МіністерствоосвітиінаукиУкраїни

НаціональнаметалургійнаакадеміяУкраїни

КІРІЯРусланВісаріонович

МОДЕЛЮВАННЯПРОЦЕСІВФУНКЦІОНУВАННЯ

СИСТЕМКОНВЕЄРНОГОТРАНСПОРТУЗІСКЛАДНОЮ

СТРУКТУРОЮІМЕТОДИПІДВИЩЕННЯЇХЕФЕКТИВНОСТІ

СпеціальністьМатематичнемоделюваннята

обчислювальніметоди

Автореферат

дисертаціїназдобуттянауковогоступеня

докторатехнічнихнаук

Дніпро



Дисертацієюєрукопис

РоботавиконанавІнститутігеотехнічноїмеханікиімМСПоляковаНаціональноїакадеміїнаукУкраїниІГТМНАНУкраїнимДніпро

Науковийконсультант доктортехнічнихнаукпрофесор

МонастирськийВіталійФедорович

ІнститутгеотехнічноїмеханікиімМСПоляковаНАНУкраїнистаршийнауковийспівробітниквідділуфізикомеханічнихосновгірничоготранспортумДніпро

Офіціальніопоненти доктортехнічнихнаукпрофесор

КіріченкоЛюдмилаОлегівна

ХарківськийнаціональнийуніверситетрадіоелектронікипрофесоркафедриприкладноїматематикимХарків

доктортехнічнихнаукпрофесорБіляєвМиколайМиколайович

ДніпропетровськийнаціональнийуніверситетзалізничноготранспортуіменіакадемікаВЛазаряназавідувачкафедригідравлікитаводопостачаннямДніпро

доктортехнічнихнаукпрофесорПоложаєнкоСергійАнатолійович

Одеськийнаціональнийполітехнічнийуніверситетзавідувачкафедрикомп’ютеризованихсистемуправліннямОдеса

Захиствідбудеться ро годиніназасіданніспеціалізо

ваноївченоїрадиДНаціональноїметалургійноїакадеміїУкраїниМіністерстваосвітиінаукиУкраїнизаадресоюмДніпропрГагарінат

ЗдисертацієюможнаознайомитисявбібліотеціНаціональноїметалургійноїакадеміїУкраїнизаадресоюмДніпропрГагаріна

Авторефератрозісланий

Вченийсекретар

спеціалізованоївченоїрадиДкандидаттехнічнихнаукдоцент

ЗАГАЛЬНАХАРАКТЕРИСТИКАРОБОТИ

Актуальністьтеми

КонвеєрнийтранспортєоднієюзголовнихланоквтехнологічнихпроцесахвгірничодобувнійметалургійнійтаіншихгалузяхпромисловостіКонвеєрнийтранспортєскладноюбагатофункціональноютехнічноюсистемоюздеревовидноюрозгалуженоюзмінноюструктуроющовключаєконвеєризавантажувальнітаперевантажувальнівузлибункериживильникийперемикачі

Аналізроботисистемконвеєрноготранспортупоказавщонедостатняефективністьїхроботипов’язаназнизькоюпропускноюздатністюйвисокоюенергоємністютранспортуваннящообумовленопростоямиконвеєрногообладнаннячерезаварійнітехнологічнітаорганізаційніпричиниінедовантаженнямконвеєрівчерезнерівномірністьвантажопотоківщопоступаютьвсистемутранспорту

Вданийчасдляпідвищенняпропускноїздатностісистемконвеєрноготранспортузастосовуютьсяакумулюючібункериякідозволяютьзарахунокнакопиченнядеякоїкількостівантажувбункерівпроцесіроботиконвеєрноїлініїзбільшитипропускнуздатність

Протечерезчастіпереповнюванняакумулюючихбункерівіякнаслідокпростоїконвеєрнихлінійатакожнерівномірностівантажопотоківщопоступаютьвсистемутранспортуефективністьїхвикористаннявсистемахконвеєрноготранспортунизька

Однимізшляхівпідвищенняефективностівикористанняакумулюючихбункерівітимсамимпідвищенняпропускноїздатностітаенергоємностітранспортуваннясистемконвеєрноготранспортуєуправліннявантажопотокамизадопомогоюакумулюючихбункерівірегулюванняшвидкостістрічкиконвеєразвикористаннямконтролерівічастотнихперетворювачів

Дляцьогонеобхіднорозробитиматематичнімоделіфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортуінаїхосновірозробитиметодиіалгоритмиуправліннясистемоютранспортущопідвищуютьїїпропускнуспроможністьізнижуютьенерговитратинатранспортуваннявантажу

УрозробкунауковихосновмоделюванняпроцесівфункціонуваннярозрахункупоказниківефективностіфункціонуваннятауправліннясистемоюконвеєрноготранспортувнеслиістотнийвнесоктаківченіМСПоляковООСпіваковськийЛГШахмейстерБОКузнєцовВГДмитрієвВКСмірнов

 ФМонастирськийВАПономаренкоЛНШирінСВКорнєєвЛМАлотінПБСтепановБГКлімовСОКаріманОМШпігановічІВБішеле

 ЖСаржановЄЛКреймерОПВладзієвськийХБКордонськійБОСевастьяновГМЧеркесовВГШорінАІШендеровЛТШаповалов

О ММальгінВЯКоппОІПесчанськийВВТкачовМІСтаднікЮТРозумнийАВРухловОВКозарЮМРуденкоІОУшаковЕДжХенліХКумамотоДжЕндрені

АналізробітцихавторівпоказавщорозробленінимиматематичнімоделіметодирозрахункутауправліннястосуютьсясистемконвеєрноготранспортузневеликоюкількістюконвеєрівменшепятиізпростимисхемамизєднанняконвеєрівібункерівОтриманінимимоделіметодирозрахункуйуправліннянеможутьбутивикористанимидляописупроцесівфункціонуваннятауправліннясистемамиконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюзмінюваноюструктуроющоскладаютьсязвеликоїкількостіконвеєрівбільшепяти

Такимчиномрозробкаматематичнихмоделейпроцесівфункціонуваннярозгалуженихсистемконвеєрноготранспортущоскладаютьсязвеликоїкількостіконвеєрівіакумулюючихбункерівзурахуваннямімовірнісногохарактерупростоївконвеєрногообладнаннятанерівномірностівантажопотоківщонадходятьдосистемитранспортуінапідставіцьогостворенняметодіврозрахункуіпрогнозуванняпоказниківефективностіфункціонуванняатакожметодівіалгоритмівоптимальноготаадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортущопідвищуютьефективністьроботитобтопідвищуютьпропускнуздатністьізнижуютьенерговитратинатранспортуваннявантажуєактуальноюнауковоюпроблемою

Зв’язокзнауковимипрограмамипланамиітемами

ДисертаційнароботавиконуваласявідповіднодопрограмиЕкологічночистаенергетикатаресурсозберігаючатехнологіядержбюджетнихНДР№Науковіосновиадаптивногоуправлінняконвеєрнимилініямигірничихпідприємстврр№держреєстрації№Науковотехнічнеобґрунтуванняпрогресивнихрішеньпоорганізаціїконвеєрноготранспортувугільнихшахтрр№держреєстрації№Розвитокнауковихосноввисокоефективнихсистемізасобівуправлінняосновнимивантажопотокамипідземногоконвеєрноготранспортувугільнихшахтрр№держреєстраціїУпершійідругійНДРавторбуввідповідальнимвиконавцемівтретійнауковимкерівником

Метоюроботиєпідвищенняефективностіроботисистемконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроюшляхомматематичногомоделюванняпроцесівїхфункціонуваннянаосновітеоріїмарковськихпроцесівіметодівоптимальногоуправлінняскладнимиієрархічнимисистемами

Ідеяроботиполягаєувикористанніметодудинамікисередніхдлямарковськихпроцесівісамоподібностіструктурисистемконвеєрноготранспортупримоделюванніпроцесівфункціонуваннявизначенніпропускноїздатностійенергетичноїефективностіфункціонуванняатакожпривизначенніпараметрівоптимальноготаадаптивногоуправлінняконвеєрнимтранспортом

Длядосягненняпоставленоїметивроботібулосформульованонаступнізавдання

 Розробитиматематичнімоделіпроцесуфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортузіскладноюсамоподібноюдеревовидноюструктуроюзурахуваннямвипадковогохарактерупростоївконвеєрногообладнаннятапорівнятирезультатитеоретичнихдослідженьзрезультатамиімітаційногомоделювання

 Визначитиенергоємністьтранспортуванняіпоказникенергетичноїефективностісистемконвеєрноготранспортузрізнимисамоподібнимидеревовиднимиструктурами

 Дослідитивпливвеличинвантажопотоківщонадходятьдосистемиконвеєрноготранспортуінтенсивностейпростоївівідновленьконвеєрівпараметрівакумулюючихбункерівякіпрацюютьврізнихрежимахнапоказникиефективностіфункціонуваннясистемиконвеєрноготранспорту

 Дослідититавстановитизакономірностіпроцесуфункціонуванняакумулюючихбункерівприрізнихрежимахїхроботивсистеміконвеєрноготранспортутапорівнятирезультатитеоретичнихдослідженьзрезультатамиімітаційногомоделювання

 Розробитиметодитаобґрунтуватипараметриоптимальноготаадаптивногоуправлінняакумулюючимибункерамиісистемоюконвеєрноготранспортуізсамоподібноюдеревовидноїструктурою

 Розробитиметодикувизначенняпропускноїздатностікритеріївефективностіфункціонуванняалгоритмівіпараметрівоптимальноготаадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортузрозгалуженоюструктурою

Впровадитирезультатидослідженьвпроектніорганізаціїтавпромисловості

Об’єктдослідженьпроцесифункціонуваннясистемконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктурою

ПредметдослідженьМатематичнімоделііметодивизначенняпоказниківефективностіфункціонуванняатакожметодиоптимальноготаадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроющопідвищуютьїїпропускнуздатністьізнижуютьенерговитратинатранспортуваннявантажу

МетодидослідженьРоботубуловиконанонаосновісистемногопідходуприцьомувикористовувалисяметодианалізуісинтезускладнихсистемПрирозробціматематичнихмоделейфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортубуловикористанотеоріюмарковськихпроцесівіметоддинамікисередніхпривизначенніпоказниківефективностіфункціонуваннясистемитранспортуПривизначеннісередніхоб’єміввантажувакумулюючихбункерахприрізнихрежимахїхроботивсистеміконвеєрноготранспортузастосовувавсяпринципПонтрягінадлякусковомарковськихпроцесівДляперевіркиадекватностіматематичногомоделюваннявикористовувалисяметодиімітаційногомоделюванняатакожметодиматематичноїстатистикиприобробціексплуатаційнихданихПрирозробціметодівіпринципівадаптивногоуправлінняакумулюючимибункерамиісистемоюконвеєрноготранспортувикористовувалисяметодиоптимальноготаадаптивногоуправлінняскладнимисистемамизієрархічноюструктурою

Науковановизнаполягаєвтомущо

 ВпершенаосновітеоріїмарковськихпроцесівзвикористаннямметодудинамікисередніхдлясистемконвеєрноготранспортузпослідовниміпаралельнимзєднаннямконвеєрівтаізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюбезбункерівбулорозробленоматематичнімоделііметодивизначенняїхпропускноїздатностітаенергоємностітранспортуваннявприпущенніщоінтенсивностіпростоївконвеєрівнапорядокменшезаїхінтенсивностейвідновленьПрицьомурезультатиімітаційногомоделюванняпроведеногодлярізнихвипадківпоєднаннянормальногойекспоненціальногозаконіврозподілуінтенсивностейпростоївівідновленьконвеєріввідрізняютьсявідрезультатівотриманихнаосновірозробленихметодівнебільшеніжна

 Впершенаосновітеоріїмарковськихпроцесівбуловдосконаленоматематичнімоделіякіописуютьпроцесфункціонуваннясистемиконвеєрбункерконвеєрзакумулюючимибункеромщопрацюютьвнекерованомурежимітавкерованомурежимітобтоврежиміпідтримкивньомуоб’ємувантажувзаданихмежах

