

АНДАТПА

6D070700- «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша (PhD) философия докторы дәрежесін алу үшін дайындалған диссертацияға

Утегенова Әсем Ержанқызы

РАЦИОНАЛДЫ КАРЬЕР КӨЛІК ЖҮЙЕЛЕРІН ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КРИТЕРИЙ АРҚЫЛЫ НЕГІЗДЕУ

Шешілетін ғылыми немесе ғылыми-техникалық проблеманың қазіргі жағдайын бағалау

Тау-кен өндіру өндірісі өнеркәсіптің энергия сыйымды салаларының бірі ретінде Қазақстанның энергетикалық теңгерімінің елеулі бөлігін алады.

Пайдалы қазбаларды өндірудің ашық тәсілінің энергия сыйымдылығы едәуір дәрежеде (50-90%) игеру тереңдігінің өсуімен ұлғаю үрдісі бар тау-кен массасын тасымалдауға арналған энергия шығындарымен анықталады.

Қатты пайдалы қазбалардың кен орындарын игерудің ашық тәсілін дамытудың қазіргі кезеңі тау-кен массасын өндірудің өзіндік құнының құрылымында барлық пайдалану шығыстарының шамамен жартысын құрайтын тау-кен массасының карьерішілік көлігіне энергия шығындарының өсіп келе жатқан маңыздылығымен сипатталады.

Энергия ресурстарына бағаның бір мезгілде қарқынды өсуі кезінде энергия сыйымдылығын ұлғайту тау-кен өндірісінің дамуын шектейтін негізгі факторлардың бірі болып табылады және технологиялық карьерлік көлікпен дизель отыны мен электр энергиясының шығынын есептеу мен төмендетудің тиімділігі жоғары энергия үнемдейтін технологияларын енгізу қажет етеді.

ТМД елдерінің ғалымдары жүргізген карьерлік көлік саласындағы зерттеулер және көпжылдық пайдалану тәжірибесі карьерлік жағдайлар үшін барынша тиімді болып табылатындығын көрсетті.

Темір жол көлігінің автомобиль алдындағы энергетикалық артықшылықтары жүк тиелген поездың қозғалысына кедергі коэффициентінің (8-10 есе) және ыдыс коэффициентінің аз мәндерімен түсіндіріледі. Қазіргі заманғы думпкалардың ыдыс коэффициенті 0,41 - 0,50 ал отандық автосамосвалдар 0,70-0,84 құрайды. Алайда, бұл артықшылықтарды тау-кен массасын көтеру кезінде іске асыру темір жол трассаларының салыстырмалы түрде шағын еңістігімен (40-60%) және олардың айтарлықтай даму коэффициентімен (1,5-1,8) шектеледі. Сондықтан диссертациялық жұмыстың мақсаты тау-кен массасын терең карьерлерден көтеру кезінде съездердің басшылық еңісінің энергия шығыны деңгейіне әсер ету заңдылықтарын анықтау болып табылады.

Энергетикалық тиімділік және ең аз пайдалану шығындары тау-кен өндіру жұмыстарының неғұрлым қолайлы технологияларын таңдау кезінде

негізгі факторлар болып табылады. Жартылай стационарлық (жылжымалы) және ұтқыр (өздігінен қозғалатын) ұсақтау қондырғыларын жаһандық қолдану пайдаланылатын ірі тоннажды жүк көлігі санының едәуір қысқаруына алып келеді. Өзіндік құнның төмендеуінен басқа үздіксіз әрекет ететін тау-кен жабдығы тау-кен орындарын игеру кезінде бөлінетін CO₂ азайту үшін үлкен потенциалға ие, осылайша қоршаған орта үшін неғұрлым қолайлы жағдайларды қамтамасыз етеді.

Тақырыпты әзірлеу үшін негіз және бастапқы деректер.

Диссертациялық жұмыстың тақырыбы Ақтоғай және Бозымшақ карьерлеріндегі темір жол, автомобиль, конвейерлік және контейнерлік көлік түрлерімен терең карьерлерде тау-кен массасын тасымалдау кезінде әртүрлі энергия түрлерін тұтынуды төмендету болып табылады.

Зерттеу тақырыбын әзірлеуге арналған бастапқы деректер ретінде тау-кен көлігінің әртүрлі түрлерімен энергия тұтынудың өзіндік құнын белгілеу әдеттегі болып табылады, ол даму объектісінің қасиеттерін және ілеспе технологиялық процестердің параметрлерін сипаттайтын сандық өлшем болып табылады.

Қазіргі ашық тау-кен жұмыстары мен кенді өңдеу кешендері пайдаланылатын жабдықтың үлкен ауқымымен және қуатымен сипатталады. Энергетикалық, материалдық, еңбек және басқа ресурстардың өсіп келе жатқан тапшылығы жағдайында технологиялық процестерді іске асырудың уақыт факторы маңызды болып қала береді.

Ашық тау-кен жұмыстарында көлік процестерін оңтайландыру үшін критерий ретінде энергия тиімділігі өлшемдерін - нақты энергия сыйымдылығы мен нақты әрекеттерді қолдануға болатындығы анықталды.

Басқарылатын және бақылануы қажет кез-келген өндірістік процестің негізгі көрсеткіштері шартты өнеркәсіптік өнімнің мөлшері және өндіріс процесінде тұтынылатын энергия мөлшері болып табылады. Осыған байланысты осы көрсеткіштердің әмбебаптығы туралы қорытынды жасауға болады, бұл физикалық денелердің механикалық өзара іс-қимылының шаралары ретінде қозғалыс және жұмыс формасы ретінде энергияның физикалық және философиялық түсінігіне қайшы келмейді.

Терең карьерлердің көлік жүйелерін энергетикалық бағалау кезінде шешуді талап ететін екі негізгі мәселе туындайды.

Біріншісі автокөлік тұтынатын дизель отынының жылу энергиясын және конвейерлік және темір жол көлігімен жұмсалатын электр энергиясын салыстырмалы түрге келтірумен байланысты.

Іс жүзінде кең таралған *тағы бір тәсілде* энергияны тұтыну дизель отынының шығынын дизель электр станцияларында 1 кВт / с электр энергиясын өндіруге арналған нақты отын шығынын сипаттайтын коэффициентке көбейту арқылы азайтылады (230-250 кг / кВтс). Бұл жерде біз электрлендірілген көлік түрлерінің энергия сыйымдылығын нақты бағалаймыз, өйткені тау-кен өндіруші кәсіпорындар электр энергиясының негізгі бөлігін табиғи газ, көмір және мазутпен жұмыс істейтін электр

станцияларынан алады. Осы әдістерді қолдана отырып, терең карьерлердегі жекелеген көлік түрлерінің меншікті энергия шығынын есептеу айырмашылығы 3,0-3,5 есе құрайды.

Біздің пікірімізше, электр энергиясы мен дизель отынының шығынын бастапқы энергия ресурстарының шығынына, яғни "шартты отынға" (у.т.) келтіру жолымен, оларды өндіруге, қайта өңдеуге және тасымалдауға арналған тиісті энергия шығындарын есепке ала отырып, неғұрлым объективті салыстыру. Осындай тәсіл шетелде де таралған.

Екінші мәселе терең карьерлердің және жеке көлік түрлерінің көлік жүйелерінің энергия тиімділігін бағалау өлшемдерін таңдау мен негіздеуге байланысты. Көлік жүйелерінің энергетикалық тиімділігін бағалау критерийі терең карьерлер көлігінің жұмысы нәтижелерінің шынайылығын және қабылданатын шешімнің тиімділігін айқындауы тиіс негізгі фактор болып табылады.

Осы ғылыми-зерттеу жұмысын жүргізу қажеттілігінің негіздемесі.

Автокөліктің жүк көтергіштігінің үнемі ұлғаю үрдісі оны тиімді қолдану аймағын кеңейтуге алып келеді. Сонымен қатар, карьерлер тереңдігінің артуы автокөлік құралдарының пайдалану жағдайларын қиындатады және оның сенімділігіне жоғары талаптар қояды, бұл өндірістің энергия тиімділігімен анықталады.

Бұл ғылыми-зерттеу жұмысының қажеттілігі ашық карьерлерді қазудың энергиялық тиімділігін арттыруға деген сұраныспен, карьердегі түрлі жабдықтар мен типтегі энергия тиімділігін критериалды түрде бағалау және терең карьерлерде жұмыс жасау кезінде ашық әдіспен пайдалану кезінде дизель отыны мен электр энергиясын нақты тұтыну заңдылықтарын белгілеу арқылы туындаған, тау жыныстарының массасын тасымалдау кезіндегі энергия шығыны.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін терең карьерлердегі көлік жүйелерінің энергия тиімділігін арттыруға және оларды энергетикалық өлшемдерге сәйкес негіздеуге бағытталған зерттеулер қажет.

