінен қолданылатын тау-кен жүк көліктері гибридіті жүк көліктерінің технологиялары арқылы әлеуетті энергияның шамамен 30% [3] қалпына келтіру мүмкіндігіне ие. Литий батареяларының сыйымдылығы мен қолжетімділігін арттыру тау-кен өнеркәсібінде гибридіті және электрлік жүк көліктерін орынды пайдалануды қамтамасыз етеді [6]. Литий батареяларын қайта өңдеудің тұрақты ресурстарды үнемдеу бастамасы үшін үлкен мәні бар. Кобальттың (Co) 90%-дан астамын $CoSO_4$ құрамынан алуға болады [4]. Гибридіті жүк көліктері үшін энергияны сақтаудың жаңа технологиялары зерттелуде, мыса-

лы оңтайландырылған схемасы бар гидропневматикалық гибридіті жүк көлігі кері тарту схемасымен салыстырғанда оның отын шығынын және көмірқышқыл газын шығаруды сәйкесінше тәулігіне 23,57 кг және 72,12 кг/тәулігіне азайтады [5]. Таулы жерде орналасқан шахта үшін әуе арқан жолы ұзақ мерзімді шешім болуы мүмкін. Өздігінен жүретін вагондарды арқан жолдарының өнімділігін арттырудың мүмкін шешімдерінің бірі ретінде [7] шахтаның жағдайына байланысты қарастыруға болады. Потенциалды гравитациялық энергияны қалпына келтіру Қырғызстан кеніштеріндегі әуе арқан жолдарына салынған инвестицияның табыстылығын одан әрі арттыруы мүмкін.

Мақсат

Тасымалдау шығындары жалпы өндіру шығындарының 50-70% жетуі мүмкін. Бұл жұмыс Қырғызстанның биік таулы жағдайларында орналасқан шахталардағы кен орындарын кен орындарынан өңдеу жоспарларына кенді тасымалдау жағдайын және тасымалдау шығындарын, сонымен қатар көміртегі шығарындыларын және қоршаған ортаға әсерін азайту үшін балама технологияларды пайдалану мүмкіндігін зерттеуге бағытталған.

Осы мақсатқа жету үшін зерттеу екі бағытты қамтиды:

1. *Қырғызстанның кен орындарында қолданудың заманауи баламалы технологияларын қарастыру және бағалау.*

2. *Тасымалдаудың әртүрлі технологияларын қолдану кезінде потенциалды энергия мен көміртегі шығарындыларын үнемдеуді анықтау.*

Зерттеу әдістемесі

Зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде әдеби дереккөздерді талдау, биік таулы таулардағы тау-кен жұмыстары тәжірибесін, Қырғыз Республикасының Жероой және Жамғыр кен орындарының рельефін зерделеуді, жаңа технологиялық және экономикалық шешімдерді ұсынуды қамтитын кешенді әдістеме пайдаланылды.

Зерттеудің негізі ретінде тау-кен материалын дизельді жетегі бар самосвалдармен тасымалдау технологиясы алынды. Альтернативті схемалар ретінде тау-кен массасын әуе арқандары арқылы тасымалдау.

Әдістеме және талдау

Әуе арқан жолын қолдану Қырғызстандағы кеншілер үшін ұзақ мерзімді шешім ретінде оңтайлы шешім болуы мүмкін. Бұл мұздықтардың экологиясы мен жабайы табиғатқа әсерін азайтуға, сондай-ақ жеке адамдардың қауіпсіздігін арттыруға көмектеседі. Жероой және Жамғыр алтын кеніштерінің энергияны қалпына келтірудің айтарлықтай әлеуеті бар, өйткені кен байыту зауыттары кен орындарына қарағанда төменірек биіктікте орналасқан.

1-кестеде кен орнында түсірілген кенді тиеу және төгу пунктіннің GPS орындары көрсетілген.

Потенциалды энергия төмендегі формула бойынша есептеледі (1) [7]:

$$E = mg(h_1 - h_2). \quad (1)$$

бұл жерде: m – вагон салмағы; g – ауырлық күшінің үдеуі; h_1 – жүктеу орны биіктігі; h_2 – төгу орны биіктігі.