Прицьомувстановленощосередняпропускназдатністьсистемиконвеєрбункерконвеєрзабудьякихспіввідношенняхсередніхвантажопотоківщонадходитьвбункерірозвантажуєтьсязньогозізбільшеннямоб’єму

акумулюючогобункераабооб’ємуйогонезаповненоючастиниспочаткузбільшуєтьсяіприподальшомузбільшенніоб’ємубункераасимптотичнопрямуєдопостійногозначеннящодорівнює  при   і  при   Крім

тогопропускназдатністьзізбільшеннямпризбільшуєтьсяапри

практичнонезмінюється

 Впершенаосновіметодудинамікисередніхдлямарковськихпроцесівтаотриманихзалежностейсередньоїпропускноїздатностісистемиконвеєрбункерконвеєрвідвеличинсередніхвантажопотоківщонадходитьдоакумулюючогобункераірозвантажуєтьсязньогобулорозробленометодивизначенняпропускноїздатностітаенергоємностітранспортуваннясистемконвеєрноготранспортузпослідовниміпаралельнимзєднаннямакумулюючихбункеріватакожізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюзакумулюючимибункерамищопрацюютьвнекерованомурежимііврежиміпідтримкивнихоб’єміввантажувзаданихмежахПрицьомурезультатитеоретичнихдослідженьвідрізняютьсявідексплуатаційнихданихнебільшеніжна

 Впершевстановленощопитомаенергоємністьсистемиконвеєрбункерконвеєрнезалежновідрежимуроботиакумулюючогобункераприіззбільшеннямвантажопотокущопоступаєнанадбункерныйконвеєрзменшуєтьсязагіперболічнимзакономпрактичнонезалежитьвідпродуктивностіживильникаобємубункераабообємунезаповненоївантажемчастинибункерааприпитомаенергоємністьіззбільшенням

приймаєпостійнемінімальнезначенняіззбільшеннямпродуктивностіживильниказменшуєтьсяінезалежитьвідобємубункераабообємунезаповненоївантажемчастинибункера

 Впершенаосновірозробленихматематичнихмоделейпроцесуфункціонуванняакумулюючихбункерівякіпрацюютьвсистеміконвеєрноготранспортувнекерованомурежимібуловизначенозалежностісередньогооб’ємувантажувакумулюючомубункерівідсередніхвантажопотоківщонадходитьвбункерірозвантажуєтьсязньогопродуктивностіживильникаатакожоб’ємубункера

Прицьомувстановленощосереднійоб’ємвантажувакумулюючомубункеріпризмініпродуктивностіживильникавіднулядонескінченностізменшуєтьсявідмаксимальногодопустимогозначенняоб’ємувантажубункерадодеякогопостійногозначенняіприрівностісередніхвантажопотоківщонадходитьвбункерірозвантажуєтьсязньогоприблизнодорівнюєполовинімаксимальногодопустимогозначенняоб’ємувантажувбункері

 ВпершенаосновіметодуПонтрягінадлямарковськихпроцесівбулорозробленоматематичнумодельфункціонуванняакумулюючогобункеращопрацюєвкерованомурежиміПрицьомуотриманосистемирівняньвідносносередніхідисперсійчасівзаповненняірозвантаженняакумулюючогобункерадляодношвидкісногоідвохшвидкісногоживильників

Встановленощозізбільшеннямпродуктивностіживильникасереднійоб’ємвантажувакумулюючомубункеріспочаткузменшуєтьсязагіперболічнимзакономіприподальшомузбільшенніпродуктивностіживильникаасимптотичнопрямуєприблизнодопівсумизаданихмаксимальногоімінімальногооб’єміввантажувбункері

 ВпершевирішенозадачіоптимальногоіадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортузакумулюючимибункерамищопрацюютьвкерованомурежиміПрицьомуоптимальнейадаптивнеуправліннясистемоюконвеєрноготранспортупредставляютьсобоюзадачууправліннядворівневоюієрархічноюсистемоюякадозволяєпризмініструктурисистемиконвеєрноготранспортуівеличинвантажопотоківщонадходятьдосистемитранспортузадопомогоювиборушвидкостейконвеєрівіживильниківатакожмаксимальнихзаданихоб’єміввантажувакумулюючихбункерахзабезпечитимаксимальнупропускнуздатністьімінімальнупитомуенергоємністьсистемиконвеєрноготранспорту

Обґрунтованістьідостовірністьнауковихположеньвисновківірекомендаційпідтверджуєтьсяфундаментальнимиметодамитеоріїймовірностівипадковихмарковськихпроцесівметодамисистемногоаналізутаоптимальногоуправлінняпорівняннямрезультатіваналітичнихдослідженьзрезультатамиімітаційногомоделюваннятарезультатамистатистичноїобробкиданихексплуатаціїпозитивнимирезультатамидосліднопромисловоїперевіркизапропонованихрекомендаційтаїхпромисловимвпровадженням

НауковезначенняроботиУроботінаосновітеоріївипадковихмарковськихпроцесівотрималирозвитокметодиматематичногомоделюванняпроцесуфункціонуваннясистемиконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроюзакумулюючимибункерамиприрізнихрежимахїхроботиНаосновіметодудинамікисередніхдлямарковськихпроцесівбулорозробленометодивизначенняпропускноїздатностітаенергоємностітранспортуваннясистемконвеєрноготранспортуізсамоподібноюрозгалуженоюструктуроющозводятьсядорекурентнихспіввідношеньНаосновіметодуПонтрягінадлямарковськихпроцесівотриманосистемирівняньвідносносередніхідисперсійчасузаповненняірозвантаженняакумулюючогобункеращопрацюєврежиміпідтримкивньомуоб’ємувантажувзаданихмежахдляодношвидкісногоідвохшвидкісногоживильниківЦедозволиловизначитисереднійоб’ємвантажувакумулюючомубункерівзалежностівідпродуктивностіживильникаатакожвеличинисередніхвантажопотоківщонадходитьвбункерірозвантажуєтьсязнього

Наосновітеоріїоптимальногоуправлінняскладнимиієрархічнимисистемамибулорозробленометодиоптимальноготаадаптивногоуправліннясистемамиконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроющодозволяютьпідвищитипропускнуздатністьізнизитиенерговитратинатранспортуваннявантажу

Практичнезначенняотриманихрезультатівполягаєврозробці

 методикивизначенняпропускноїздатностіенергоємностітранспортуванняструктуриалгоритмівіпараметрівадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортущодозволяєпідвищитиїїпропускнуздатністьдоізменшитиенерговитратинатранспортуваннявантажудоякубулопереданодовищихнавчальнихзакладівУкраїни

 рекомендаційпопроектуваннютапідвищеннюефективностіроботисистемпідземногоконвеєрноготранспортувугільнихшахтякібуловпровадженовпроектнихорганізаціяхнагірничихпідприємствахУкраїни

 новихтехнічнихрішеньнарівнівинаходівікориснихмоделейзуправлінняакумулюючимибункерамиконвеєрамиісистемоюконвеєрноготранспортугірничихпідприємств

Реалізаціярезультатівроботи

РозробленуМетодикувизначенняпропускноїздатностіенергоємностітранспортуванняструктуриалгоритмівіпараметрівадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортубулопереданодоНаціональноготехнічногоуніверситетуДніпровськаполітехнікаМОНУкраїнитаНаціональноїметалургійноїакадеміїУкраїниМОНУкраїнир

Розроблено

 РекомендаціїщодовизначеннякритеріївефективностіпараметрівівиборуструктуриалгоритмівадаптивногоуправлінняатакожзасобіврегулюванняшвидкостіприводустрічковихконвеєрівіпереданоДВАТпроектнийінститутДніпрогіпрошахтр

 РекомендаціїщодопідвищенняефективностіроботисистемипідземногоконвеєрноготранспортушуЛуганськеДПЛуганськвугілляр

 РекомендаціїщодопідвищенняефективностіроботисистемконвеєрноготранспортушахтиМащенськашуЛуганськеіпереданоДПЛуганськвугіллярочікуванийрічнийекономічнийефектстановитьтисгрн

 РекомендаціїщодопідвищенняефективностіроботисистемконвеєрноготранспортунашахтіАлмазнашуДобропольскоеіпереданоПСПШУДобропольскоеТОВДТЕКДобропіллявугілляр

 РекомендаціїщодопідвищенняефективностіроботисистемконвеєрноготранспортунашахтахДПКрасноармійськвугілляр

Апробаціярезультатівдисертаційноїроботи

Основніположенняроботитарезультатидослідженьдоповідалисьіотрималисхваленняназасіданнях

 МіжнародноїнауковотехнічноїконференціїАвтоматизаціяпроблемиідеїрішенняСевастопольрокиМіжнародноїконференціїФорумгірниківДніпропетровськрМіжнародноїшколисемінаруТеоріяприйняттярішеньУжгородрокиМіжнародноїнауковопрактичноїконференціїМатематичнетапрограмнезабезпеченняінтелектуальнихсистемДніпропетровськр

науковотехнічноїрадинауковопроектногоцентруДТЕКДніпропетровськр

ОсобистийвнесокавтораОсновнірезультатидисертаційноїроботияківиносятьсяназахистотриманіздобувачемособистотаопублікованівроботіПрицьомуроботиопублікованівєдиномуавторствіВроботахопублікованихвспівавторствіздобувачевіналежатьтакірезультатирозробленометодикуоцінкипоказниканадійностістрічковогоконвеєраотриманозначенняінтенсивностейпростоївівідновленьстрічковихконвеєріввумовахїхексплуатаціїнагірничихпідприємствахрозробкаметодикитарозрахуноккритеріївефективностіроботикрутопохилогоконвеєрарозробленометодвизначенняпараметрівадаптивногоуправліннясистемоюпідземногоконвеєрноготранспортузбункерамиотриманорівнянняКолмогороващоописуєвипадковийпроцесзміникількостівантажувусереднюючомубункеріотриманорішенняцьогорівняннявизначеносереднійобємвантажувбункерірозробленометодвизначенняенергоємностітранспортуваннясистемконвеєрноготранспортудеревовидноїсамоподібноїструктуризкерованимибункерамизвикористаннямметодудинамікисередніхдлямарковськихпроцесіврозробленометодвизначенняпропускноїздатностісистемиконвеєрноготранспортусамоподібноїдеревовидноїструктуризбункерамищопрацюютьвнекерованомурежимірозробленометодикувизначеннякритеріївнадійностітавідносногоенергоспоживанняконвеєріврозробленоалгоритмадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортузбункерамищопрацюютьвкерованомурежимірозробленоматематичнумодельфункціонуванняакумулюючогобункеращопрацюєвсистеміконвеєрноготранспортувкерованомурежиміуразідвохшвидкісногоживильниказвикористаннямметодудинамікисередніхдлямарковськихпроцесіврозробленометодвизначенняпропускноїздатностісистемиконвеєрноготранспортусамоподібноїдеревовидноїструктуризбункерамищопрацюютьвкерованомурежимірозробленометодвизначенняпропускноїздатностісистемиконвеєрноготранспортузпослідовниміпаралельнимзєднаннямконвеєрівібункерівуразінеобмеженогообємубункеравизначеномінімальнийобємакумулюючогобункерарозробленометодуправлінняшвидкістюстрічкиконвеєраякийзабезпечуємінімальніенерговитратинатранспортуваннявантажурозробленоалгоритмімітаційногомоделюванняфункціонуванняусереднюючоготаакумулюючогобункерівщопрацюютьвсистеміконвеєрноготранспортувстановленозалежністьпотужностіприводуконвеєраприрегулюванніінерегулюваннішвидкостістрічкирозробленометодологіюадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортуяказасновананапринципіуправлінняскладнимиієрархічнимисистемамизапропонованометодуправлінняусереднюючимбункеромщопрацюєврежиміпідтримкивньомуобємувантажувзаданихмежахрозробленоалгоритмоптимальноготаадаптивногоуправліннябункеромрозробленоспрощенумарковськумодельсистемиконвеєрбункерконвеєрзакумулюючимбункеромщопрацюєвнекерованомурежиміпоставленозадачуоптимальноготаадаптивногоуправліннясистемоюпідземногоконвеєрноготранспортувугільнихшахтізскладноюсамоподібноюдеревовидноюструктуроювизначеноглобальнуфункціюціліпроведенофрактальнийаналізструктурнихсхемконвеєрноготранспортугірничихпідприємстврозробленометодвизначеннясередньоїпропускноїздатностісистемконвеєрноготранспортузрізноюсамоподібноюструктуроюотриманоаналітичнузалежністьобємувантажувбункеріщопрацюєвсистеміконвеєрноготранспортувнекерованомурежимівідобємубункераіпродуктивностіживильникарозробленоматематичнутаімітаційнумоделіфункціонуванняусереднюючоготаакумулюючогобункерівконвеєрнихлінійвугільнихшахтзапропонованосистемуадаптивногоуправлінняконвеєрнимилініямигірничихпідприємствбезбункеріврозробленозагальнийалгоритмїхоптимальногоуправлінняпоставленозадачуоптимальноготаадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортугірничихпідприємствзвикористаннямметодуХовардадлямарковськихпроцесівотриманосистемурівняньщовизначаєсереднюкількістьвантажувакумулюючомубункеріякийпрацюєвсистеміконвеєрноготранспортувнекерованомурежиміпоставленозадачуоптимальногоуправлінняпідземнимконвеєрнимтранспортомзбункерамивизначеноглобальнуфункціюціліталокальнікритеріїефективностіцієїзадачірозробленоматематичнумодельсистемиконвеєрноготранспортузпослідовнимзєднаннямбункерівщопрацюютьвнекерованомурежимірозробленоматематичнумодельфункціонуваннясистемипідземногоконвеєрноготранспортутапоставленозадачуоптимальногоуправліннявизначенозагальнийкритерійоптимізаціїбравучастьврозробціформулвинаходів