Жоспарланған ғылыми-техникалық деңгей туралы ақпарат, патенттік зерттеулер және олардан жасалған қорытындылар ашық карьерлік көлік жүйесінің өнімділігін арттыруға, дизель отыны мен электр қуатын тұтынуды төмендетуге бағытталған әр түрлі типтегі карьерлердің энергетикалық тиімділігін белгілеу әдістері мәселесі бойынша патенттік ізденіс сараптамасының толықтығымен анықталады. Қолданыстағы әдістер карьердің энергия тиімділігі мәселелерін тиісті түрде көрсете алмайтындығы және энергия тұтынуды ұйымдастыруды, есепке алуды және бақылауды жетілдіруге бағытталған әдістер, әдістер мен ұсыныстар жоқ екендігі анықталды.

Карьерлік технологиялық көліктің параметрлерін таңдау кезінде бұрын орындалған патенттер мен жұмыстарда тау-кен массасын тасымалдау кезіндегі энергетикалық шығындар ескерілмейді, көлік жабдықтарының

әртүрлі түрлері мен үлгілерінің энергетикалық тиімділігін бағалаудың критериялы базасы жеткілікті негізделмеген, терең карьерлерде пайдалану кезінде карьерлік көлікпен дизель отыны мен электр энергиясының үлестік шығынының өзгеру заңдылықтарына тиісті назар аударылмаған, тау-кен массасын тасымалдау кезінде технологиялық бағдарламалар мен энергия шығынын төмендету жолдары кешені әзірленбеген. Сондықтан осы олқылықтардың орнын толтыру қажет болды.

Диссертацияның метрологиялық қамтамасыз етілуі туралы мәліметтер. Диссертация Ақтоғай және Бозымшақ кеніштерінде тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстар негізінде орындалған. Зерттеу нәтижелерін талдау Ақтоғай карьері (РАВ - Plant Administration Building) және Бозымшақ карьері зертханасының базасында жүргізілді. Кестелік және графикалық мәліметтерде Халықаралық SI бірліктер жүйесінің метрологиялық ережелері мен нормаларына сәйкес келетін өлшем бірліктері қолданылады.

Тақырыптың өзектілігі.

Энергетикалық ресурстарды үнемдеу мәселелері барлық уақытта қоғамның алдында тұрды. Өркениеттің даму деңгейінің артуымен бұл өзекті мәселе бүкіл экономика дағдарысына ұласып, одан сайын шиеленісіп келеді.

Бұл проблеманы табысты шешу үшін жылу және электр энергиясын бақылау және есепке алу жүйесін ретке келтіру қажет: жалпы және нақты энергия тұтынуды азайтудың тиімді технологиялық шешімдерін әзірлеу және енгізу, энергия үнемдеу бойынша кәсіпорындарға кешенді талдау жүргізу; энергия өндірудің және берудің баламалы, үнемді көздерін енгізу.

Карьердегі энергия тұтыну құрылымын талдау тау-кен массасын тасымалдау процесі неғұрлым энергия сыйымды екенін көрсетеді. Энергия ресурстарына бағаның бір мезгілде қарқынды өсуі кезінде энергия сыйымдылығын ұлғайту тау-кен өндірісінің дамуын шектейтін негізгі факторлардың бірі болып табылады және технологиялық карьерлік көлікпен дизель отыны мен электр энергиясының шығынын есептеу мен төмендетудің тиімділігі жоғары энергия үнемдейтін технологияларын енгізу қажет етеді.

Тақырыптың жаңалығы энергия ресурстарының өсіп келе жатқан жетіспеушілігі жағдайында нақты энергия сыйымдылығының әмбебап критерийін (өндіріс бірлігіне шаққандағы нақты тұтыну) ескере отырып, терең карьерлердің көлік жүйелерінің технологиялық процестерін энергетикалық бағалау принципін негіздеуден тұрады.

Жұмыста келесі жаңа ғылыми нәтижелер алынды:

- терең карьерлердің энергетикалық тиімді көлік жүйесін қалыптастыруға мүмкіндік беретін карьерішілік трассалардың параметрлерінен тау массасын көтеруге үлестік энергия шығындарының белгіленген тәуелділігіне негізделген көліктің әр түрлі түрлерін энергетикалық бағалау әдісі әзірленді;

- тау-кен массасын көтеруге арналған энергия шығынын азайту өлшемі бойынша карьерлік трассалардың ұтымды еңістерін белгілеу әдістемесі әзірленді;

- карьердің көлік жүйелерінің энергетикалық тиімділігінің магистральдық көлікті енгізу тереңдігіне және "жоғарыдан төменге қарай"схемасы бойынша тасымалдауды ұйымдастыруға тәуелділігі белгіленген.

Жұмыстың басқа ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланысы

Жұмыс "Энергия үнемдеу – 2020" бағдарламасының (бұдан әрі – бағдарлама) лоты шеңберінде орындалды. Қазақстан Республикасы Президентінің 2013 жылғы 23 қаңтардағы № 01-7.1 қатысуымен өткізілген жиналыс Хаттамасының 2-тармағының 6) тармақшасын әзірлеу үшін негіз. Бағдарламаны әзірлеуге және іске асыруға жауапты мемлекеттік орган - Қазақстан Республикасы Индустрия және жаңа технологиялар министрлігі (бұдан әрі - ИЖТМ).

Зерттеу мақсаты - карьерлерде көлік жүйелерінің энергия сыйымдылығын төмендету үшін энергияны бағалау әдісін және практикалық ұсыныстарды әзірлеу.

Зерттеу объектісі терең карьерлердің көлік жүйелері болып табылады.

Зерттеу пәні әр түрлі карьерлік көлік жұмысының энергетикалық көрсеткіштері болып табылады.

Зерттеу міндеттері, олардың ғылыми-зерттеу жұмыстарын орындаудағы орны:

Мақсатқа сәйкес диссертацияда келесі міндеттер тұжырымдалады және шешіледі:

1. Қазақстанның карьерлеріндегі карьерлік көліктің әртүрлі түрлерін пайдаланудың терең карьерлерді, техникалық-экономикалық және энергетикалық көрсеткіштерін әзірлеу шарттарына талдау жүргізілді.

2. Көлік коммуникацияларының еңістерін ұлғайту кезінде энергетикалық шығындардың минимумына сүйене отырып, терең карьерлердің көлік жүйелерін энергетикалық бағалау әдісі әзірленді.

3. Карьерлік трассалардың әртүрлі еңістерінде карьерлік көліктің әртүрлі түрлерінің жұмыс істеуінің имитациялық-статистикалық моделі әзірленді.

4. Карьердің көлік жүйелерінің энергетикалық тиімділігінің магистральдық көлікті енгізу тереңдігінен тәуелділігін автоматтандырылған есептеу және "жоғарыдан төменге қарай"схемасы бойынша тасымалдауды ұйымдастыру әдістемесі әзірленді.

Диссертацияда зерттеудің ғылыми әдістерінің кешені қолданылды:

- терең карьерлерді әзірлеу және көлік жүйелерін пайдалану тәжірибесін ғылыми жинақтау және техникалық-экономикалық талдау;
- ашық тау-кен жұмыстары процестерін энергетикалық талдау;
- геоакпараттық және экономикалық-математикалық модельдеу, көпфакторлы регрессиялық талдау, дифференциалды есептеу әдістері.

Ғылыми зерттеулердің әдіснамалық базасы

Диссертациялық жұмысты орындау кезінде қолданылатын зерттеу мен талдаудың негізгі әдістерінің қатарына:

- регрессиялық және корреляциялық талдау әдісі;
- пайдалану деректерін статистикалық талдау;
- Microsoft excel және ANSYS бағдарламаларында графикалық тәуелділіктерді құру:
- тау-кен техникалық факторларының әсерін, жол дамуының сызбасын, көлік жүйесі элементтерінің сенімділігін, қоймалар мен бункерлердің сыйымдылығын және басқа да технологиялық параметрлерді автомобиль-конвейерлік көліктің өнімділігіне зерттеу.

Қорғауға шығарылатын ережелер:

- Терең карьерлердің энергетикалық тиімді көлік жүйелерін қалыптастыру стратегиясын әзірлеу негізгі өлшем ретінде тау-кен массасын көтеруге бастапқы энергия ресурстары (шартты отын) шығындарының минимумын, ал қосымша ретінде-энергия шығындарын өнімділікпен және көлік жүйесінің жұмысын ұйымдастырумен байланыстыратын үлес әрекетінің минимумын пайдаланумен қамтамасыз етіледі.