Кесте 1

Жероой және Жамғыр кеніштерінің кенді тиеу және төгу пункттері

Table 1

Loading and unloading points of Jerooy and Jamgyr mines

Таблица 1

Пункты погрузки и разгрузки руды на рудниках Джероой и Жамғыр

Орындар	Атау	Жероой кеніші туралы деректер		Жамғыр кеніші туралы деректер	
		Координаттар	Биіктік	Координаттар	Биіктік
Жүктеу орны – А	h1	42°17'32"N 72°45'34"E	3150 м	42°11'13"N 71°32'59"E	3240 м
Төгу орны – В	h2	42°23'34"N 72°43'34"E	2062 м	42°10'32"N 71°31'45"E	2988 м

2-кестеде байланысты кен орындары үшін потенциалды энергия деректері көрсетілген.

Кесте 2

Жероой және Жамғыр кеніштерінің жыл сайынғы потенциалдық энергетикалық деректері

Table 2

Annual potential energy data of Jerooy and Jamgyr mine sites

Таблица 2

Данные о потенциальной энергии транспорта на рудниках Джероой и Жамғыр

Параметрлер	Атау	Өлшем бірліктері	Жероой кенішінің мөлшері	Жамғыр кенішінің мөлшері
Жылына кен тасымалдау жоспары	m	Тонна	1 300 000	150 000
Тасымалдау биіктігі	H	Метр	1088	252
Ауырлық күшінің үдеуі	g	секундына метр	9,81	9,81
Потенциалды энергия	E	Мега Джоуль	13 875 264	370 818

Арқанды жолдың энергия шығынын есептеу әдістемесі

Меншікті энергия шығыны – жүкті тасымалдау үшін арқан жолдың тұтынатын энергия мөлшері. Арқанды жолдың меншікті энергия шығынын формула (2) [7] бойынша есептеуге болады. Дәстүрлі дизайн үшін ерекше энергия шығыны (тасымалдау арқанымен).

$$e_{HR} = 2 \left(1 + k_m + \frac{q_T \lambda}{m_1} \right) (fL + H)g, \quad (2)$$

бұл жерде: k_m – вагонды тиеу коэффициенті, $k_m = \frac{m_0}{m_1}$;

m_1 – жүктің жалпы салмағы;

m_0 – вагонның салмағы (бос);

q_T – арқан мен вагондардың салмағын ескере отырып бөлінген жүк;

λ – вагонның ілу аралығы болып табылады;

f – вагон қозғалысы мен жүк арқанының кедергі коэффициенті;

L – жоспардағы жолдың ұзындығы;

g – ауырлық күшінің үдеуі.

Төбеден төмен жүк тиелген вагондарды тасымалдайтын арқан жолға арналған энергияның үлестік шығынын (3) формула бойынша есептеуге болады:

$$e_{RE} = 2 \left(1 + \frac{m_1}{m_0} + \frac{q_T \lambda}{m_1} \right) (fL - H)g. \quad (3)$$

Нәтижелер және талқылау

Жероой және Жамғыр кеніштерінің жұмысы энергияны қалпына келтірудің маңызды әлеуетін көрсетеді. Потенциалды гравитация энергиясын қалпына келтіру және оны сақтау жолдарын бағалау маңызды.

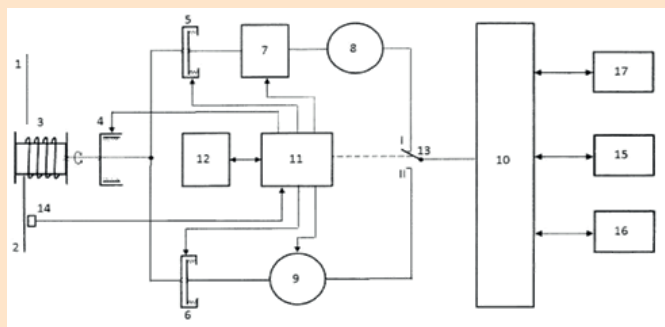
1-суретте отын элементтері бар рекуперативті арқанды жол жүйесінің жұмыс істеу жолы сипатталған³. Қондырғы (10) жүкті көкжиекті (1), негізінен сырғанау түрін пайдалана отырып тасымалдау үшін қолданылады, ол арбаның ауырлығын және жүкті генераторды (8) орауыш (3) және ілінісу (5) арқылы жүргізу үшін пайдаланады және электр генераторынан (8) кернеу отын ұяшықтарындағы (10) судың электролизіне ықпал етеді, оның барысында оттегі мен сутегі түзіледі, сондық-

³ Stollmann V., Ilcik S., Suchomel J. және Smal P. Жанармай элементтері бар рекуперативті арқандық жүйе Патент WO 2012/074494 A1 Дүниежүзілік зияткерлік меншік ұйымы. – 2012. <https://patents.google.com/patent/WO2012074494A1>

тан олар арбаны сүйреу кезінде отын элементтерінде (10) суға синтезделеді жоғары көтеріледі және бұл ретте қосқыш

(13) арқылы электр қозғалтқышына (9) берілетін кернеу пайда болады, ол муфтының (6) көмегімен орағышты (3) басқарады және ілінісуді төбеден төмен жылжытуға көмектеседі. 13-қосқыш, I-позициядан II-ге ауысады, жүйені зарядтау режимінен жүйенің қуат режиміне ауыстырады.