ПублікаціїОсновнийзмістдисертаціївикладеновдрукарськійроботівчисліякихмонографіястатейвнауковихфаховихвиданняхізякихстаттявзакордонномувиданнітастатейувиданняхяківходятьдоМіжнароднихнаукометричнихбазвтомучислівтезидоповідейнанауковихконференціяхпатентиУкраїни

СтруктураіобсягроботиДисертаціяскладаєтьсязівступурозділіввисновківспискувикористанихджерелізнайменуваньідодатківміститьсторінокмашинописноготекстувтомучислірисункатаблицьсторінокдодатків

ОСНОВНИЙЗМІСТРОБОТИ

УпершомурозділівиконанооглядйаналізструктуритаефективностіпроцесуфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортуізрозгалуженоюструктуроюнаприкладігірничихпідприємствВизначеноосновнічинникищознижуютьїхнюпропускнуздатністьіпідвищуютьенерговитратинатранспортуваннявантажуДоцихфакторіввпершучергувідносятьсяпростоїконвеєрногообладнаннячерезаварійнітехнологічнітаорганізаційніпричининерівномірністьвантажопотоківщонадходятьвсистемутранспортумісцерозташуванняівеличинаоб’ємівакумулюючихбункеріватакожпостійназмінаструктуритранспорту

Данооглядіаналізробітзмоделюванняфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортутаакумулюючихбункерівякіпрацюютьврізнихрежимахатакожаналізробітпоенергетичнійефективностіметодамізасобамсистемуправлінняконвеєрнимтранспортом

Врезультатісформульованопроблемиідеятазадачідосліджень

Системиконвеєрноготранспортуєоднимзосновнихвидівтранспортувгірничодобувнійметалургійнійтаіншихгалузейпромисловості

Основноюперевагоюконвеєрноготранспортупередіншимивидамитранспортуєвисокапродуктивністьнадійністьіздатністьтранспортуватинасипнівантажіякпогоризонтальнихтакіпопохилихділянкахздатністьдоавтоматизаціїнизькатрудомісткістьобслуговування

Основнимнедолікомконвеєрноготранспортуєнедовантаженнямконвеєрівчерезпростоїконвеєрногообладнаннятанерівномірністьвантажопотоківщонадходятьвсистемутранспорту

СистемиконвеєрноготранспортумаютьскладнурозгалуженуструктурущовключаєбункериживильникиіперевантажувальнівузлиВідмовабудьякогоконвеєраможепривестидопростоюконвеєрнихлінійіякнаслідокдосуттєвогозниженняпродуктивностісистемиконвеєрноготранспорту

ЗастосуваннярезервнихконвеєрнихлінійчерезвеликувартістькапітальнихвитратнеможливоТомудляпідвищенняпропускноїздатностітазниженняенерговитратнатранспортуваннявантажувсистемахконвеєрноготранспортузастосовуютьакумулюючібункери

ОднакчерезчастіпереповненняакумулюючихбункерівіякнаслідокзбільшенняенерговитратнатранспортуваннявантажучерезнедовантаженняконвеєрнихлінійвсистемахконвеєрноготранспортуефективністьїхзастосуваннянизькаТомудляпідвищенняефективностізастосуванняакумулюючихбункеріввсистемахконвеєрноготранспортунеобхіднорозробитиметодиіспособипідвищенняїхпропускноїздатностітаенергоємностітранспортуваннявантажуОднимізшляхівпідвищенняефективностіфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортуєуправлінняоб’ємомвантажувакумулюючихбункерахірегулюванняшвидкостіживильниківістрічкиконвеєрівзадопомогоюконтролерівічастотнихперетворювачів

ЗастосуваннякомпютерногоуправліннядозволитьвибратиоптимальніпараметриірежимифункціонуваннясистемконвеєрноготранспортуітимсамимпідвищитиїхпропускнуздатністьізнизитиенергоємністьтранспортуваннявантажуДляцьогонеобхідноматиматематичнімоделіпроцесуфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроюзурахуваннямпростоївконвеєрногообладнанняінерівномірностівантажопотоківщонадходятьдосистемитранспортуінаосновіцьогорозробитиметодивизначенняпоказниківефективностіатакожметодиоптимальноготаадаптивногоуправлінняконвеєрнимтранспортом

Оглядіаналізнауковотехнічноїлітературищодосистемконвеєрноготранспортупоказавщоіснуючіматематичнімоделінадійностітафункціонуваннясистемконвеєрноготранспортуатакожметодирозрахункупоказниківефективностіїхфункціонуваннятауправліннянимиможутьзастосовуватисялишедляпростихсхемтранспортузневеликоюкількістюконвеєрівменшеп’яти

Прицьомуцімоделітаметодинеможутьбутивикористанідлярозрахункуіпрогнозуванняпоказниківефективностіатакождлявизначенняпараметрівоптимальногоуправліннясистемамиконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроюзвеликоюкількістюконвеєрівбільшеп’яти

Длядослідженнятакихскладнихсистемконвеєрноготранспортузбункерамиможутьзастосовуватисяметодисистемногоаналізутаоптимальногоуправління

КрімтогоприуправліннісистемоюконвеєрноготранспортузрозгалуженоюструктуроюівеликоюкількістюконвеєрівчерезнедостатністьапріорноїінформаціїнеможливопрактичнореалізуватиалгоритмиоптимальногоуправлінняВцьомувипадкуможназастосуватиметодадаптивногоуправлінняприякомунедостатністьінформаціївизначаютьзапоточнимизначеннямипараметрівфункціонуваннясистемиконвеєрноготранспорту

Такимчиномнеобхіднорозробитиматематичнімоделітавизначитипоказникиефективностіпроцесівфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортузрозгалуженоюструктуроюінапідставіцьогостворитиметодирозрахункуіпрогнозуванняпоказниківефективностіатакожметодиоптимальноготаадаптивногоуправліннясистемамиконвеєрноготранспортущопідвищуютьїхпропускнуздатністьізнижуютьенерговитратинатранспортуваннявантажу

Удругомурозділірозглянутоматематичнімоделіфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортубезбункерівіматематичнімоделіфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортузакумулюючимибункерами

СтруктурнийаналізсистемконвеєрноготранспортупоказавщовонипредставляютьсобоюорграфспрямованийграфізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюрисТакуструктуруконвеєрноготранспортуможнапояснитиповтореннямтехнологічногоциклувидобуткукориснихкопалинУрезультатікожнановаділянкаконвеєрноготранспортуприєднуєтьсядовжеіснуючоїсистемиутвореноїврезультатібезлічітехнологічнихциклівщоповторюються

ЦейпроцесможнапорівнятизпроцесомзростаннядеревадецикломєзмінапіррокувесналітоосіньзимаТомуматематичнемоделюваннявроботістосуєтьсятількисистемконвеєрноготранспортуізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюПрицьомусистемиконвеєрноготранспортузпослідовниміпаралельнимзєднаннямконвеєрівєокремимивипадкамирис

ПриматематичномумоделюванніпроцесуфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортупередбачаєтьсящоінтерваличасуроботиіпростоївконвеєрівнезалежнітарозподіленізаекспоненціальнимзакономзвідомимипараметрамирозподілуВцьомувипадкуфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортубудьякоїструктуриєвипадковиммарковскимпроцесомзбезперервнимчасомідискретнимифазовимистанамищоописуютьсярівняннямиКолмогоровавідносноймовірностейзнаходженнясистемивданиймоментчасувмустані



—



деінтенсивністьпростоївабовідновленьприпереходісистемиконвеєрноготранспортузгостанувйстанхв

ддеревовиднаструктураз’єднання

конвеєріввіялова

РисСтруктурнісхемиконвеєрноготранспортубезбункерів

—н і—і ——І — і—

бповнепаралельнез’єднання

конвеєрівібункерів

гсамоподібнадеревовиднаструктура

з’єднанняконвеєрівібункерів

РисСтруктурнісхемиконвеєрноготранспортузбункерами

ЗадопомогоюрівнянняКолмогороваможнавизначитикоефіцієнтготовностіісереднюпропускнуздатністьсистемиконвеєрноготранспортубезбункерівізакумулюючимибункерамидляпростоїсхемипослідовногозєднанняконвеєрівібункерів

ДлясистемконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроюізвеликоюкількістюконвеєрівпростійодногоабодекількохконвеєрівнеприводитьдозупинкивсієїсистемиконвеєрноготранспортутобтоїїкоефіцієнтготовностідорівнюєодиниціТакісистеминазиваютьсясистемамизнеповнимивідмовамиВцьомувипадкусистемаконвеєрноготранспортухарактеризуєтьсяпоказникамиефективностітобтосередньоюпропускноюздатністюісередньоюенергоємністютранспортування

Середняпропускназдатністьбудьякоїсистемиконвеєрноготранспортубезбункеріввизначаєтьсязаформулою

 

І

депропускназдатністьсистемиконвеєрноготранспортуяказнаходитьсявмустанітхврімовірністьзнаходженнясистемиконвеєрноготранспортувмустанікількістьможливихфазовихстанівсистемиконвеєрноготранспорту

СистемиконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроюмаютьвеликукількістьфазовихстанівтомудлянихскластисистемурівняньКолмогоровапрактичнонеможливо

ТомувроботіпримоделюванніфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортубезбункерівізбункерамибуловикористанометоддинамікисередніхдлямарковськихпроцесівЦейметодполягаєвтомущоскладаєтьсянерівнянняКолмогоровавідносноневідомихімовірностейстанівсистемиконвеєрноготранспортуапотімпіслявизначенняцихімовірностейобчислюютьсясереднізначенняпоказниківефективностіфункціонуваннясистемитранспортуавідразускладаєтьсярівняннявідноснопоказниківефективностіфункціонуваннясистемиконвеєрноготранспортузокремавідносносередньоїпропускноїздатностііенергоємностітранспортуваннятаїхдисперсій

Крімтоговроботідляотриманняхарактеристиксистемконвеєрноготранспортукрімметодівдинамікисередніхвикористовуютьсявластивостісамоподібностідеревовидноїструктурисистемитранспорту

УроботібулорозробленометодвизначеннясередньоїпропускноїздатностісистемконвеєрноготранспортубезбункерівзпослідовниміпаралельнимзєднаннямконвеєріватакожізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюрисПрямокутникамипозначеніконвеєрнілініїякіявляютьсобоюсистемупослідовнозєднанихконвеєрів