- Терең карьерлердің көлік жүйелерінің энергетикалық тиімділігін арттыруға көлік коммуникацияларының еңістерін арттыруда қол жеткізіледі. Көліктің әрбір түрі үшін кен массасын көтеруге ең аз энергия шығынын қамтамасыз ететін карьерішілік трассалардың ұтымды еңістері белгіленген.

- Карьерлердің көлік жүйелерінің магистральдық көлік түрлерін (темір жол тоннельдерін, ТКО мобильді кешендерін) енгізу тереңдігінен энергетикалық тиімділігінің және "жоғарыдан төменге" схемасы бойынша тасымалдауды ұйымдастырудың белгіленген өзара байланысы көлік жүйелерінің ұтымды параметрлерін негізді таңдауға мүмкіндік береді және олардың энергетикалық тиімділігін 17-20% - ға арттыруды қамтамасыз етеді.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы тау-кен массасын көтеруге, атап айтқанда электромеханикалық трансмиссиясы бар автосамосвалдар үшін энергия шығынының өлшемі бойынша карьерлік трассалардың ұтымды еңістерін белгілеу әдістемесін әзірлеу болып табылады: асфальтбетон жабыны бар жолдар үшін 80 - 100 %, қиыршық тасты жолдар үшін 90-110 %; тасты негіздегі жабылмаған жолдар үшін 100 - 120 %; электрлендірілген теміржол және конвейерлік көлік үшін оңтайлы көлбеу (конвейер көтергішінің көлбеу бұрышы): 40 - 50 % тарту агрегаттарын, Электровозды тартым 30 - 40 %, үлкен өнімділіктегі таспалы конвейерлерді пайдалану кезінде олардың көлбеу бұрышы 170-19° құрайды, ал қысу лентасы бар конвейерлер үшін 400-600.

Энергетикалық критерий бойынша көліктің жекелеген түрлері трассаларының оңтайлы бойлық еңістерін белгілеу бойынша ұсынымдар әзірленді, оларды көлік жүйелерін жобалау кезінде қабылданатын жеке оптимум және еңістің төменгі шегі ретінде қарастыру қажет. Басқарушы еңіс бойынша түпкілікті шешімді жаһандық оптимумнан - барлық көлік жүйесінің

үлестік энергия сыйымдылығы мен экономикалық көрсеткіштерден қабылдаған жөн. Әдетте, терең карьерлерде көлік жүйесінің энергия шығындары бойынша белгіленген көліктің магистральдық түрлерінің оңтайлы еңістерінің мәндері көліктің нақты түрінің энергия шығындары бойынша белгіленген мәндерден 10-25% - ға жоғары.

Жарияланымдар және жұмыстың апробациясы. Жарияланымдар Scopus мәліметтер базасына енгізілген журналдардағы 3 мақаланы қамтиды (Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, Украина) ISBN 2071-2227 IF 0.20; Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда 3 мақала; Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда 12 баяндама, оның ішінде екеуі алыс шетелдерде (Польша).

Диссертация бойынша зерттеулердің негізгі ережелері мен нәтижелері халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда баяндалып, мақұлданды: «VII International symposium of younger searchers» Transport problems Katowice, Poland 2017г.; «IX International conference» Transport problems Katowice, Poland 2017г. "Индустрия жағдайында минералдық және техногендік шикізатты ұтымды пайдалану 4.0" халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы, Қазақстан, Алматы, 2019 ж.;

Жұмыстың көлемі мен құрылымы. Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Диссертацияның көлемі 102 бет машинкамен басылған мәтін, 6 кесте, 30 сурет, 108 атау мен 4 қосымшадан тұратын әдебиеттер тізімін құрайды.

Жұмыстың негізгі мазмұны

Соңғы жылдары ашық тау-кен жұмыстарының көлік жүйелерін бағалаудың энергетикалық әдісі көптеген ғалымдардың еңбектерінде барынша дамыды. Кез келген технологиялық процесте энергияның үш компоненті бөлінеді:

1. Процестің теориялық энергия сыйымдылығы - бұл объектінің физикалық күйі мен кеңістіктік позициясының белгілі бір өзгеруіне қажетті энергияның есептелген нақты мөлшері.

2. Нақты энергия шығыны - бұл бір технологиялық процесте шығыс бірлігіне жұмсалған энергияның жалпы мөлшері.

3. Процестің үлестік энергия сыйымдылығы-нақты Технологиялық процесте тау-кен жыныстарының массасы немесе көлемі бірлігінің физикалық жай-күйін және кеңістіктік орналасуын өзгертуге жұмсалатын энергияның физикалық үлестік мөлшері.

Меншікті энергия сыйымдылығы деп біз осы технологиялық процесте өнімнің бірлігіне жұмсалған энергияның толық мөлшерін, яғни, үлестік энергия тұтыну сияқты.

Барлық ғылыми-зерттеу тәжірибесі техникалық әдебиеттерді талдаумен расталады, бұл критерий шынымен әмбебап болып табылады және

материалдық өндірістің әртүрлі саласында қолдануға болады. Бұл тәсіл ашық тау-кен жұмыстарында кеңінен таралған.

Егер карьерде өндіру бірнеше көлік схемалары бойынша жүргізілсе, онда жалпы энергия шығыны төмендегі өрнектен анықталады

$$w_k = \sum_{j=i-1}^m \frac{w_{mcj} \cdot V_j}{\sum_{k=i-1}^m V_k}, \quad (1)$$

мұндағы w_{mcj} - көліктік жұмыстардың j -ші көліктік схемасының үлестік энергия сыйымдылығы, кДж / т;

m – көлік схемаларының саны;

V_j - j -ші технологиялық схема бойынша тау-кен массасын алу және тасымалдау көлемі, т / жыл;

$\sum_{k=i-1}^m V_k = \Pi_k$ – тау-кен массасы бойынша карьер өнімділігі, т/жыл.

Әр түрлі технологиялық процестердің энергия сыйымдылығын салыстырудың қосымша критерийі ретінде нақты технологиялық құнды қабылдауға болады, ол осы технологиялық процесс тұтынатын энергия мөлшері мен осы процесті аяқтауға қажет уақыттың көбейтіндісі болып табылады.

$$d_m = \sum_{j=i-1}^n w_{mcj} \cdot t_j, \quad (2)$$

мұндағы w_{mcj} - үлестік энергия сыйымдылығы, кДж/т;

t_j - j -ші технологиялық процесті орындау уақыты, с.

Осылайша, үлестік энергия тұтыну әзірлеу объектісінің қасиеттерін және ұштасқан технологиялық процестердің параметрлерін сипаттайтын сандық шара болып табылады.

Терең карьерлер көлігінің функцияларына сүйене отырып, энергетикалық тиімділікті бағалаудың негізгі өлшемі ретінде бастапқы энергия ресурстарына – шартты отынға (у.т.) келтірілген карьерден тау-кен массасын 1 т көтеруге жұмсалатын үлестік шығындардың шамасы қабылдануы мүмкін.

Сонда энергияны пайдалы пайдалану коэффициенті келесі өрнектен анықталады:

$$\eta = (P_T / P_\Phi) \cdot 100\%, \quad (3)$$

мұндағы P_T – тау-кен массасын 1 м биіктікке көтеруге арналған энергия шығынының теориялық қажетті шамасы ($P_T = 9,81$ кДж/тм);

P_Φ – көліктің осы түрімен энергияның нақты шығындары, кДж/тм.

Энергияның нақты шығындарын бастапқы энергия ресурстарының шығынына келтіру мынадай өрнектер бойынша жүргізу ұсынылады:

$$P_{\text{ф.а}} = qk_{\text{пер}}k_{\text{т}}k_{\text{д}}; \quad P_{\text{ф.к. (ж)}} = wk_{\text{э}}k_{\text{пот}}k_{\text{т}},$$

мұндағы $P_{\text{ф.а}}, P_{\text{ф.к. (ж)}}$ - тиісінше автомобиль және конвейерлік (темір жол) көлікпен тау-кен массасын көтеруге отынның үлес шығыны,

q, w – тиісінше, дизель отынының (кг/т·м) және электр энергиясының (кВт·сағ/т·м) конвейерлік (темір жол) көлікпен үлес шығыны;

$k_{\text{д}}, k_{\text{пер}}$ - отынды өндіру мен тасымалдауға арналған энергия шығындарын ескеретін коэффициенттер ($k_{\text{д}} = 1,04 \div 1,10$) және мұнайдан дизель отынын алуға ($k_{\text{пер}} = 1,18 \div 1,20$);

$k_{\text{т}}$ - дизель және шартты отынның меншікті жану жылуының айырмашылығын ескеретін коэффициент ($k_{\text{т}}=1,5$);

$k_{\text{э}}$ – 1 кВт·сағ электр энергиясын алуға арналған шартты отынның шығындарын ескеретін коэффициент ($k_{\text{э}} = 0,31 \div 0,33$ кг/кВт·ч);

$k_{\text{пот}}$ - беру және бөлу кезінде электр энергиясының шығынын ескеретін коэффициент ($k_{\text{пот}} = 1,09$).