Жанармай элементтері бар рекуперативті кабельдік жүйе төбеден төмен түсетін жүктердің энергиясын қалпына келтірудің практикалық шешімі болуы мүмкін. Литий-ионды аккумуляторлар қолайлы бағамен кеңінен қол жетімді болғандықтан, оларды қалпына келтірілген энергияны сақтау үшін аталған ерітіндіде отын элементтері ретінде пайдалануға болады. Литий-иондық батареяларды қайта өңдеу қоршаған орта үшін өте маңызды мәселе. Пайдаланылған литий-иондық батареялардан бағалы металдарды қалпына келтіруді Ванг және т.б. [6] зерттеген.



Сурет 1. Отын ұяшықтары бар рекуперативті кабельдік жол жүйесі.

Figure 1. The energy recovery cableway system with fuel cells.

Рис. 1. Рекуперативная канатная дорога с аккумуляторными элементами.

Жүкті тасымалдауға арналған жүйе, негізінен тау астындағы қоймаға арналған (1), отын элементтерінен (10) жұмыс істейтін жүйе үшін энергия алумен сипатталады.

Сурет 1 сәйкес жүйе орам құрылғысымен (3) гравитациялық жақындау фазасында электр өткізгіштерді пайдаланатын отын элементтерімен жалғанған электр генераторымен (8) сипатталады.

Жүйе отын ұяшығының (10) төбеден төмен жылжымалы вагон фазасында орама құрылғысына (3) қосылған электр қозғалтқышы (9) бар электр өткізгіштермен байланысты болуымен сипатталады.

Қырғызстандағы алтын кеніштерінің бірінде дизель қозғалтқышы бар жүк көлігімен кенді тасымалдаудың кең тараған тәсіліне байланысты учаскеде цикл уақытын зерттеу нәтижелері өнімділік пен CO_2 шығарындыларын бағалауды көрсетті (3-кесте).

(4) формуласы бойынша есептелген CO_2 шығарындысы:

$$CO_2(t) = \sum VK, \quad (4)$$

бұл жерде K – дизельдік отынның жану CO_2 шығару коэффициенті $CO_2 EF$ кг $CO_2/л$ – 2,65; V – дизельдік отын шығыны.

Түркиядағы Жераттепе мыс кенішінде жүзеге асырылған ариалды арқан жолының өнімділігі сипатталған⁴. Дизельдік отын шығыны 37,95 кВт/сағатқа 0,88 АҚШ галлон рациянына сәйкес бағаланады (4-кесте).

Жераттепе кенішінде бір тоннаға 0,6 литрге шаққандағы әуе арқанды жолының үлестік эквивалентті отын шығыны. Ал дизельді самосвал үшін бірдей параметр тоннасына 2 литр. Осылайша, әуе арқан жолымен CO_2 шығарындысы отын шығыны тұрғысынан 3,3 есе аз. Зерттеу CO_2 эмиссиясынан және жабдыққа техникалық қызмет көрсету және жөндеу, көлік және арқан жол сияқты қосалқы процестер үшін энергия шығынынан тұрмайды.

Тау-кен өнеркәсібі көміртегі шығарындыларын азайту үшін жаһандық сұранысты қанағаттандыру үшін электрлендіру процестерін арттыруда. Халықаралық энергетика агенттігінің мәліметі бойынша, Қырғызстанда өндірілетін жалпы электр энергиясының шамамен 90%-ы гидронегізде өндіріледі, бұл оны әлемдегі жаңартылатын электр энергиясының үлесі ең жоғары округтердің бірі болып табылады. Алайда су энергетикалық әлеуетінің тек 10%-ға жуығы ғана игерілген.