Врезультатісередняпропускназдатністьсистемиконвеєрноготранспортуізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюдиврисевизначаєтьсязаформулою

Уформулівизначаєтьсяізрекурентнихспіввідношень

ногодеревовидногографатхвскоефіцієнтпростоюїконвеєрноїлініїстволовогошляхуугікоефіцієнтпростоюіїконвеєрноїлініїзабійногошляхусереднявеличинавантажопотокущонадходитьнаіуконвеєрнулініюзабійногошляхутхвкількістьзабійнихшляхіввсистеміконвеєрноготранспорту

Стволовийшляхланцюгконвеєрнихліній

Вихід

Забійнішляхи

РисРозрахунковасхемасистемиконвеєрноготранспорту

ізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюбезбункерів

Значеннясередньоїпропускноїздатностісистемиконвеєрноготранспортуізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюбезбункерівякуобчисленозадопомогоюрозробленогометодувідрізняєтьсявідзначеннясередньоїпропускноїздатностіякуотриманозадопомогоюімітаційногомоделюваннянебільшеніжна

Длявизначеннясередньоїпропускноїздатностісистемконвеєрноготранспортузакумулюючимибункерамиспочаткувизначаласяпропускназдатністьнайпростішоїсистемиконвеєрбункерконвеєрприрізнихрежимахроботиакумулюючогобункера

Вданийчасвсистемахконвеєрноготранспортуширокезастосуванняотрималиакумулюючібункерищопрацюютьвнекерованомурежимітаврежиміпідтримкивнихоб’єміввантажувзаданихмежахтобтоукерованомурежимі

Принекерованомурежиміроботиакумулюючогобункеранадбункернийконвеєрзупиняєтьсяяктількиоб’ємвантажувбункерідосягнемаксимальногодопустимогозначенняівключаєтьсяяктількиоб’ємвантажувбункерістанеменшезацемаксимальнедопустимезначенняПрицьомурозвантаження

бункерабудепрацюватипостійнонавітьприпорожньомубункеріВцьомурежиміроботиакумулюючогобункеравразівеликоївисотибункеравиникаєнебезпекапрямогопадіннявантажунаживильникіякнаслідокйогочастівідмовиКрімтоговцьомурежиміроботибункеразбільшуєтьсякількістьпростоївзабійнихшляхівчерезчастізупинкинадбункерноїконвеєрноїлінії

Уразіроботиакумулюючогобункеравкерованомурежиміякщокількістьвантажувбункерідосягаєзаданогомаксимальногозначеннятоживильниквмикаєтьсяівимикаєтьсяпридосягненнімінімальногозаданогооб’ємувантажувбункеріПрицьомунадбункернийконвеєрпрацюєпостійноівимикаєтьсятількипридосягненніоб’ємувантажувбункеріщодорівнюємаксимальномудопустимомузначеннюрис

ПрироботіакумулюючогобункеравкерованомурежиміпідтримуєтьсябезперервнароботанадбункернихконвеєрнихлінійтаочиснихзабоївітимсамимзбільшуєтьсяпродуктивністьсистемиконвеєрноготранспортуКрімтогоприцьомурежиміроботибункеразберігаєтьсяпевнакількістьвантажувбункерійтимсамимзбільшуєтьсянадійністьживильника

Акумулюючийбункерякийпрацюєвкерованомурежимівосновномузастосовуєтьсянамагістральнихконвеєрнихлініяхіназбірнихконвеєрахаакумулюючібункерищопрацюютьвнекерованомурежимізастосовуютьсянадільничнихконвеєрнихлініяхзобємомбункераменшимзам

УроботінаосновітеоріїмарковськихпроцесівітеоріїймовірностірозробленоматематичнімоделіпроцесуфункціонуванняпростішоїсистемиконвеєрбункерконвеєрзакумулюючимбункеромщопрацюєвнекерованомутакерованомурежимахВрезультатіотриманоаналітичнізалежностісередньоїпропускноїздатностівідвеличинисередньоговантажопотокущонадходитьвбункерісередньоговантажопотокущорозвантажуєтьсяізбункеруітакожвідоб’ємубункера

Длябункеращопрацюєвнекерованомурежимісередняпропускназдатністьвизначаєтьсязаформулами



—УЦ

ТутЦіЦінтенсивностіпростоївівідновленьнадбункерногоі

 з

підбункерногоконвеєріввідповіднохвобємакумулюючогобункерам

укоефіцієнтпростоюнадбункерногоконвеєраукоефіцієнтпростоюпідбункерногоконвеєрасереднявеличинавантажопотокущонадходитьнанад

бункернийконвеєртхвпродуктивністьживильникатхвобємбунке

З з

рамрпитомамасавантажущотранспортуєтьсятм

Прироботіакумулюючогобункеравкерованомурежимісередняпропускназдатністьсистемиконвеєрбункерконвеєрвизначаєтьсязаформулами

де——

З

Тутмінімальнийзаданийоб’ємвантажувбункеріммаксима

З

льнийзаданийоб’ємвантажувбункеріммаксимальнаімінімальначастиниоб’ємуакумулюючогобункеращонезаповненівантажемвідповідно

Нарисункахіпоказанографікизалежностісередньоїпропускноїздатностісистемиконвеєрбункерконвеєрзакумулюючимбункеромщопрацюютьвнекерованомурежимівідоб’ємубункераприрізнихзначенняхпродуктивностіживильника

НарискривимвідповідаютьзначеннятхвНарискривимвідповідаютьзначеннятхвПрицьомуквадратикаминаграфікахпоказанорезультатиімітаційногомоделювання

Уразіроботиакумулюючогобункеравкерованомурежиміграфікизалежностісередньоїпропускноїздатностівідоб’ємунезаповненоювантажемчастинибункерамаютьтойсамийвидщоіграфікивразіроботибункеравнекерованомурежимідиврисірис

РисГрафікизалежності РисГрафікизалежності

тсвідпри відпри

Врезультатідослідженьвстановленощосередняпропускназдатністьтссистемиконвеєрбункерконвеєрвразіроботиакумулюючогобункеравнекерованомутакерованомурежимахприбудьякихспіввідношенняхсередніхвантажопотоківщонадходитьвбункерірозвантажуєтьсязньогозі

збільшеннямоб’ємубункераабонезаповненоювантажемчастинибункераспочаткузбільшуєтьсяапотімпризбільшеннііасимптотичнопрямуєдопостійногозначеннящодорівнюєприіпри

ПрицьомупропускназдатністьтсзізбільшеннямпризбільшуєтьсяаприсередняпропускназдатністьтспрактичнонезмінюєтьсяРезультатитеоретичнихдослідженьвідрізняютьсявідрезультатівімітаційногомоделюваннянебільшеніжна

Дослідженняпоказалищопропускназдатністьсистемиконвеєрбункерконвеєрприроботіакумулюючогобункеравнекерованомутакерованомурежимахзізбільшеннямінтенсивностейпростоївнадбункерногоіпідбункерногоконвеєрівзменшується

Крімтоговизначеномаксимальнийоб’ємакумулюючогобункерабільшзаякийпропускназдатністьакумулюючогобункеращопрацюєвсистеміконвеєрноготранспортупрактичнонезбільшуєтьсяПрицьомумаксимальнийоб’ємакумулюючогобункеравизначаєтьсязаформулою

КЯРє

р

З

деУттмінімальнийдопустимийоб’ємвантажувакумулюючомубункерімвзаданаточністьєтхв

Аналогічнозвикористаннямметодудинамікисередніхдлямарковськихпроцесівтаурахуваннямсамоподібностіструктурисистемиконвеєрноготранспортуотриманозалежностісередньоїпропускноїздатностісистемконвеєрноготранспортузпослідовниміпаралельнимзєднаннямконвеєрівібункеріватакожсистемиконвеєрноготранспортуізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюзбункерамищопрацюютьвнекерованомутакерованомурежимах

Уразіроботиакумулюючихбункеріввнекерованомурежимісередняпропускназдатністьсистемиконвеєрноготранспортуізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюрисвизначаєтьсязаформулою



 

Востаннійформулівизначаєтьсязрекурентнихспіввідношень

к

ТутсереднявеличинавантажопотокущонадходитьдогозабійногошляхутхвпродуктивністьживильникагоакумулюючогобункерастволовогошляхутхвкоефіцієнтпростоюїконвеєрноїлініїстволовогошляхуусеквівалентнийкоефіцієнтпростоюсистемитранспортудогобункерастволовогошляхуузеквівалентнийкоефіцієнтпростоюгозабійногошляхусистемитранспортуінтенсивністьвідновленьіїконвеєрноїЛІНІЇстволовогошляхухв середняінтенсивністьвідновленьсистемиконвеє

рноготранспортудогобункерахвкількістьзабійнихшляхів

Еквівалентнікоефіцієнтипростоївзабійнихшляхівзбункерамивизначаютьсязаформулою

десередняпропускназдатністьгозабійногошляхусистемитранспортутхв

Уразіроботибункеріввкерованомурежимісередняпропускназдатністьтссистемиконвеєрноготранспортуізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюдиврисвизначаєтьсязаформулою

тс

 

Востаннійформулітсвизначаєтьсязрекурентнихспіввідношень

об’ємиакумулюючихбункерівстволовогошляхуммінімальнізаданіоб’ємивантажувбункерахстволовогошляхуммаксимальнізаданіоб’ємивантажувбункерахстволовогошляхуммінімальніта

максимальніобєминезаповненихвантажемчастинакумулюючихбункерів



стволовогошляхувідповідном

Розрахункипоказалищосередняпропускназдатністьсистемиконвеєрноготранспортузбункерамищопрацюютьвкерованомурежимінабільшезасереднюпропускнуздатністьтієїжсистемиконвеєрноготранспортузнекерованимибункерами

ОтриманітеоретичнірезультатидобрезбіглисязданимиексплуатаціїПохибканеперевищує

Утретьомурозділіданопоняттяенергоємностітранспортуванняівизначенопоказникенергетичноїефективностіпроцесуфункціонуваннясистемконвеєрноготранспорту

Енергоємністьтранспортуваннястрічковогоконвеєравизначаєтьсяпотужністюелектроприводуконвеєращойденаподоланнясилопорурухувантажутастрічкипоставустрічковогоконвеєранаподоланнясилитяжінняприпідйомівантажуатакожнавтратиенергіївприводіконвеєра

ЕнергоємністьтранспортуваннясистемиконвеєрноготранспортувизначаєтьсясумарноюпотужністюприводівконвеєрівіживильниківщойденатранспортуваннявантажуяказалежитьвідпростоївконвеєрногообладнаннящовиникаютьзаварійнихтехнологічнихіорганізаційнихпричинатакожзалежитьвідвеличинивантажопотоківщонадходятьдосистемитранспортуПризбільшенніпропускноїздатностісистемиконвеєрноготранспортуенергоємністьтранспортуваннязбільшуєтьсяПрицьомуякщопропускназдатністьмінімальнатоенерговитратинатранспортуваннявантажутакожмінімальні

ВроботізапоказникенергетичноїефективностіфункціонуваннясистемиконвеєрноготранспортуприймаєтьсякомплекснийпоказникщодорівнюєвідношеннюсередньоїенергоємностітранспортуваннядосередньоїпропускноїздатностісистемитранспортуТобтопоказникенергетичноїефективностіфункціонуваннясистемиконвеєрноготранспортуцепитомаенергоємністьтранспортуваннявантажуякавизначаєтьсязаформулою



Е——кВтгодт 



десередняпропускназдатністьсередняпродуктивністьсистемиконвеєрноготранспортутхвсередняенергоємністьтранспортуваннясистемиконвеєрноготранспортукВт

Аналогічноякіпривизначеннісередньоїпропускноїздатностісередняенергоємністьтранспортуваннясистемиконвеєрноготранспортувизначаєтьсяякматематичнеочікуваннявідвипадковоївеличиниенергоємностітранспортуваннязаформулою

Т 



ТутенергоємністьтранспортуваннясистемиконвеєрноготранспортущознаходитьсявмустанікВтякавизначаєтьсязаформулою

тк

 



депотужністьщоспоживаєтьсяприводомгострічковогоконвеєраколисистемазнаходитьсявмустанікВткількістьпрацюючихконвеєріввсистеміконвеєрноготранспортущознаходитьсявмустані