Сонда (1) формуланы мынадай түрде ұсынуға болады::

$$\eta = \frac{P_{\text{т}}}{F \cdot Q_{\text{y.m}}} \cdot 100\%.$$

мұндағы $Q_{\text{y.m}}$ - шартты отынның меншікті жану жылуы, кДж/г ($Q_{\text{y.m}} = 29,3$ кДж/г).

Меншікті энергия сыйымдылығының, көлік құралдарының жекелеген модельдерінің, көлік түрлерінің немесе көлік жүйелерінің бірдей немесе жақын көрсеткіштері кезінде қосымша өлшемді пайдалану қажет – үлестік әрекет [Дж * с] - бұл объектінің орнын ауыстыруға жұмсалатын энергия мөлшерінің және оның орнын ауыстыру уақытының көбейтіндісін білдіретін физикалық шама. Сонда үлестік әрекет келесідей жазылады

$$D = P_{\text{о}} \cdot t_{\text{n}}; \quad D_{\text{к(ж)}} = P_{\text{к(ж)}} \cdot t_{\text{к(ж)}},$$

мұндағы $D, D_{\text{к(ж)}}$ - тиісінше автомобиль және конвейерлік (темір жол) көліктің үлес әсер, кг.у.т. с/т·м;

$t_{\text{n}}, t_{\text{к(ж)}}$ – тау-кен массасын көтерудің орташа уақыты, тиісінше, автомобиль және конвейерлік (темір жол) көлік, с.

Айтылған әдістемелік тәсіл энергияның әр түрлі түрлерін пайдаланатын көлік жүйелері мен көліктің жекелеген түрлерінің энергетикалық тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Жалпы түрінде автосамосвалдың қц көлік циклі үшін дизель отынының шығысы, $Q_{ц}$, л:

$$Q_{ц} = Q_1 + Q_{дв} + Q_{п} + Q_{р} + Q_{м} + Q_{о} , \quad (4)$$

мұндағы $Q_1, Q_{дв}$ - тиісінше жүкпен және бос жүру бағытындағы қозғалысқа арналған отын шығыны, л;

$Q_{п}, Q_{р}, Q_{м}, Q_{о}$ - тиеу, түсіру, маневрлік операциялар кезінде, сондай-ақ тиеуді күту кезеңінде тиісінше отын шығыны, л.

Кеңейтілген түрінде

$$Q_{ц} = \sum_{i=1}^n l_j (g_{гр} + g_{п}) + \frac{g_1(t_{п} + t_{о}) + g_2 t_1 + g_3 t_2 + g_4 t_3}{60} , \quad (5)$$

мұндағы $g_{гр}, g_{п}$ - трасса j-м учаскесінде жүк тиелген және бос автосамосвалдардың тиісінше отынның үлестік шығыны, л / км;

l_j - трассаның j учаскесінің ұзындығы, км;

n – трасса учаскелерінің саны;

g_1, g_2, g_3, g_4 - қозғалтқыштың бос жүрісінде, түсіру кезінде және маневрлік операцияларда тиісінше отынның үлестік шығыны, л / км;

t_1, t_2, t_3, t_4 - тиеу, түсіру, маневрлік операциялар және тиеуді күту ұзақтығы, мин.

Трассаның j-көлденең учаскесінде немесе көтерілуге ($i \geq 0$) және қозғалтқыштардың тарту режиміндегі жұмысы кезінде тиелген және бос автосамосвалдар (л/км) отынының үлес шығыны

$$g = \frac{g_1(G_1 + k_{п}G_2)(w + i)k_{п}}{3,67 \cdot 10^2 \cdot \eta \rho} , \quad (6)$$

мұндағы G_1 – автосамосвалдың жүк көтергіштігі, т;

G_2 - автосамосвалдың меншікті салмағы, т;

w - трассаның j учаскесінде тербелуге кедергі коэффициенті;

i - трассаның j-учаскесінің еңісі;

ρ - дизель отынының тығыздығы ($\rho=0,825/0,865$ кг/л);

g_1 - қозғалтқыштың номиналды жүктемесі кезіндегі отынның үлестік шығыны;

$k_{\text{п}}$ - трасса j-м учаскесінде нақты жағдайларда $g_{\text{н}}$ шамасының өзгеруін ескеретін түзету коэффициенті;

$\eta_{\text{а}}$ - автосамосвал трансмиссиясының пайдалы әсер коэффициенті.

Қозғалтқыштың номиналдық жүктемесі кезіндегі отынның үлестік шығыны ($g_{\text{н}}$) 1 кВт пайдалы энергияны алу үшін отынның нақты шығынын сипаттайтын паспорттық шам болып табылады.

$$g_{\text{н}} = \frac{3600}{Q_{\text{дт}} \eta_{\text{э}}} , \quad (7)$$

мұндағы $Q_{\text{дт}}$ - дизель отынының жану жылуы, кДж/г ($Q = 43,5$ кДж/г);

$\eta_{\text{э}}$ - тиімді қозғалтқыштың ПӘК-і.

осыдан

$$g_{\text{н}} = \frac{3600}{g \cdot Q} \cdot 100\% , \quad (8)$$

Энергетикалық тиімділіктің екі критерийі негізінде кешенді бағалау карьерлік автокөліктің энергетикалық көрсеткіштерін неғұрлым толық және тиімді салыстыруды береді.

Темір жол көлігінің автомобиль алдындағы энергетикалық артықшылықтары жүк тиелген поездың қозғалысына кедергі коэффициентінің (8-10 есе) және ыдыс коэффициентінің аз мәндерімен түсіндіріледі. Қазіргі заманғы думпкалардың ыдыс коэффициенті 0,41-0,50, ал отандық автосамосвалдар 0,70-0,84 құрайды. Алайда, бұл артықшылықтарды тау-кен массасын көтеру кезінде іске асыру темір жол трассаларының салыстырмалы түрде шағын еңістігімен (40-60‰) және олардың айтарлықтай даму коэффициентімен (1,5-1,8 дейін) шектеледі. Сондықтан диссертациялық жұмыстың мақсаты тау-кен массасын терең карьерлерден көтеру кезінде съездердің басшылық еңісінің энергия шығыны деңгейіне әсер ету заңдылықтарын анықтау болып табылады.

Поезды карьерден көтеру үшін жұмысты орындау қажет A_0 , күш жұмысына тең F жолға S .

$$A_0 = F \cdot S , \quad (9)$$

мұндағы F – карьерден көтеру процесінде поезға әрекет ететін бірдей әсер ететін тездететін және баяулататын күштер.

Екінші жағынан, бұл күштің жұмысы поездың кинетикалық және әлеуетті энергиясының өсуіне тең.

Өйткені

$$U_2 - U_1 = \Delta U = mg\Delta h, \quad (10)$$

мұндағы $U_2 - U_1$ - потенциалды энергияның өзгеруі, а

$$F = F_k - \omega_0, \quad (11)$$

неміз

$$(F_k - \omega_0)S = \frac{m}{2}(V_2^2 - V_1^2) + mg\Delta h, \quad (12)$$

мұндағы F_k - Локомотив тарту күші, Н;

ω_0 - поезд қозғалысына толық кедергі, Н;

m – темір жол массасы, кг;

Δh - пойыздың карьерден көтерілу биіктігі, м

өйткені

$$F_k S = \frac{m}{2}(V_2^2 - V_1^2) + mg\Delta h + \omega_0 S, \quad (13)$$

$$A = 0,5m(V_2^2 - V_1^2) + mg\Delta h + \omega_0 S, \quad (14)$$

мұндағы m – темір жол массасы, м/с;

g – еркін құлауды жылдамдығы, м/с²;

Δh - пойыздың карьерден көтерілу биіктігі, м.

Осылайша, өрнек (10) есептік деңгейжиектен күрделі траншея сағасына дейін қозғалыс процесінде көлік құралымен орындалатын жұмыстың шамасы ретінде карьерлерден тау-кен массасын көтеруге арналған энергетикалық шығындардың деңгейін білдіреді. Өрнек $0,5m(V_2^2 - V_1^2)$ V_1 жылдамдығынан V_2 жылдамдығына дейін үдеу процесінде поездға кинетикалық энергия беру үшін локомотивпен орындалатын жұмыстың бір бөлігін сипаттайды.

Конвейерлік көлікті қолданудың тиімділігін сипаттайтын негізгі көрсеткіштердің бірі жүкті тасымалдаудың энергия сыйымдылығы болып табылады. Конвейерлік көлікпен, атап айтқанда таспалы конвейерлермен тау-кен массасын көтеруге энергетикалық шығындар деңгейіне әсер ететін негізгі факторлар мыналар болып табылады: жетектің орнату қуатының есебін анықтайтын роликтер бойынша таспа қозғалысының негізгі кедергісі (жетек станциясы жобаланады); конвейерлік ставаның еңіс бұрышы.