Кесте 3

Қырғызстандағы алтын кенішінде автокөлікпен руданы тасымалдау учаскесінің жұмыс нәтижелері

Table 3

Performance results of ore transportation by on-high way truck in gold mine in Kyrgyzstan

Таблица 3

Показатели перевозки руды в Кыргызстане шоссейными самосвалами

Параметрлер	Өлшем бірліктері	Мөлшер
Жүк көлігінің жүк көтергіштігі	Тонна	25
Қозғалтқыш қуаты	кВт	295
Қашықтық	километр	35
Бір сапардың орташа уақыты	сағат	2.75
Бір сапарға орташа отын шығыны	литр	50
Бір жүк көлігінің өнімділігі	тонна/сағ	9.09
Жанармай шығыны	литр/сағ	18.18
Орташа жұмыс уақыты	мотор сағаттары	6500
Жылдық CO_2 эмиссиясы	килограмм	311968.8
Жоспар бойынша көлденең ұзындық	метр	11749
Тік құлау	метр	-1088
Өндірілген тоннаға белгіленген қуат	кВт/т/сағат	32.45
Арнайы отын шығыны	километрге тоннаға литр	2

⁴ <https://www.doppelmayr.com/en/reference-projects/reference-project-mgd-m-cerattepe/>

Кесте 4

MGD-M Жераттене мыс кенішінде жүзеге асырылган ариалды арқанды жолдың өнімділігі

Table 4

Performance of arial ropeway implemented in MGD-M Ceratpere copper mine

Таблица 4

Показатели работы подвесной канатной дороги рудника MGD-M Чератпене, добывающего медь

Параметрлер	Өлшем бірліктері	Мөлшер
Өнімділік	тонна/сағ	60
Қозғалтқыш қуаты	кВт	414
Жоспар бойынша көлденең ұзындық	метр	4471
Тік құлау	метр	-1515
Өндірілген тоннаға белгіленген қуат	кВт/т/сағат	6.9
Дизельдік отын шығынының баламасы	литр/сағ	36.38
Меншікті эквивалентті отын шығыны	литр/тонна	0.6

Қорытындылар

Бұл зерттеуде Қырғыз Республикасының биік таулы аймақтарында орналасқан ашық кеніштердегі тасымалдау технологияларының әртүрлі жетек жүйелері және олардың өнімділігі қаралған.

Негізгі нәтижелер мен қорытындылар келесідей:

1. Әуе арқанды және дизельді жүк тиегіш көліктердің пайдалану көрсеткіштерін талдау әуе арқан жолының энергияны 3,3 есе үнемдейтінін көрсетеді. Әуе арқан жолындағы тасымалдау жолы самосвалдарға арналған тасымалдау жолымен салыстырғанда 3-7 есе қысқа.

2. Әртүрлі кендердегі цикл хронометражын зерттеу көрсеткендей, жоғары биіктіктегі кен жағдайында әуе арқан жолының эквивалентті дизельдік отын шығыны тоннасына небәрі 0,6 литр, дизельді автосамосвалы бар көлік жүйелері үшін тоннасына 2 литрге жетуі мүмкін.

Қырғызстанның электр энергиясын өндірудегі жаңартылатын энергия үлесін ескере отырып, тау-кен өнеркәсібінде әуе арқан жолдарын пайдалану қоршаған ортаға және жергілікті экожүйеге айтарлықтай үлес қосуы мүмкін.

АЛҒЫС

Авторлар Жероой мен Жамгыр кеніштері мен У. Асаналиев атындағы Қырғыз тау-кен-металлургия институтының басшылығына зерттеуге қосқан үлесі және қолдауы үшін алғысын білдіреді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Балбакова Ф., Аламанов А., Липка О. Орталық Тянь-Шань, Қырғызстан үшін климаттық өзгерістердің осалдығын бағалау. // Тех. есеп WWF, дүниежүзілік табиғатты қорғау ұйымы. – Мәскеу, 2015. – Б. 3-20 (ағылшын тілде)
2. Visser A.T. Оңтүстік Африка тау-кен және металлургия институтының журналы. – 2015. – №115(11). – Б. 993-999 (ағылшын тілде)
3. Jin C., Yi T., Shen Y., Khajepour A., Meng Q. IET Интеллектуалды транспорттық жүйелер. – 2019. – №13(1). – Б. 201-208 (ағылшын тілде)
4. Рахман А., Афроз Р. Энергетикалық технологиялар мен саясат халықаралық журналы. – 2017. – №13(3). – Б. 278-291 (ағылшын тілде)
5. Yi T., Jin C., Gao L., Hong J., Liu Y. Машиналар. – 2022. – №10(1) – Б. 22 (ағылшын тілде)
6. Wang K., Zhang G., Luo M. Айырмашылықтар. – 2022. №9(9). – Б. 259 (ағылшын тілде)
7. Ракша С.В., Куропятник О.С., Краснощек О.Л. Ғылым және көліктегі прогресс. – 2019. – №6(84). – Б. 60-71 (ағылшын тілде)