Потужністьспоживанаприводомстрічковогоконвеєразалежитьвідпогонногонавантаженняпараметрівконвеєрайвизначаєтьсязаформулою

довжинагоконвеєрамкоефіцієнткорисноїдіїприводугоконвешвидкістьстрічкигоконвеєрамсвідповіднопогонніва

гинасипноговантажуістрічкигоконвеєраНмвідповіднопогонні

вагичастинщообертаютьсяроликоопорверхніхінижніхгілокстрічкигоконвеєраНмкутнахилугоконвеєраградкоефіцієнтщовраховуємісцевийопіргоконвеєрашкоефіцієнтопорурухустрічкизвантажемпороликоопорахгоконвеєра

Середняенергоємністьтранспортуваннясистемиконвеєрноготранспортутаксамоякісередняпропускназдатністьзалежитьвідструктурноїсхемисистемиконвеєрноготранспортупогонногонавантаженняпараметрівконвеєріватакожвідінтенсивностейпростоївівідновленьконвеєрів

Длявизначенняенергоємностітранспортуваннясистемконвеєрноготранспортутакожвикористовувавсяметоддинамікисередніхдлямарковськихпроцесівзурахуваннямсамоподібностіструктуриконвеєрноготранспорту

Врезультатіотриманорекурентніформулищовизначаютьенергоємністьтранспортуваннясистемконвеєрноготранспортузпослідовниміпаралельнимзєднаннямконвеєріватакожізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюбезбункерівізбункерами

Вразісистемиконвеєрноготранспортуізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюбезбункерівдивриссередняенергоємністьтранспортуваннявизначаєтьсязаформулою

 



Тутвизначаєтьсяізрекурентнихспіввідношень

   

 Уз ЛАУ

Уформулівизначаєтьсяізрекурентнихспіввідношень

ТутсередніенергоємностітранспортуваннясистемитранспортудоготаігобункерівстволовогошляхукВтсередняенергоєм

ністьтранспортуванняіїконвеєрноїлініїстволовогошляхукВтсередняенергоємністьтранспортуванняігозабійногошляхукВт

Наосновіотриманиханалітичнихзалежностейдослідженовпливсередніхвантажопотоківщонадходятьдосистемиконвеєрноготранспортуоб’ємівакумулюючихбункерівіоб’єміввантажувнихпродуктивностейживильниківінтенсивностейпростоївівідновленьконвеєрівнасереднюпропускнуздатністьсереднюенергоємністьтранспортуванняіпитомуенергоємністьсистемиконвеєрноготранспортузбункерами

НарисункахпоказанографікизалежностейсередньоїпропускноїздатностісередньоїенергоємностітранспортуванняіпитомоїенергоємностіЕсистемиконвеєрбункерконвеєрвідсередньоївеличинивантажопотокущонадходитьнанадбункернихконвеєрприрізнихзначенняхоб’ємуакумулюючогобункеращопрацюєвнекерованомурежиміірізнихзначенняхоб’ємунезаповненоювантажемчастинибункеращопрацюєвкерованомурежимідиврисдемммматакожприрізнихзначенняхпродуктивностіживильникадиврисдетхвтхвтхв

Врезультатідослідженьвстановленощосередняпропускназдатністьісередняенергоємністьтранспортуваннясистемиконвеєрбункерконвеєрпризізбільшеннямсередньоговантажопотокущонадходить

нанадбункернийконвеєрзбільшуютьсязалінійнимзакономнезалежновідрежимуроботиакумулюючогобункераПрицьомусередняпропускназдатністьзізбільшеннямприпрактичнонезмінюєтьсяасередняенергоємністьтранспортуваннязізбільшеннямспочаткузменшуєтьсяапотімпрямуєдопостійногозначенняКрімтогосередняпропускназдатністьісередняенергоємністьтранспортуванняпринезалежатьвідабо

іпризізбільшеннямабоізбільшуютьсяПитомаенергоємністьЕсистемиконвеєрбункерконвеєрнезалежновідрежимуроботиакумулюючогобункерапризізбільшеннямзменшуєтьсязагіперболічнимзакономіпризізбільшеннямасимптотичнопрямуєдопостійногозначенняПрицьомуприпитомаенергоємністьЕпрактич

нонезалежитьвідзначеньабоіприпитомаенергоємністьЕзізбільшеннямзменшуєтьсяіпрактичнонезалежитьвідзначеньі

ТакожврезультатідослідженьвстановленощовразірівностісередніхвантажопотоківщонадходитьдоакумулюючогобункераірозвантажуєтьсязньогосередняпропускназдатністьнабуваємаксимальногозначенняапитомаенергоємністьсистемиконвеєрноготранспортунабуваємінімальногозначенняПрицьомупитомаенергоємністьсистемиконвеєрноготранспортузбункерамищопрацюютьвкерованомурежимінабільшазапитомуенергоємністьтієїжсистемиконвеєрноготранспортузнекерованимибункерами

Вчетвертомурозділіданокласифікаціюбункерівконвеєрноготранспортутааналізїхроботи

Розробленоалгоритмиімітаційногомоделюванняфункціонуванняакумулюючихбункерівзадопомогоюякихпроведеноаналізроботибункерівврізнихрежимахвсистеміконвеєрноготранспорту

НаосновірозробленоївдругомурозділіматематичноїмоделіфункціонуваннясистемиконвеєрбункерконвеєрувипадкахроботиакумулюючогобункеравнекерованомутакерованомурежимахвизначеносереднійобємвантажувакумулюючомубункеріприрізнихспіввідношенняхсередньоговантажопотокуШдщопоступаєвбункерісередньоговантажопотокущорозвантажуєтьсязнього

Врезультатівстановленощовразіроботиакумулюючогобункеравнекерованомурежимііззбільшеннямпродуктивностіживильникасереднійобємвантажувакумулюючомубункерізменшуєтьсявідзначеннящодорівнюєобємубункерапридодеякогопостійногозначенняприда

ПрицьомувразірівностісередньоговантажопотокущопоступаєвбункерісередньоговантажопотокущорозвантажуєтьсязбункератобтоприШдсереднійобємвантажувбункері

Крімтоговрезультатіаналізувстановленощочимближчедомісцянадходженнявантажувсистемуконвеєрноготранспортурозташованийакумулюючийбункерщопрацюєвнекерованомурежимітимсереднійобємвантажувбункерібільшеачимближчеакумулюючийбункеррозташованийдовиходуізсистемиконвеєрноготранспортутобтоближчедопристволовогодворутимсереднійобємвантажувбункеріменше

ВразіроботиакумулюючогобункеравкерованомурежиміпроцесйогофункціонуванняявляєсобоюкусковомарковськийпроцесщоскладаєтьсязпроцесузавантаженняпринепрацюючомуживильникуіпроцесурозвантаженнябункераприпрацюючомуживильникурисПрицьомуякщоприпуститищообємвантажувбункерієергодичнимвипадковимпроцесомтосереднійобємвантажувбункерівцьомурежиміроботивизначаєтьсязвиразу

дезагальнийсереднійчасциклузавантаженняірозвантаженнябункерас—і—середнічасизавантаженняірозвантаженнябункеравідповідносЪсчасциклузавантаженняірозвантаженнябункерасзрчасзавантаженняірозвантаженнябункеравідповідносазасередніквадратичнівідхиленнячасівзавантаженняірозвантаженнябункеравідповіднос

ДлявизначеннясередніхчасівзавантаженняірозвантаженняакумулюючогобункератаїхсередніхквадратичнихвідхиленьаіавроботінапідставіметодуПо

нтрягінадлямарковськихпроцесівзбезперервнимчасомідвохфазовимстаномотриманосистемирівняньвідносносередніхчасівзавантаженняірозвантаженнябун

де

ВрівнянняхІзприІпри

Тутсереднічасизаповненнязаданоїкількостівантажувбункеряківідповідаютьвпочатковиймоментчасупершомудругомутретьомуічетвертомустанамнадбункерногоіпідбункерногоконвеєрівсистемиконвеєрбункерконвеєрвідповіднопоточнезначеннякількостівантажувбункері

Прицьомупершийстанконвеєрнихлінійцієїсистемивідповідаєроботінадбункерногоконвеєраіроботіпідбункерногоконвеєрадругийстанвідповідаєроботінадбункерногоконвеєраіпростоюпідбункерногоконвеєратретійстанвідповідаєпостоюнадбункерногоконвеєраіроботіпідбункерногоконвеєрачетвертийстанвідповідаєпростоюнадбункерногоконвеєраіпростоюпідбункерногоконвеєра

Початковіумовидлясистемирівняньприймаютьвиглядпри



Длясередніхквадратичнихвідхиленьчасівзавантаженняірозвантаженнябункерамаємо

ах—і 

Тутагпочатковідругімоментичасузавантаженняірозвантаженнябункеращовідповідаютьрізнимпочатковимстанамнадбункерногоіпідбункерногоконвеєрівяківизначаютьсяізсистемирівнянь



ц—

ц—

Длясистемирівняньпочатковіумовимаютьвиглядпри



ВизначаючизцихрівняньзначенняЗІірдляперіодівзавантаження

тарозвантаженняакумулюючогобункераобчислимозначеннясередніхчасівзавантаженняірозвантаженняакумулюючогобункераякматематичнесподіваннявеличині

 РІ

Нарисункупоказанографікизалежностісередньогообємувантажувбункерівідпродуктивностіживильникаприрізнихзначенняхінтенсивностіпростоївнадбункернойконвеєрноїлінії

 

хвПрицьомувхідніданіприймализначеннятхвмУмцхвХхврхв

ТамжепоказанорезультатиімітаційногомоделюванняпритихжезначенняхХ•Ххв▲Ххв♦Ххв

Ізрисвиднощосереднійобємакумулюючогобункераіззбільшеннямпродуктивностіживильниказменшуєтьсязапараболічнимзакономіпридаасимптотичнопрямуєприблизнодопівсуми

мінімальногоімаксимального



заданихобєміввантажувбункерітобтом

ДослідженняпоказалищосереднійобємвантажувбункерііззбільшеннямінтенсивностіпростоївнадбункерногоконвеєраХзменшуєтьсяаіззбільшеннямінтенсивностіпростоївпідбункерногоконвеєраХзбільшуєтьсяПрицьомуіззбільшенняммаксимальногозаданогообємувантажувбункерісереднійобємвантажувбункерітакожзбільшується

Крімтогобулоотриманоаналітичнівиразидлявизначеннясередньогообємувантажувбункеріщопрацюєвкерованомурежиміуразідвохшвидкісногоживильникаатакожуразізавантаженнябункерадвомапаралельнимиконвеєрамипритомужрежиміроботибункера

Прицьомувстановленощоуразідвохшвидкісногоживильникаіззбільшеннямпродуктивностідругогоживильникасереднійобємвантажувбункерізменшуєтьсяінадалііззбільшеннямнезалежновідпродуктивності

прямуєприблизнодопівсумизаданих

максимальногоімінімальногообєміввантажувбункерітобтодоПрицьомуіззбільшеннямменшоїпродуктивностіживильникасереднійобємвантажувбункеріпрактичнонезмінюється

Результатитеоретичнихдослідженьвідрізняютьсявідрезультатівімітаційнихдослідженьнебільшеніжна

Вп’ятомурозділіданозагальнусхемууправліннясистемоюконвеєрноготранспортуатакожметодитаспособипідвищенняенергетичноїефективностіїїфункціонування

Прицьомупоставленойвирішенозадачіоптимальногоіадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктурою

Черезскладністьсистемконвеєрноготранспортузрозгалуженоюструктуроюздійснитиуправліннянимиможливолишеприієрархічнійструктуріуправління

НаверхньомурівніуправліннявирішуєтьсязадачаавтоматизованогоуправлінняконвеєрнимилініямитобтоуправлінняздійснюєтьсязучастюлюдиниоператораудіалоговомурежиміПрицьомуякправилозадопомогоюперемиканнявантажопотокуміняєтьсяконфігураціяконвеєрноготранспортутобтозмінюєтьсяйогоструктура