1 м биіктікке тау-кен массасының 1 т көтеруге үлес әрекетінің көрінісі (автомобиль және темір жол көлігімен ұқсас) түрі бар (кВт·сағ·с / т * м)

$$D_k = \frac{2,673 \cdot 10^{-2} \left[k_{\text{comp}}(1 + k_{\tau}) \frac{\omega}{\sin \alpha_K} + 1 \right]}{N_{\text{уд}} \eta_k^2}, \quad (15)$$

мұндағы k_{comp} – конвейердің соңғы барабандарындағы кедергі үлесін ескеретін коэффициент;

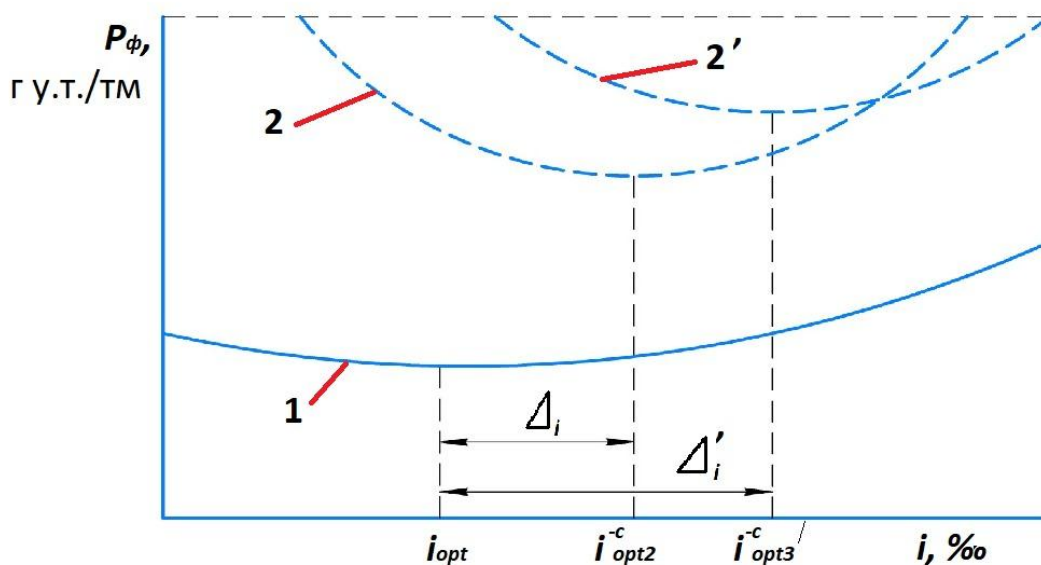
ω_k – роликтер бойынша таспа қозғалысына кедергі коэффициенті, Н/т;

α_k – конвейерлердің көлбеу бұрышы, град;

$N_{уд}$ – электр жетегінің үлестік қуаты, кВт/т;

k_T – конвейер ыдысының коэффициенті.

Көліктің жекелеген түрлері мен көлік құралдарының нақты модельдері үшін энергетикалық критерий бойынша трассалардың оңтайлы бойлық еңісін жеке оптимум және көлік жүйелерін жобалау кезінде қабылдауға ұсынылатын еңістің төменгі бөлігі ретінде қарастыру керек. Ол отын үнемділігімен, көлік құралдарының конструктивтік параметрлерімен, жол жабынының сапасымен айқындалады және көлік құралдарының нақты модельдері үшін салыстырмалы тұрақтылықпен сипатталады. Трассалардың басшылық еңістіктері бойынша шешімдерді түпкілікті қабылдау жаһандық Оптимум - барлық көлік жүйесінің үлестік энергия сыйымдылығы негізінде қабылданған жөн (сурет.1.).



1 - магистральді көліктің үлестік энергия шығындары; 2, 2' – СК карьерінің тереңдігі кезінде көлік жүйесінің үлестік энергия шығындары; i_{opt} - энергетикалық критерий бойынша трассаның оңтайлы еңісі (жеке оптимум), $i_{opt} = \text{const}$; i_{opt1}, i_{opt2} - көлік жүйесінің энергетикалық критерийі бойынша магистральды көлік трассасының оңтайлы еңісі (жаһандық оптимум); Δi , - әзірлемелердің тереңдігін арттырумен оңтайлы еңісті өзгерту интервалдары.

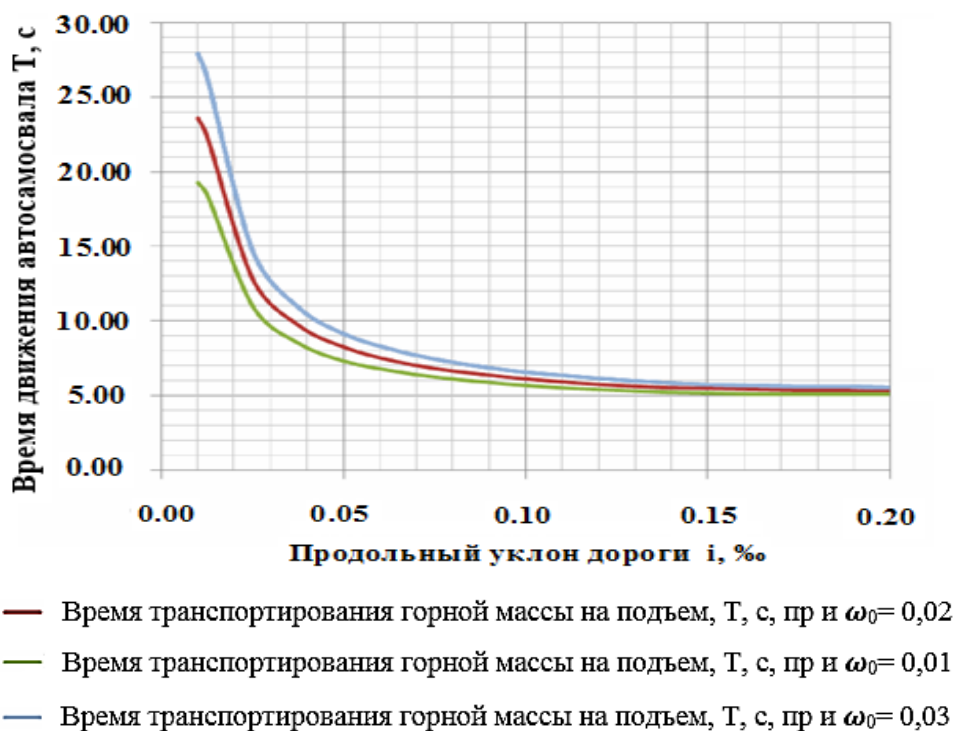
1-ші сурет -карьерлік көліктің әртүрлі түрлері үшін оңтайлы еңістер аймағын таңдау

Таулы-терең Карьерлердегі автожолдардың еңістерін оңтайландыру үшін келесі физикалық критерийлерді пайдалану негізделген:

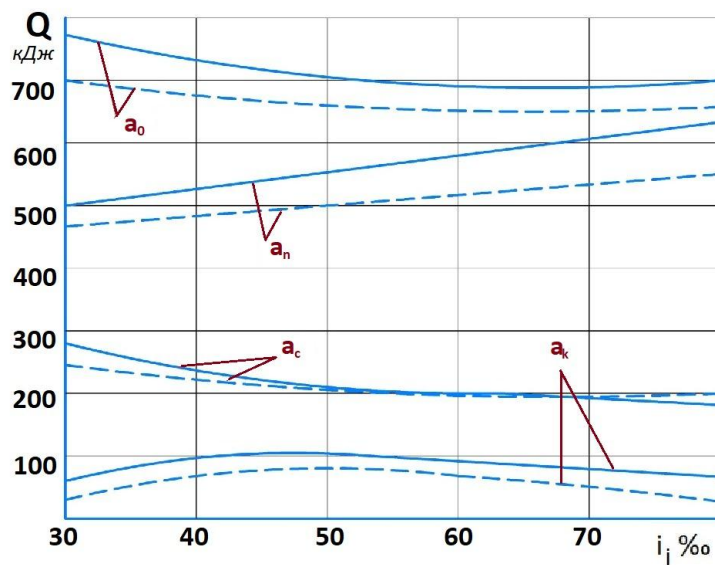
- 1 м (г/т·м) тау-кен массасын 1 т көтеруге (түсіруге) жұмсалатын энергияның үлестік шығындарының шамасы);
- тау-кен массасын 1 м (с) Көтеру (түсіру) кезінде жүк және бос бағыттардағы еңіс бойынша қозғалыстың жиынтық уақыты);
- үлестік әрекет-1 м автосамосвалдармен тау-кен массасын көтеруге (түсіруге) энергияның үлестік шығындарын және 1 м (г·с/т·м) тау-кен массасын көтеру (түсіру) уақытын көбейтуді білдіретін кешенді Өлшем. (сур.2.)