REFERENCES

1. Balbakova F., Alamanov A., Lipka O. Climate change vulnerability assessment for Central Tian-Shan, Kyrgyzstan. // Tech. rep. WWF, the global conservation organization. – Moscow, 2015. – P. 3-20 (in English)
2. Visser A.T. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. – 2015. – №115(11). – P. 993-999 (in English)
3. Jin C., Yi T., Shen Y., Khajepour A., Meng Q. IET Intelligent Transport Systems. – 2019. №13(1). – P. 201-208 (in English)
4. Rahman A., Afroz R. International Journal of Energy Technology and Policy. – 2017. – №13(3). – P. 278-291 (in English)
5. Yi T., Jin C., Gao L., Hong J., Liu Y. Machines. – 2022. – №10(1). – P. 22 (in English)
6. Wang K., Zhang G., Luo M. Separations. – 2022. – №9(9). – P. 259 (in English)
7. Raksha S.V., Kuropiatnyk O.S., Krasnoshchok O.L. Science and Transport Progress. – 2019. – №6(84). – P. 60-71 (in English)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балбакова Ф., Аламанов А., Липка О. Глобальная природоохранная организация. // Оценка уязвимости к изменению климата в Центральном Тянь-Шане, Кыргызстан. – Москва, 2015. – С. 3-20 (на английском языке)
2. Visser A.T. Журнал Южноафриканского института горного дела и металлургии. – 2015. – №115(11). – С. 993-999 (на английском языке)

3. Jin C., Yi T., Shen Y., Khajepour A., Meng Q. IET Умные транспортные системы. – 2019. – №13(1). – С. 201-208 (на английском языке)
4. Rahman A., Afroz R. Международный журнал энергетических технологий и политики. – 2017. – №13(3). – С. 278-291 (на английском языке)
5. Yi T., Jin C., Gao L., Hong J., Liu Y. Машины. – 2022. – №10(1). – С. 22 (на английском языке)
6. Wang K., Zhang G., Luo M. Разделения – 2022. – №9(9). – С. 259 (на английском языке)
7. Raksha S.V., Kuropiatnyk O.S., Krasnoshchok O.L. Наука и транспортный прогресс. – 2019. – №6(84). – С. 60-71 (на английском языке)

Information about authors:

Shakenov A.T., Master of Technical science, doctoral student of the department «Mining» of the Institute of Mining and Metallurgy, Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev (Almaty, Kazakhstan), ashakenov@yahoo.com; a.shakenov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-1336-4140>

Stolpovskikh I.N., Professor of the Department «Technological Machines and Transport», Institute of Energy and Mechanical Engineering, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpaev (Almaty, Kazakhstan), i.stolpovskikh@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-2893-5070>

Abdiev A.R., Doctor of technical science, Kyrgyz Mining and Metallurgical Institute named after acad. U. Asanaliev, Kyrgyz State Technical University after I. Razzakova (Bishkek, Kyrgyzstan), abdiev-arstan@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3409-5717>

Авторлар туралы мәліметтер:

Шакинов А.Т., техникалық ғылым магистрі, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық ғылыми-зерттеу техникалық университеті Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институтының «Тау-кен ісі» кафедрасының докторанты (Алматы қ., Қазақстан)

Столповских И.Н., Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық ғылыми-зерттеу техникалық университеті Энергетика және машина жасау институты «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Абдиев А.Р., техникалық ғылым докторы, И. Разаков атындағы Қырғыз мемлекеттік техникалық университеті У. Асаналиев атындағы Қырғыз тау-кен және металлургия институты (Бішкек қ., Қырғызстан)

Сведения об авторах:

Шакинов А.Т., магистр технических наук, докторант кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института, Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

Столповских И.Н., д.т.н., профессор кафедры «Технологические машины и транспорт» института Энергетики и машиностроения, Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

Абдиев А.Р., доктор технических наук, Кыргызский государственный технический университет имени И. Разакова, Кыргызский горно-металлургический институт имени У. Асаналиева (г. Бишкек, Кыргызстан)

16+

Металлообработка. Сварка – Урал

12–15 марта 2024
Екатеринбург

международная выставка технологий,
оборудования, материалов для машиностроения,
металлообрабатывающей промышленности
и сварочного производства

крупнейший
специализированный
региональный проект в России



PRO
EXPO

(342) 264-64-27
egorova@expoperm.ru
metal-ekb.expoperm.ru