Нанижніхрівняхуправліннявирішуєтьсязадачауправліннябункерамишвидкостямиконвеєраіживильника

Прицьомуінформаціяпрозначенняпараметрівфункціонуваннясистемиконвеєрноготранспортуяканеобхіднадляуправліннянанижньомурівніпоступаєзверхньогорівняуправління

Основноюзадачеюуправлінняконвеєрнимтранспортомнаверхньомурівніуправлінняєзабезпеченняйогомаксимальноїпропускноїздатностіпримінімальнихенерговитратахнатранспортуваннявантажу

Задачауправліннясистемоюконвеєрноготранспортуєзадачеюоптимальногоуправлінняскладноюсистемоюйвідноситьсядосистемногоаналізу

Однимізшляхіввирішенняцієїзадачіявляєтьсяуправліннявантажопотокамизадопомогоюакумулюючихбункерівірегулюванняшвидкостістрічкиконвеєрівізвикористаннямконтролерівічастотнихперетворювачів

Наверхньомурівніуправлінняконвеєрнимтранспортомзрозгалуженоюструктуроючерезскладністьумовексплуатаціїтавеликукількістьвхіднихданихдужеважкоотриматидостовірнуінформаціюпрозміннізовнішніумовитапараметрищохарактеризуютьстансистемитранспортувкожниймоментчасу

Томудляпідвищенняефективностіроботисистемиконвеєрноготранспортузрозгалуженоюструктуроювскладнихумовахексплуатаціїнеобхіднопередбачитиїїадаптивнеуправлінняякедозволитьуразізміниструктурисистемивеличинвантажопотоківщонадходятьдосистемитранспортупростоївконвеєрівчерезрізніпричинивідповіднозмінитишвидкостіконвеєрівіживильниківатакожрегулюватикількістьвантажувакумулюючихбункерахтакщобкритерійефективностіфункціонуваннясистемиконвеєрноготранспортубувбиоптимальним

Якнаголошувалосявищеоднимзметодівзниженняенерговитратпритранспортуваннівантажуєзменшенняшвидкостістрічкиконвеєрапризменшеннівеличинивантажопотокущонадходитьдосистемиконвеєрноготранспортутобтоуправлінняпогоннимнавантаженнямконвеєразарахунокрегулюванняшвидкостірухустрічкизадопомогоючастотнокерованогоприводу

Прицьомуметодіоптимальнимуправліннямшвидкістюстрічкиконвеєразпоглядуенерговитратбудетакеуправлінняприякомушвидкістьстрічкибудемінімальноюапогонненавантаженнянаконвеєріпідтримуватиметьсямаксимальним

ЯГЯГ 

Дослідженняпоказалищовтратиелектроенергіїпричастотномурегулюваннішвидкостістрічкиконвеєрауразізменшеннявдваразивеличиниванта

жопотокущопоступаєнаконвеєрзнижуютьсянавпорівняннізнерегульованоюшвидкістюконвеєра

НарисункупоказанографікизалежностіпитомоїенергоємностіЕсистемибункерконвеєрбункерзакумулюючимбункеромщопрацюєвнекерованомурежимівідсередньоговантажопотокутсякийпоступаєнанадбункернийконвеєрприрізнихзначенняхмаксимальноїприймальноїздатностінадбункерногоконвеєратхвПрицьомупродуктивністьживильникатхв

ДослідженняпоказалищопитомаенергоємністьЕсистемиконвеєрбункерконвеєрприуразірегулюванняшвидкостіпідбункерногоконвеєравсередньомунаменшазаенергоємністьЕцієїжсистемиуразінерегульованоїшвидкостістрічкипідбункерногоконвеєра

ЯкбулосказаноранішеакумулюючібункериможутьвикористовуватисьдляуправліннявантажопотокамищодозволитьзменшитипростоїтаенергетичнівтративсистеміконвеєрноготранспортуДляцьогонеобхідноуправлятикількістювантажувбункерізадопомогоюживильникатобтозадопомогоювключенняівиключенняживильникапідтримуватимінімальнийсереднійобємвантажувбункерізалежновідвеличинивантажопотокущонадходитьвбункерТакийрежимроботиакумулюючогобункератобтокерованийрежимбулорозглянутовище

НаосновірезультатівдослідженьпроцесівфункціонуванняакумулюючогобункеращопрацюєвкерованомубуловирішенозадачуірозробленоалгоритмоптимальногоіадаптивногоуправлінняакумулюючимбункеромПрицьомузакритерійефективностіуправлінняприймавсямінімальнийсереднійобємвантажувбункеріякийдорівнює

максимальнупропускнуздатністьімінімальнівитратиелектроенергіїнатранспортуваннявантажу

Класичніметодирозв’язкупоставленоїзадачіоптимальногоуправлінняуразірозгалуженоїтаскладноїструктурисистемиконвеєрноготранспортузкількістюбункерівіконвеєрівпризводятьдогроміздкихобчислювальнихпроцесівінапрактицізастосовуватисянеможуть

Вцьомувипадкузадачуоптимальногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроюнаверхньомурівніможнапредставитиякдворівневуієрархічнусистемуоптимальногоуправліннярис

Напершомурівніцієїсистемиоптимальногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортувиходячизпоточноїінформаціїпровеличинивантажопотоків

щонадходятьдосистемитранспортупростанконвеєрівітехнологічногообладнаннясистемиконвеєрноготранспортувирішуєтьсязадачаструктурногосинтезутобтовибираєтьсясхемаконвеєрноготранспортуприякійсередняпропускназдатністьсистеминабуваємаксимальногозначенняПрицьомупередбачаєтьсящовсіакумулюючібункерипрацюютьвнекерованомурежиміПотімнапершомурівнівирішуєтьсязадачапараметричногосинтезуПрицьомувибираютьсярізніальтернативипараметрівсистемиконвеєрноготранспортутобторізнішвидкостіконвеєраіпродуктивності

живильників

ПІ

Потімцюінформаціютобтозначенняліпередаютьнадругий

рівеньоптимальногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортутобтонарівеньуправліннябункерамизадопомогоюконтролерівяківизначаютьмаксимальнізаданіобємивантажувакумулюючихбункерах

Вхіднимизміннимицієїсистемиоптимальногоуправлінняконвеєрнимтранспортомєсереднізначеннявантажопотоківщонадходятьдосистеми

транспорту

Вихіднимизміннимисистемиоптимальногоуправлінняєсереднєзначенняпропускноїздатностіісереднєзначенняенергоємностітранспортуваннясистемиконвеєрноготранспорту

Закономуправліннясистемоюконвеєрноготранспортуєзалежністьівідвхіднихфазовихікерованихпараметріватакожвідпараметрівконвеєрівобємівакумулюючихбункерівішвидкостейживильниківдивформули—

к Ці    

 Ці    

деХІЦінтенсивностіпростоївівідновленьконвеєрівхвобємиакумулюючихбункерівмпотужностіщоспоживаютьсяприводамиконвеєрівкВт

Глобальноюфункцієюцілітобтокритеріємефективностіцієїдворівневоїсистемиоптимальногоуправлінняконвеєрнимтранспортомєпитомаенергоємністьтранспортуваннятобтокомплекснавеличинаякавизначаєтьсязаформулою

Е 

Крімтоголокальнимифункціямицілівційзадачієсередніобємивантажувакумулюючихбункерахякіповинніприйматимінімальнізначення

І

нкернихконвеєрнихЛІНІЙхвтсереднізначеннявантажопотоківщопоступаютьвкерованіакумулюючібункеритхвкількістькерованихакумулюючихбункеріввсистеміконвеєрноготранспорту

Обмеженнямивційзадачіоптимальногоуправлінняє

 обмеженняпопродуктивностіживильників

 обмеженнянаобємивантажувакумулюючихбункерах

ВзадачеоптимальногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортудляуправлінняобємомвантажувбункерізадопомогоюконтролеранеобхіднознативеличинисередніхвантажопотоківщопоступаютьдоакумулюючихбункерівтірозвантажуютьсязнихПротечерезпростоїконвеєрногообладнанняінерівномірностівантажопотоківщопоступаютьвсистемутранспортувизначитиїхзначеннятеоретичнонеможливоапрактичнеїхвизначеннязадопомогоютерезіввимагаєвеличезнихматеріальнихвитратТомудляуправлінняакумулюючимибункерамисистемиконвеєрноготранспортузастосовуєтьсяадаптивнеуправління

Вцьомувипадкудлявизначеннясередньоговантажопотокутщопоступаєдогобункераісередньогозначеннявантажопотокунавиходізгобункера’спочаткузадопомогоюдатчиківчасувизначаютьсяпоточнічасиго

циклузавантаженняТзкірозвантаженняТвмуакумулюючомубункеріщо

дезначенняпочатковихмаксимальнихобєміввантажувакумулюючихбункерах

ТутдляпослідовногозєднаннябункерівШддляпарале

І

льногозєднаннябункерівдлясистемиконвеєрноготранспортуіз

Ікі

самоподібноюдеревовидноюструктурою

Максимальнізначеннязаданихобєміввантажувакумулюючихбункерахщопрацюютьвкерованомурежиміприякихсередніобємивантажувбункерахприймаютьмінімальнізначеннявизначаютьсяізсистемиалгебраїчних

ПриімітаційномумоделюваннівикористовувавсяпакетаотриманіалгоритмиоптимальногойадаптивногоуправлінняреалізованонаалгоритмічномуязиціПаскальвсистеміпрограмування

НаосновіотриманихрішеньзадачоптимальногойадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортубулорозробленоМетодикувизначенняпропускноїздатностіенергоємностітранспортуванняструктуриалгоритмівіпараметрівадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортуякупереданодоНаціональноготехнічногоуніверситетуДніпровськаполітехнікаМОНУкраїнитаНаціональноїметалургійноїакадеміїУкраїниМОНУкраїнир

Використанняцієїметодикивпромисловостідозволитьзарахунокуправлінняобємамивантажувакумулюючихбункерахішвидкістюживильниківзвикористаннямконтролерівічастотнихперетворювачівпідвищитипропускнуздатністьсистемконвеєрноготранспортузрозгалуженоюструктуроюдоізнизитиенерговитратинатранспортуваннягірськоїмасидо

ВИСНОВОК

Дисертаціяєзавершеноюнауководослідноюроботоювякійданорішенняактуальноїнауковоїпроблемирозробкиматематичнихмоделейпроцесівфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроюзакумулюючимибункерамизурахуваннямімовірнісногохарактерупростоївконвеєрногообладнанняівизначенняпоказниківефективностісис

темтранспортуінапідставіцьогостворенняметодівоптимальноготаадаптивногоуправліннящопідвищуютьефективністьїхроботи

Основнінауковііпрактичнірезультатироботизводятьсядонаступного

 Аналізроботисистемконвеєрноготранспортупоказавщочерезрозгалуженістьїхструктуритапростоїконвеєрногообладнанняїхпропускназдатністьнизькаачерезнерівномірністьвантажопотоківщонадходятьдосистемитранспортуенерговитратинатранспортуваннявантажувисокі

Крімтогосистемиконвеєрноготранспортузрозгалуженоюструктуроючерезповтореннятехнологічногопроцесутранспортуваннявантажумаютьсамоподібнуструктурущозмінюєтьсяувиглядідеревовидногографа

 НаосновітеоріїмарковськихпроцесівзвикористаннямметодудинамікисередніхдлясистемконвеєрноготранспортузпослідовнимпаралельнимзєднаннямконвеєрівтаізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюбезбункерівбулорозробленоматематичнімоделііметодивизначенняїхпропускноїздатностійенергоємностітранспортуваннявприпущенніщоінтенсивностіпростоївконвеєрівнапорядокменшезаїхінтенсивностівідновленьПрицьомурезультатиімітаційногомоделюванняпроведеногодлярізнихвипадківпоєднаннянормальногойекспоненціальногозаконіврозподілуінтервалівчасупростоївівідновленьконвеєріввідрізняютьсявідрезультатівотриманихнаосновірозробленихметодівнебільшеніжна