Трассаның әр түрлі еңістері үшін темір жол көлігі кезінде тау массасын 1 т көтеру үшін үлестік жұмыстың өзгеруі 3-суретте келтірілген.

Таспалы конвейердің көлбеу бұрышының оңтайлы мәнін анықтау үшін, жоғарыда келтірілген графиктерді назарға ала отырып, сондай-ақ тасымалданатын тау массасының көтеру биіктігін өзгерте отырып, конвейерлік қондырғының қиғаш жүктемесінің (q_m , кг·м) ұлғаю динамикасы туралы шығару конвейер трассасының көтерілу орташа бұрышына және таспадағы қиғаш жүктемелерге конвейер ұзындығының тәуелділігі белгіленген (4-ші сурет).

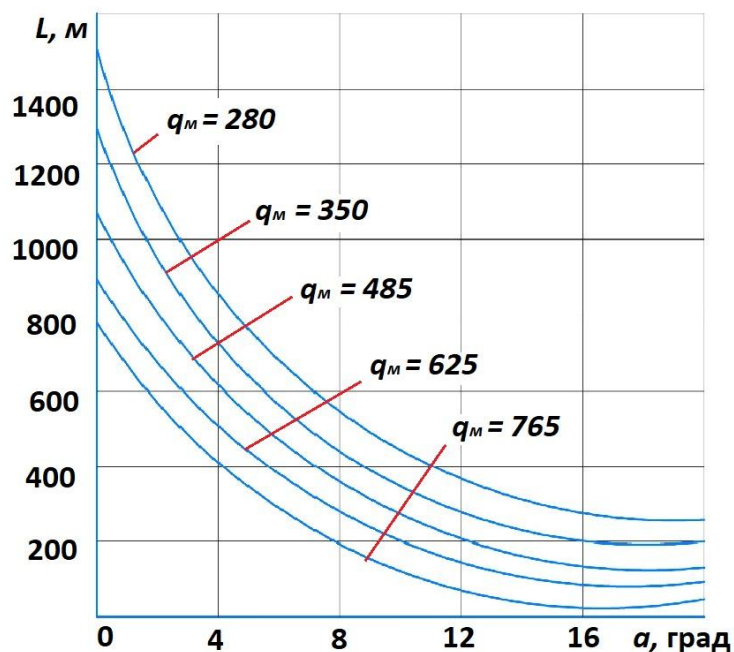


2- ші сурет-БелАЗ автосамосвалының қозғалыс уақытының тәуелділігі-7512 (120 т) жүк және бос бағыттарда көтеру кезінде тау-кен массасын 1 м-ге көтеру (түсіру) кезінде



a_0 – 1 т Тау массасын көтеруге арналған жиынтық жұмыс; a_k – поездға кинетикалық энергия беруге байланысты жұмыс; a_n – әлеуетті энергияның өзгеруіне байланысты жұмыс; a_c – трассада поезд қозғалысының кедергісін еңсеруге байланысты жұмыс.

3 - ші сурет-трассаның әр түрлі еңістерінде 300 м тереңдіктегі карьерден тау массасын 1 т көтеру үшін ллокоматив орындайтын меншікті жұмыстың өзгеруі (А)



4-ші сурет - конвейер трассасының орташа көтеру бұрышынан (α) конвейер ұзындығының (L) және таспадағы кума жүктемесінен тәуелділігі (q_m , кг·м)

5-ші суретте жылына млн.т өнімділігі кезінде карьердің тереңдігіне байланысты контейнерлік технологияның экономикалық тиімділігінің өсу диаграммасы көрсетілген.



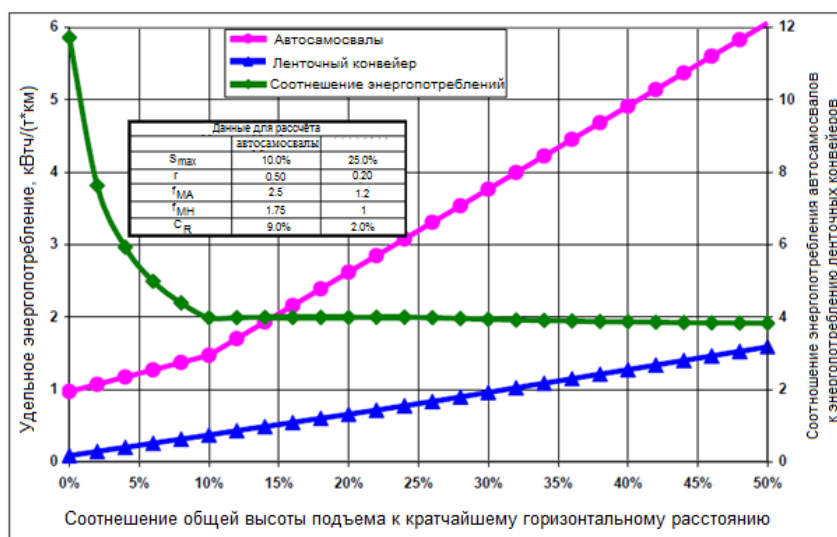
5 – сурет-контейнерлік технологияны енгізудің экономикалық тиімділігінің Карьер тереңдігіне тәуелділігі

Кестені талдай отырып (сурет.5) карьерде қазба тереңдігінің өсуімен контейнерлік көтеруді енгізу кезінде экономикалық тиімділік артады деп қорытынды жасауға болады. Бұл дизель отынының шығыны, амортизациялық аударымдар және жабдықтарға жөндеу жүргізу шығындарының төмендеуі сияқты пайдалану шығындарының азаюына байланысты болады.

6-суретте автосамосвалдар мен таспалы конвейерлерді пайдалана отырып, технологиялар үшін көтерудің әр түрлі биіктіктеріне байланысты карьерлерде материалдарды тасымалдау үшін энергия тұтыну нұсқаларын есептеу нәтижелері келтірілген. Энергия тұтыну шамалары тасымалданатын материалдың массасына және тасымалдаудың ең қысқа көлденең қашықтығына сәйкес келеді. Үшінші қисық автосамосвалдар мен таспалы конвейерлер арасындағы энергия тұтынудың арақатынасын сипаттайды.

Ашық тау-кен жұмыстарында енгізу үшін тау-кен массасын тасымалдаудың жаңа автомобиль-конвейерлік-контейнерлік (а-к-к) технологиясы ұсынылады, ол энергия ресурстарын үнемдеу және қоршаған ортаны сапалы жаңа деңгейде сақтау жөніндегі ашық тау-кен жұмыстарының көрсеткіштерін арттыруға мүмкіндік береді.

Тау-кен массасын автокөлікпен көтеруден бас тарту автотіркемелердің шекті еңістерін ұлғайтуға мүмкіндік береді, өйткені олар тек бос автомобильдердің қозғалысы үшін пайдаланылатын болады. Еңістерден 8% - дан 15% - ға өту мүмкіндігі автосүйектерді орналастыру үшін карьерде бөлінген алаңды қысқартады.



6 - сурет-автосамосвалдармен және таспалы конвейерлермен тасымалдау үшін көтеру биіктігін өзгерту кезіндегі энергия тұтыну диаграммасы

Автосамосвалдарды қолдана отырып, циклдық-ағынды технология кезінде қайта тиеу пункттерінің ұтымды параметрлерін таңдау бойынша белгілі ұсынымдар автокөлікпен көлік жүйесінің конструктивтік және технологиялық ерекшеліктеріне байланысты пайдаланыла алмайды.

Бұл мәселені шешу үшін автосамосвалдарды қолдану арқылы циклдық-ағынды технология кезінде қайта тиеу пункттерінің ұтымды энергетикалық параметрлерін анықтау әдістемесі әзірленді. Мейлі бункерный қайта тиеу пунктіне түседі пуассондық ағыны параметрі λ , қызмет көрсету уақыты әрбір автосамосвал $t_{\text{обс}}$ кездейсоқ шама болып табылады, ол бағынады заңда көрсетілген бөлу μ параметрі, барлық нүктелері түсіру қайта тиеу-тармағында өнімділігі бірдей.

Q_A (автосамосвалдардың өнімділігі) жүк ағынының қайта тиеу пунктіне келіп түсетін карьердегі тиеу жабдығының үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету жағдайына сүйене отырып, карьердің өнімділігіне Q_K , яғни $Q_A=Q_K$ тең болуы тиіс.