 Наосновітеоріїмарковськихпроцесіврозробленоматематичнімоделіякіописуютьпроцесфункціонуваннясистемиконвеєрбункерконвеєрзакумулюючимибункеромщопрацюютьвнекерованомурежимітаврежиміпідтримкивньомуоб’ємувантажувзаданихмежахтобтоукерованомурежимі

Прицьомувстановленощосередняпропускназдатністьсистемиконвеєрбункерконвеєрзабудьякихспіввідношенняхсередніхвантажопотоківщонадходитьвбункерірозвантажуєтьсязньогозізбільшеннямоб’єму

акумулюючогобункераабооб’ємунезаповненоївантажемчастиниакумулюючогобункераспочаткузбільшуєтьсяіпотімасимптотичнопрямуєдопостійногозначеннящодорівнюєприіприКрімтогопропускна

здатністьіззбільшеннямпризбільшуєтьсяаприпрактичнонезмінюється

 ВизначеномаксимальнийобємакумулюючогобункеращопрацюєвсистеміконвеєрноготранспортубільшезаякийпропускназдатністьбункеранезбільшуєтьсяПрицьомумаксимальнийоб’ємакумулюючогобункерапрямопропорційнийсередньомувантажопотокущонадходитьвбункерзалежитьвідінтенсивностейпростоївівідновленьпідбункерногоконвеєраінезалежитьвідпродуктивностіживильника

 Наосновіметодудинамікисередніхдлямарковськихпроцесівтаотриманихзалежностейсередньоїпропускноїздатностісистемиконвеєрбункерконвеєрвідвеличинисередніхвантажопотоківщонадходитьдоакумулюючогобункераірозвантажуєтьсязньогобулорозробленометодивизначенняпропускноїздатностітаенергоємностітранспортуванняіпоказникенергетичноїефективностісистемконвеєрноготранспортузпослідовниміпаралельнимзєднаннямакумулюючихбункеріватакожізсамоподібноюдеревовидноюструктуроюзакумулюючимибункерамищопрацюютьвнекерованомутакерованомурежимах

Прицьомурезультатитеоретичнихдослідженьвідрізняютьсявідексплуатаційногоданихнебільшеніжна

 Питомаенергоємністьсистемиконвеєрбункерконвеєрнезалежновідрежимуроботиакумулюючогобункераприіззбільшеннямвантажопотокущопоступаєнанадбункерныйконвеєрзменшуєтьсязагіперболічнимзакономпрактичнонезалежитьвідпродуктивностіживильникаобємубункераабообємунезаповненоївантажемчастинибункераапри

питомаенергоємністьіззбільшеннямприймаєпостійнемінімальнезначенняіззбільшеннямпродуктивностіживильниказменшуєтьсяінезалежитьвідобємубункераабообємунезаповненоївантажемчастинибункера

 Наосновірозробленихматематичнихмоделейпроцесуфункціонуванняакумулюючихбункерівякіпрацюютьвсистеміконвеєрноготранспортувнекерованомурежимівизначенозалежностісередньогооб’ємувантажувакумулюючомубункерівідсередніхвантажопотоківщонадходитьвбункерірозвантажуєтьсязньогопродуктивностіживильникаатакожоб’ємубункера

Прицьомувстановленощосереднійоб’ємвантажувакумулюючомубункеріпризмініпродуктивностіживильникавіднулядонескінченностізменшуєтьсявідмаксимальногодопустимогозначенняоб’ємувантажувбункерідодеякогопостійногозначенняіприрівностісередніхвантажопотоківщонадходитьвбункерірозвантажуєтьсязньогоприблизнодорівнюєполовинімаксимальногодопустимогозначенняоб’ємувантажувбункері

 НаосновіметодуПонтрягінадлямарковськихпроцесіврозробленоматематичнумодельфункціонуванняакумулюючогобункеращопрацюєврежиміпідтримкивньомуоб’ємувантажувзаданихмежахПрицьомуотриманосистемирівняньвідносносередніхідисперсійчасівзаповненняірозвантаженняакумулюючогобункерадляодношвидкісногоідвохшвидкісногоживильників

Встановленощозізбільшеннямпродуктивностіживильникасереднійоб’ємвантажувакумулюючомубункеріспочаткузменшуєтьсязагіперболічнимзакономіприподальшомузбільшенніпродуктивностіживильникаасимптотичнопрямуєприблизнодопівсумизаданихмаксимальногоімінімальногооб’єміввантажувбункері

 ПрирегулюваннішвидкостістрічкиконвеєраприпостійномумаксимальномупогонномунавантаженнінастрічцівразізменшеннявдваразивеличинивантажопотокущонадходитьнаконвеєрвтратиелектроенергіїприрегулюваннішвидкостістрічкиконвеєразменшуютьсянавпорівняннізвтратамипринерегульованійшвидкостістрічкиПрицьомувразірегулюванняшвидкостістрічкиконвеєрапитомаенергоємністьстрічковогоконвеєранабуваєпостійногомінімальногозначенняякенезалежитьвідвеличинивантажопотокущонадходитьнаконвеєр

 ПоставленоівирішенозадачітарозробленоструктуриалгоритмівоптимальногойадаптивногоуправлінняакумулюючимбункеромщопрацюєвсистеміконвеєрноготранспортувкерованомурежиміПрицьомузакритерійефективностіуправлінняприймавсясереднійобємвантажувбункеріапараметромуправліннябувмаксимальнійзаданийоб’ємвантажувбункері

 ПоставленоівирішенозадачітарозробленоструктуриалгоритмівоптимальногойадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортузакумулюючимибункерамиОптимальнетаадаптивнеуправліннясистемоюконвеєрноготранспортуявляютьсобоюзадачууправліннядворівневоюієрархічноюсистемоюякадозволяєпризмініструктурисистемиконвеєрноготранспортуівеличинвантажопотоківщонадходятьдосистемитранспортузадопомогоювиборушвидкостейконвеєрівіживильниківатакожмаксимальнихзаданихоб’єміввантажувакумулюючихбункерахзабезпечитимаксимальнупропускнуздатністьімінімальнупитомуенергоємністьсистемиконвеєрноготранспортуПрицьомуглобальноюфункцієюціліємінімальнезначенняпитомоїенергоємностісистемиконвеєрноготранспортуалокальнимикритеріямиефективностіуправлінняємінімальнісередніоб’ємивантажувакумулюючихбункерах

 РозробленоМетодикувизначенняпропускноїздатностіенергоємностітранспортуванняструктуриалгоритмівіпараметрівадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортуякупереданодоНаціональноготехнічногоуніверситетуДніпровськаполітехнікаМОНУкраїнитаНаціональноїметалургійноїакадеміїУкраїниМОНУкраїнир

Застосуваннярозробленоїметодикивпромисловостідозволитьзадопомогоюконтролерівічастотногоуправлінняелектроприводамиконвеєрівіживильниківзбільшитипропускнуздатністьсистемиконвеєрноготранспортудоізменшитиенерговитратинатранспортуваннявантажудо

Розроблено

 РекомендаціїщодовизначеннякритеріївефективностіпараметрівівиборуструктуриалгоритмівадаптивногоуправлінняатакожзасобіврегулюванняшвидкостіприводустрічковихконвеєрівіпереданоДВАТпроектнийінститутДніпрогіпрошахтр

 РекомендаціїщодопідвищенняефективностіроботисистемипідземногоконвеєрноготранспортушуЛуганськеДПЛуганськвугілляр

 РекомендаціїщодопідвищенняефективностіроботисистемконвеєрерноготранспортушахтиМащенськашуЛуганськеіпереданоДПЛуганськвугіллярочікуванийрічнийекономічнийефектстановитьтисгрн

 РекомендаціїщодопідвищенняефективностіроботисистемконвеєрноготранспортунашахтіАлмазнашуДобропольскоеіпереданоПСПШУДобропольскоеТОВДТЕКДобропіллявугілляр

 РекомендаціїщодопідвищенняефективностіроботисистемконвеєрноготранспортунашахтахДПКрасноармійськвугілляр

Результатироботиможутьбутивикористанимивгірничодобувнійметалургійнійтабудівельнійгалузяхпромисловості

ОСНОВНІПОЛОЖЕННЯІРЕЗУЛЬТАТИДИСЕРТАЦІЇ

ОФОРМЛЕНІВТАКИХРОБОТАХ

Статтіувиданняхщовключенідоміжнароднихнаукометричнихбаз

 МетодикаопределенияпоказателейкачестваленточныхконвейеровдляусловийихэксплуатациивАКАЛРОСАВФМонастырскийВСВоронцовВЮМаксютенкоРВКирияидрГорныйжурнал№СМНБРІНЦ

 КрутонаклонныеконвейерыдлятранспортированиякрупнокусковыхгрузоввгорнодобывающейпромышленностиВФМонастырскийРВКирияДДБрагинецДАНомеровскийГорныйжурнал№СМНБРІНЦ

 МонастырскийВФАдаптивноеуправлениеподземнымконвейернымтранспортомсбункерамиВФМонастырскийРВКирияДДБрагинецВестникСевероВосточногофедеральногоуниверситетаимМНАмосоваРоссияЯкутскТом№СМНБРИНЦ

 МНБ

 КирияРВОпределениекритерияэффективностисистемыподземногоконвейерноготранспортаугольныхшахтврежимеподдержаниязаданногоуровнягрузаваккумулирующихбункерахРВКирияТФМищенкоЮВБабенкоСистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускДніпропетровськСМНБ

 КирияРВМатематическиемоделифункционированиясистемконвейерноготранспортаугольныхшахтРВКирияТФМищенкоЮВБабенкоСистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускДніпропетровськСМНБ

 КритериивыборакрутонаклонныхконвейеровВФМонастырскийРВКирияДДБрагинецДАНомеровскийГорныйжурналРоссияМосква№СМНБРІНЦ

 КирияРВАлгоритмуправлениясистемойподземногоконвейерноготранспортаугольныхшахтРВКирияЮВБабенкоСистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускДніпропетровськСМНБ

 КирияРВМатематическаямодельфункционированияаккумулирующегобункераврежимеподдержаниязаданногообъемагрузавслучаедвухскоростногопитателяРВКирияТФМищенкоЮВБабенкоСистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускДніпропетровськСМНБ

 

СистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускДніпроСМНБ

Статтіунауковихфаховихвиданнях

 КирияРВМинимальныйобъемаккумулирующегобункераРВКирияДДБрагинецГеотехническаямеханикаМежведсбнаучтрИГТМНАНУкраиныДнепропетровскВыпС

 СнижениеэнергозатратпритранспортированиинасыпныхгрузовспомощьюуправленияскоростьюлентыконвейераВФМонастырскийВЮМаксютенкоРВКирияИАБужинскийНауковийвісникНГУДніпропетровськ№С

 КирияРВУвеличениепропускнойспособностиконвейерныхлинийприиспользованииаккумулирующихбункеровРВКирияГеотехническаямеханикаМежведсбнаучнтрИГТМНАНУкраиныДнепропетровскВып

 КирияРВИмитационныемоделифункционированияусредняющихиаккумулирующихбункеровконвейерныхлинийугольныхшахтРВКирияДДБрагинецТФМищенкоГеотехническаямеханикаМежведсбнаучнтрИГТМНАНУкраиныДнепропетровскВып

 КирияРВПрименениефракталовкопределениюпропускнойспособностисистемконвейерноготранспортагорныхпредприятийРВКирияСистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускДніпропетровськС

 МонастырскийВФЭффективностьработыленточныхконвейеровнагорныхпредприятияхВФМонастырскийВЮМаксютенкоРВКирияГеотехническаямеханикаМежведсбнаучнтрИГТМНАНУкраиныДнепропетровскВып

 МетодологияадаптивногоуправленияконвейернымтранспортомВФМонастырскийВЮМаксютенкоРВКирияТФМищенкоГеотехническаямеханикаМежведсбнаучнтрИГТМНАНУкраиныДнепропетровскВып

 КирияРВМатематическаямодельфункционированияусредняющегобункеравусловияхугольныхшахтРВКирияСистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускДніпропетровськС

 КирияРВМатематическаямодельфункционированияаккумулирующегобункераконвейерныхлинийугольныхшахтРВКирияСистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускДніпропетровськС

 КирияРВУправлениебункерамиработающимивсистемахконвейерноготранспортаугольныхшахтРВКирияВЮМаксютенкоДДБрагинецЗбірникнауковихпрацьНГУ№ДніпропетровськС

 РазработкабыстрогоалгоритмаопределенияпропускнойспособностисистемыконвейербункерконвейерРВКирияТФМищенкоЛВКамкинаЮВБабенкоСистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускГДніпропетровськС

 КирияРВОпределениепропускнойспособностиподземногоконвейерноготранспортаугольныхшахтРВКирияЗбірникнауковихпрацьНГУДніпропетровськНаціональнийгірничийуніверситет№С

 КирияРВОпределениекритерияэффективностифункционированиясистемподземногоконвейерноготранспортаугольныхшахтРВКирияНауковівістіСучасніпроблеміметалургії№ДніпропетровськС

 КирияРВПовышениеэффективностифункционированиясистемконвейерноготранспортаугольныхшахтРВКирияВФМонастырскийТФМищенкоГеотехническаямеханикаМежведсбнаучнтрИГТМНАНУкраиныДнепропетровскВып

 КирияРВМатематическоемоделированиепроцессовфункционированиясистемконвейерноготранспортасамоподобнойструктурыРВКирияАИМихалевСистемныетехнологиимоделированиясложныхсистемМонографияподобщейредакциейпрофАИМихалеваДнепрНМетАУИВКСистемныетехнологииС

 КирияРВОпределениесреднегообъемагрузаваккумулирующембункереработающемвсистемеподземногоконвейерноготранспортаугольныхшахтРВКирияЮВБабенкоТФМищенкоСистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускДніпроС

 КирияРВПрименениеметодаПонтрягинаприопределениисреднегообъемагрузаваккумулирующембункереработающемврежимеподдержаниявнемобъемагрузавзаданныхпределахРВКирияСистемнітехнологіїРегіональнийміжвузівськийзбірникнауковихпрацьВипускДніпроС

Статтівзакордоннихвиданнях

 

Матеріалинауковихконференцій

 КирияРВМоделированиефункционированиясистемконвейерноготранспортаугольныхшахтРВКирияАвтоматизацияпроблемыидеирешенияМатериалымеждународнойнаучнотехническойконференциисентябряСевастопольИздвоСевНТУС

 КирияРВМоделированиепроцессовфункционированияусредняющихиаккумулирующихбункеровконвейерныхлинийугольныхшахтРВКирияТФМищенкоДДБрагинецАвтоматизацияпроблемыидеирешенияМатериалымеждународнаянаучнотехническаяконференциисентябряСевастопольИздвоСевНТУС

 КирияРВПрименениефракталовприопределениипропускнойспособностисистемконвейерныхлинийРВКирияАвтоматизацияпроблемыидеирешенияМатериалымеждународнойнаучнотехническойконференциисентябрягСевастопольИздвоСевНТУС

 КирияРВАдаптивноеуправлениеконвейернымилиниямигорныхпредприятийРВКирияВФМонастырскийВЮМаксютенкоФорумгірниківМатеріалиміжнародноїконференціїжовтняДніпропетровськДВНЗНаціональнийгірничийуніверситетС

 КирияРВПрименениегенетическогоалгоритмаприоптимизациипроцессауправлениягорнотранспортнымисистемамиРВКирияАИМихалевЮВБабенкоТеоріяприйняттярішеньПраціміжнародноїшколисемінаружовтнярУжгородУжНУС

 КирияРВПрименениеметодаХовардапримоделированиифункционированияаккумулирующихбункероввсистемахконвейерноготранспортаугольныхшахтРВКирияВЮМаксютенкоТФМищенкоАвтоматизацияпроблемыидеирешенияМатериалыМеждународнойнаучнотехническойконференциисентябряСевастопольСевНТУС

 БабенкоЮВПроблемыоптимальногоуправленияконвейернымиГТСразличнойструктурыЮВБабенкоРВКирияАИМихалевМатематичнетапрограмнезабезпеченняінтелектуальнихсистемМатеріалиміжнародноїнауковотехнічноїконференціїлистопадарДніпропетровськДНУС

 КирияРВМатематическаямодельфункционированиясистемконвейерноготранспортаугольныхшахтРВКирияТФМищенкоЮВБабенкоАвтоматизаціяпроблемиідеїрішенняМатеріалиміжнародноїнауковотехнічноїконференціївересняСевастопольСевНТУС

 БабенкоЮВМоделированиеиоптимизацияпараметроваккумулирующихбункеровсистемподземногоконвейерноготранспортаЮВБабенкоРВКирияАИМихалевТеоріяприйняттярішеньПраціміжнародноїшколисемінарувересняжовтнярУжгородУжНУС

Патенти

 Патентнакориснумодель№МПКСпосібуправліннябункерамищопрацюютьусистемахконвеєрноготранспортувугільнихшахтВЮМаксютенкоРВКіріяДДБрагінецьАМСмірновОЛКравчукРВКасандінСВУколовзаявникіпатентовласникІнститутгеотехнічноїмеханікиімМСПоляковаНАНУкраїнизаявлопублБюл№с

 Патентнавинахід№МПКСпосібуправліннязавантаженнямірозвантаженнямбункеранасипнимматеріаломВФМонастирськийВЮМаксютенкоРВКіріяДДБрагінецьБІМостовийАМСмірновзаявникіпатентовласникІнститутгеотехнічноїмеханікиімМСПоляковаНАНУкраїниазаявлопублБюл№с

 Патентнавинахід№СМПКСпосібуправліннязавантаженнямтарозвантаженнямпаралельновстановленихбункерівнасипнимматеріаломВФМонастирськийРВКіріяДАНомеровськийБІМостовийАМСмірновзаявникіпатентовласникІнститутгеотехнічноїмеханікиімМСПоляковаНАНУкраїниазаявлопублБюл№с

 Патентнакориснумодель№МПКСпосібадаптивногоуправлінняшахтнимконвеєрнимтранспортомРВКіріяАМСмірновВФМонастирськийБІМостовийзаявникіпатентовласникІнститутгеотехнічноїмеханікиімМСПоляковаНАНУкраїнизаявлопублБюл№с

АНОТАЦІЯ

КіріяРВМоделюванняпроцесівфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортузіскладноюструктуроюіметодипідвищенняїхефективностіКваліфікаційнанауковапрацянаправахрукопису

ДисертаціяназдобуттянауковогоступенядокторатехнічнихнаукзаспеціальністюМатематичнемоделюваннятаобчислювальніметодиІнститутгеотехнічноїмеханікиімМСПоляковаНаціональноїакадеміїнаукУкраїниДніпро

Дисертаційнароботаприсвяченаактуальнійнауковотехнічнійпроблемімоделюванняпроцесівфункціонуваннясистемконвеєрноготранспортузіскладноюрозгалуженоюструктуроюбезбункерівізакумулюючимибункерамищопрацюютьврізнихрежимахінапідставіцьогорозробціметодівпідвищенняефективностіїхроботизарахунокоптимальногоуправліннябункерамиіживильниками

Наосновітеоріїмарковськихпроцесіврозробленоматематичнімоделінайпростішоїсистемиконвеєрбункерконвеєрзакумулюючимбункеромщопрацюєвнекерованомурежимітаврежиміпідтримкивньомуобємувантажувзаданихмежахтобтовкерованомурежимі

Звикористаннямметодудинамікисередніхдлямарковськихпроцесівдлясистемконвеєрноготранспортузпослідовнимпаралельнимз’єднаннямконвеєрівтаізсамоподібноюструктуроюбезбункерівізбункерамиотриманорекурентнізалежностіщовизначаютьсереднюпропускнуздатністьсереднюенергоємністьтранспортуваннятасереднюпитомуенергоємністьсистемитранспорту

ІзвикористаннямметодуПонтрягінаотриманосистемирівняньдлясередніхідисперсійчасівзавантаженняірозвантаженняакумулюючогобункераякийпрацюєвнекерованомутакерованомурежимахщодозволиловизначитисереднійобємвантажувбункері

Вирішенозадачітаотриманоалгоритмиоптимальноготаадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортузакумулюючимибункерамищопрацюютьвкерованомурежимі

Розробленометодикувизначенняпропускноїздатностіенергоємностітранспортуванняструктуриалгоритмівіпараметрівадаптивногоуправліннясистемоюконвеєрноготранспортувикористанняякоїдозволитьзадопомогоюконтролерівічастотногоуправлінняелектроприводамиконвеєрівіживильниківзбільшитипропускнуздатністьсистемиконвеєрноготранспортудоізменшитиенерговитратинатранспортуваннявантажудо

РезультатироботиувиглядірекомендаційприпроектуваннітаексплуатаціїсистемконвеєрноготранспортупереданодопроектнихорганізаційінагірничіпідприємстваУкраїниРозробленаметодикапереданадлявикористаннявпроцесінавчаннястудентівгірничихметалургійнихімашинобудівнихспеціальностейвузів

Ключовісловасистемаконвеєрноготранспортуакумулюючібункерипроцесифункціонуваннямарковськіпроцесисередняпропускназдатністьпитомаенергоємністькритерійефективностіоптимальнеіадаптивнеуправління

АННОТАЦИЯ

КирияРВМоделированиепроцессовфункционированиясистемконвейерноготранспортасосложнойструктуройиметодыповышенияихэффективностиКвалификационныйнаучныйтруднаправахрукописи

ДиссертациянасоисканиеученойстепенидокторатехническихнаукпоспециальностиМатематическоемоделированиеивычислительныеметодыИнститутгеотехническоймеханикиимНСПоляковаНациональнойакадемиинаукУкраиныДнепр

Диссертационнаяработапосвященаактуальнойнаучнотехническойпроблемемоделированияпроцессовфункционированиясистемконвейерноготранспортасосложнойразветвленнойструктуройбезбункеровисаккумулирующимибункерамиработающимивразличныхрежимахинаоснованииэтогоразработкеметодовповышенияэффективностиихработызасчетоптимальногоуправлениябункерамиипитателями

Наосноветеориимарковскихпроцессовразработаныматематическиемоделипростейшейсистемыконвейербункерконвейерсаккумулирующимбункеромработающимвнеуправляемомрежимеиврежимеподдержаниявнемобъемагрузавзаданныхпределахтевуправляемомрежиме

Сиспользованиемметодадинамикисреднихдлямарковскихпроцессовдлясистемконвейерноготранспортаспоследовательнымпараллельнымсоединениемконвейеровиссамоподобнойструктуройбезбункеровисбункерамиполученырекуррентныезависимостиопределяющиесреднююпропускнуюспособностьсреднююэнергоемкостьтранспортированияисреднююудельнуюэнергоемкостьсистемытранспорта

СиспользованиемметодаПонтрягинаполученысистемыуравненийдлясреднихидисперсийвремензагрузкииразгрузкиаккумулирующегобункераработающеговнеуправляемомиуправляемомрежимахчтопозволилоопределитьсреднийобъемгрузавбункере

Решенызадачииполученыалгоритмыоптимальногоиадаптивногоуправлениясистемойконвейерноготранспортасаккумулирующимибункерамиработающимивуправляемомрежиме

Разработанаметодикаопределенияпропускнойспособностиэнергоемкоститранспортированияструктурыалгоритмовипараметровоптимальногоиадаптивногоуправлениясистемойконвейерноготранспортаприменениекоторойпозволитспомощьюконтроллеровичастотногоуправленияэлектроприводамиконвейеровипитателейувеличитьпропускнуюспособностьсистемыконвейерноготранспортадоиуменьшитьэнергозатратынатранспортированиегрузадо

РезультатыработыввидерекомендацийприпроектированиииэксплуатациисистемконвейерноготранспортапереданывпроектныеорганизацииинагорныепредприятияУкраиныРазработаннаяметодикапереданадляиспользованиявпроцессеобучениястудентовгорныхметаллургическихимашиностроительныхспециальностейвузов

Ключевыесловасистемаконвейерноготранспортааккумулирующиебункерыпроцессыфункционированиямарковскиепроцессысредняяпропускнаяспособностьудельнаяэнергоемкостькритерийэффективностиоптимальноеиадаптивноеуправление





“”



“”’

’

’







’