Тиеу-көлік жабдығы жұмысының біркелкі еместігін ескере отырып, карьердің өнімділігін (т/сағ)

$$Q_K = N_3 Q_3^{\text{тех}} K_3 K_B K_{\text{нер}}^3 K_{\text{нер}}^{\text{от}}, \quad (16)$$

Мұндағы N_3 – карьерде жұмыс істейтін экскаваторлар саны, шт.;

$Q_3^{\text{тех}}$ - экскаватордың техникалық өнімділігі,

K_3 - экскавация коэффициенті;

K_B - экскаваторды пайдалану коэффициенті.

$K_{\text{нер}}^3$ - экскаваторлар жұмысының біркелкі емес коэффициенті;

$K_{\text{нер}}^{\text{от}}$ - автосамосвал жұмысының біркелкі еместігінің коэффициенті;

7-ші суретте келесі көрсеткіштер үшін Карьер өнімділігіне бункердің ұтымды сыйымдылығының тәуелділік кестесі келтірілген:

$$Q_k = 5 \div 20 \text{ млн. } \frac{\text{т}}{\text{год}}; q_a = 60 \text{ т};$$

$t_{обс} = 90 \text{ с}$ – для автосамосвалов грузоподъемностью 60 т;

$t_{обс} = 120 \text{ с}$ – для автосамосвалов грузоподъемностью 91 т.

Жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, Карьер өнімділігінің екі есе ұлғаюымен бункердің ұтымды сыйымдылығы $q_a = 60 \text{ т}$ кезінде 1,7 есе және $q_a = 91 \text{ т}$ кезінде 1,8 есе ұлғаяды. Автосамосвалдардың жүк көтергіштігін 60-тан 91 т-ға дейін арттыру өзге де тең жағдайларда бункер сыйымдылығын 1,3 есе ұлғайту қажеттілігін тудырады.

Диссертацияда баяндалған материалдар және жүйеленген қорытындылар терең карьерлердің көлік жүйелерінің энергетикалық тиімділігін арттырудың маңызды резервтері туралы куәландырады.

Карьерлерде көп буынды автомобиль-конвейерлік-контейнерлік (а-к-к) көлік жүйелерінің жұмыс параметрлерін зерттеу үшін имитациялық үлгілерді қолданудың орындылығы мыналардан тұрады:

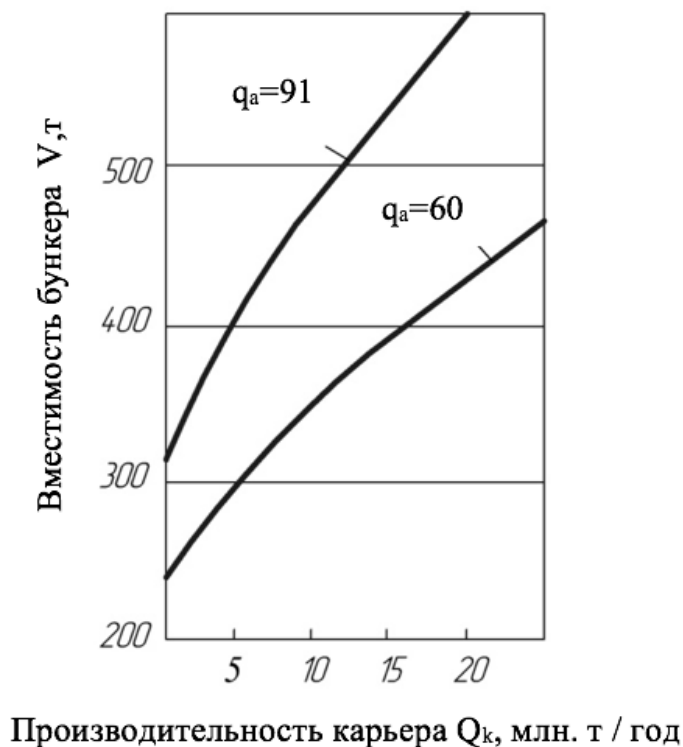
1. Талдау сипаттамасы Елеулі қиын болатын жүйелердің құрылымдық және функционалдық күрделілігі. Имитациялық модельдер олардың логикалық құрылымын міндетті түрде сақтай отырып, күрделі математикалық аппаратты тартпай салынуы мүмкін.

2. Тау-кен көлік процестерінің стохастикалық сипатын есепке алу қажеттілігі. Бұл мақсаттар үшін моделді кең ауқымды міндеттерді шешуге бейімдеуді есепке ала отырып, жаппай қызмет көрсету теориясының аппаратын қолдану оның өлшемінің артуына, күрделенуіне, есептеулердің дәлдігін төмендетуге объективті түрде әкеледі. Имитациялық модельдер жүйенің динамикадағы энергетикалық көрсеткіштерін зерттеу үшін ең нәтижелі болып табылады, оның жұмыс істеуіне кездейсоқ факторлар қатысады (сурет.8).

Кездейсоқ шамалардың таралуын сәйкестендіру үшін модельдеу процесін біріздендіру және оңайлату мақсатында гамма бөлу қолданылады:

$$f(a, v, x) = \frac{a}{\Gamma(v)} x^{v-1} e^{-ax} ,$$

$$v = \frac{1}{v^2} : a = \frac{v}{x} ,$$



Сурет 7- V бункердің ұтымды сыйымдылығының Q_k карьер өнімділігіне тәуелділігі

мұндағы v и x — тиісінше вариация коэффициенті және шаманы математикалық күту.

Көлік акк-нің жұмыс істеуі ірілендірілген жүйе элементтерінің жай-күйі мен өзгеру сәттерінің векторларының жиынтығымен сипатталуы мүмкін.

Автомобиль көлігі жағдайының векторы $VSSA = (VS1, VS2)$

$VS1 =$ 1- автосамосвалдар ағынының болуы;

О - автосамосвалдар ағынының болмауы

$VS2$ күй векторы ұсақтау-тиеу пунктіне кезекті автосамосвалдың келуі кезінде қалыптасады

$VS2 =$ 1- автосамосвалдан түсірілді;

О - жүк түсіру жоқ

Автомобиль буынының жұмыс істеуіндегі күйлердің өзгеру моменттерінің векторы

$VSM = \{MLPA, MNOA, MPA\},$

мұндағы $MPLA$ - автосамосвалдардың ұйымдастырылған ағынын жаңарту сәті;

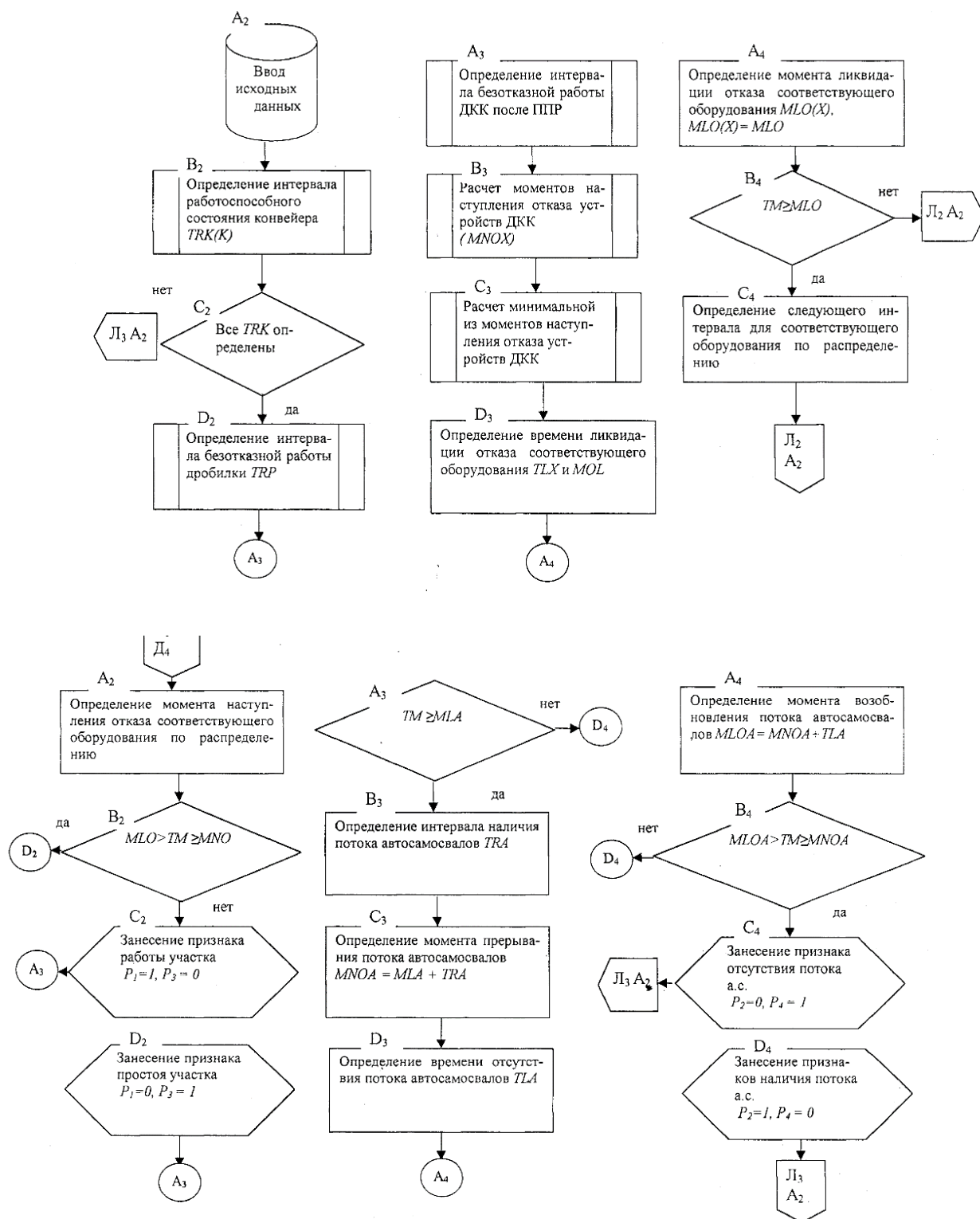
$MNOA$ - автосамосвалдар ағынын тоқтату сәті;

МРА - автосамосвалдарды түсіру сәті.

Имитациялық алгоритмнің блок-схемасы 8-ші суретте көрсетілген. A_2 B_2 блогында бастапқы деректерді енгізу жүзеге асырылады. A_4 B_4 және L_2A_2 блоктарында тиісті бөлу бойынша $TRK(K)$ $K^{го}$ конвейерінің жұмысқа қабілетті жай-күйінің аралығы анықталады.

Қазіргі уақытта Қазақстанның карьерлерінде дизель отынының шығынын азайтудың маңызды ұйымдастырушылық мүмкіндіктері бар, оның ішінде:

- автокөлік жұмысын басқаруды жетілдіру, оның ішінде компьютерлік құрылғылары бар автоматтандырылған басқару жүйесін енгізу;
- автосамосвалдарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу сапасын арттыру;
- отын шығынын нормалау мен жоспарлауды жетілдіру.



8-ші сурет - а-к-к-көлік жұмысының имитациялық моделінің алгоритмінің блок-схемасы

Қорытынды

Орындалған зерттеулер нәтижесінде карьер көлігінің әртүрлі түрлерін энергетикалық бағалау әдісін әзірлеу, көлік коммуникацияларының еңістерін оңтайландыру және геоакпараттық деректер банкі негізінде дизель отынының шығынын жоспарлау мен нормалаудың автоматтандырылған әдістемесін әзірлеу болып табылатын терең карьерлердің көлік жүйелерінің энергетикалық тиімділігін арттырудың өзекті қолданбалы міндеті жаңа шешім берілді.

Негізгі ғылыми қорытындылар, нәтижелер және практикалық ұсыныстар:

1. Терең карьерлердің көлік жүйелерін энергетикалық бағалау әдісі әзірленді. Бағалаудың негізгі өлшемі ретінде тау - кен массасын 1 т-ға көтеруге бастапқы энергоресурстардың (шартты отынның) үлестік шығындарының шамасы 1 м-ге, ал қосымша ретінде-тау-кен массасын көтеруге үлестік энергия шығынын және оны көтеру уақытын көрсететін, энергозартатты өнімділікпен және көлік жұмысын ұйымдастырумен байланыстыратын үлестік іс-әрекет ретінде пайдалану негізделген.

2. Конвейерлік көліктің (P_k) энергия тиімділігі электрлендірілген теміржолға ($P_{ж}$) қарағанда 2,0 есе, автомобильдерге (P_a) қарағанда 2,0 - 2,5 есе жоғары екендігі анықталды.

3. Карьерлік трассалардың еңістерін тау-кен массасын көтеруге арналған энергия шығыны өлшемі бойынша оңтайландыру әдістемесі әзірленді. Орынатылды: электромеханикалық трансмиссиясы бар автосамосвалдар үшін оңтайлы басқару еңісі жол жабынының сапасымен анықталады және мыналарды құрайды: асфальтбетонды жабыны бар автожолдар үшін 80 - 100 %, қиыршық тас автожолдар үшін 90-110%, жартасты негіздегі жабыны жоқ автожолдар үшін 100-120 %; электрлендірілген темір жол және конвейерлік көлік үшін оңтайлы еңіс (конвейерлік көтерудің еңіс бұрышы) құрайды: тартқыш агрегаттарды пайдалану кезінде 40 - 50 %, Электровозды тартқыш 30 - 40 %, үлкен өнімділіктегі қысқыш ленталы конвейерлерді пайдалану кезінде олардың еңіс бұрышы 380-40° құрайды.

4. Энергетикалық критерий бойынша көліктің жекелеген түрлері трассаларының оңтайлы бойлық еңісін көлік жүйелерін жобалау кезінде қабылданатын жеке оптимум және еңістің төменгі шегі ретінде қарастыру керек. Басқарушы еңіс бойынша түпкілікті шешімді жаһандық оптимумнан - барлық көлік жүйесінің үлестік энергия сыйымдылығы мен экономикалық көрсеткіштерден қабылдаған жөн. Әдетте, терең карьерлерде көлік жүйесінің энергия шығындары бойынша белгіленген көліктің магистральдық түрлерінің оңтайлы еңістерінің мәндері көліктің нақты түрінің энергия шығындары бойынша белгіленген мәндерден 10-25% - ға жоғары.

5. Терең карьерлерде автосамосвалдарды пайдалану шарттарының күрделілігі мен серпінділігіне байланысты энергетикалық көрсеткіштерді

жоспарлау мен нормалауды әзірленген кешенді әдістеме негізінде жүргізу орынды, ол мыналарды қамтиды: карьерлік автокөліктің энергетикалық көрсеткіштерін зерттеу мен сипаттаудың эксперименттік-талдамалық әдісі; автокөлік коммуникацияларының геоақпараттық моделін құру; геоақпараттық деректер блогының жиынтығы-тау-кен көлігі жабдығының, автокөлік коммуникациялары жүйесінің, бастапқы маркшейдерлік ақпарат пен олардың өзара іс-қимылының, басқару мен өңдеудің бағдарламалық құралдарының деректер базасының жиынтығы; ақпараттық-кеңес беруші (сараптамалық) деректер блогын құру және жүргізу.

6. Көлік жүйелерінің энергетикалық көрсеткіштерін есептеудің кешенді әдістемесін қолдану карьерлік автосамосвалдармен дизель отынының шығынын жоспарлау мен нормалаудың ғылыми негізділігі мен нақтылығын қолданыстағы әдістермен салыстырғанда 9-12% - ға арттыруға мүмкіндік береді.

7. Карьерлердің көлік жүйелерінің энергетикалық тиімділігін арттыру (17 - 20% - ға) көліктің магистральды түрлерін (темір жол тоннельдері, ТБО-ның мобильді кешендері) терең енгізу және "жоғарыдан төмен"схемасы бойынша тасымалдауды ұйымдастыру арқылы қамтамасыз етіледі. Магистральды тасымалдардағы автосамосвалдар жұмысының энергетикалық тиімділігін арттырудың негізгі бағыттары автоматты гидромеханикалық трансмиссиясы бар автосамосвалдарды енгізу және автожолдардың жоғары еңістерін (10 - 12%) қолдану, ал құрастыру кезінде - уақытша съездермен ашу схемаларын оңтайландыру болып табылады. "Карьерлік автокөліктің энергетикалық көрсеткіштерін автоматтандырылған есептеу әдістемесі" және "автосамосвалдармен дизель отынының сызықтық сараланған нормалары" зерттеулері негізінде әзірленген "Ақтоғай" АҚ карьерінде енгізуге қабылданды.

8. Резинотрос таспаларының серпімді сипаттамаларын түрлеу жолымен ҚКК тиеу торабының өтпелі учаскесінде жүк тасушы және қысқыш конвейерлік таспаның рұқсат етілген кернеулері теориялық және іс жүзінде негізделген; зерттеудің әзірленген кешенді әдістемесі негізінде алынған, олардың алдын ала тартылу мәндері және өтпелі учаске радиусының шамасы алынды. Жүк тасушы және қысқыш таспалардың кернеулі жай-күйінің математикалық моделі әзірленді, ол ұзына бойлық және көлденең бағыттағы таспалардың серпімділік модульдері, лентаға әсер ететін Пуассон және жүктеме коэффициенттері болып табылатын жеке туынды теңдеулердің жүйесімен сипатталады.