

Қатпарлы конвейердің көп қозғалтқышты электр жетегін пайдаланудың тұрақталған режимдерін жетілдіру

¹**БРЕЙДО Иосиф Вульфович**, т.ғ.д., профессор, jbreido@mail.ru,

^{2*}**КЕЛИСБЕКОВ Адильбек Казбекович**, PhD, доцент м.а., akelisbekov@mail.ru,

²**КАБАСОВА Жанат Кабасовна**, аға оқытушы, zhanatkabasova54@gmail.com,

²**АБЕНОВА Динара Келсинбековна**, т.ғ.м., аға оқытушы, dikokz1986@mail.ru,

³**ОРАЗБАЕВ Казбек Наймангазиевич**, ізденуші, kazbek_ozarbaev@mail.ru,

²**МУСИНА Эльмира Бакберсиновна**, т.ғ.м., ассистент, elmira95.23@yandex.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²Ө.А. Байқоныров атындағы Жезқазған университеті, Қазақстан, Жезқазған, Алашахан даңғылы, 16,

³И. Раззаков атындағы Қырғыз мемлекеттік техникалық университеті, Қырғызстан, Бішкек,

Ч. Айтматов даңғылы, 66,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Ашық тау-кен жұмыстары жағдайында қатпарлы конвейерлерді пайдаланудың негізгі артықшылықтары көтеру бұрыштары 30° дейін тік бұрышты қисық қазбаларда жүк тасымалдаушы органның қозғалысына кедергінің салыстырмалы түрде төмен мәндерінде 6 км дейінгі қашықтықта көмірді қайта тиеусіз тасымалдау мүмкіндігінен тұрады. Осыған байланысты кенді тасымалдау кезінде оң дәлелденген көп жетекті қатпарлы конвейерлерді пайдалана отырып, тіліктердің тереңдігін үздіксіз арттыру жағдайында көмір жеткізудің ағындық технологиясын дамытудың келешегі күмәнсіз. Алайда, бұл технологияны іс жүзінде енгізу үшін көп қозғалтқышты қатпарлы конвейер жетектері арасында жүктемелерді тарату мәселесін шешу қажет. Бұған қол жеткізудің бір нұсқасы қазіргі заманғы жиілікті реттелетін электр жетектерін пайдалану, тартқыш-тасымалдаушы органның қозғалыс жылдамдығын реттеу, жетектер арасындағы жүктемені таратуды басқару, конвейердің тарту тізбегіндегі тепе-теңдік күштерін жою және басқа да бірқатар факторлар арқылы мүмкін болады. Мақалада көп қозғалтқышты тізбекті конвейерлердің электр жетектері арасында жүктемелердің таралуын қамтамасыз ету бойынша зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Бұл жұмыстың мақсаты – көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің жиіліктік реттелетін электр жетектері арасындағы жүктемелердің таралуын басқару әдісін қолдану арқылы конвейердің жұмысының тұрақталған режимдерін жетілдіру.

Кілт сөздер: көп қозғалтқышты қатпарлы конвейер, жиіліктік реттелетін асинхронды электр жетегі, жүктемелердің таралуын басқару, тартқыш-тасымалдаушы органның күйін басқару.

Кіріспе

Көп жетекті қатпарлы конвейерлерді пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, оларды қолданудың жоғары тиімділігі конвейердің жалпы жүктемесін оның жетектері арасында автоматты түрде тарату жүйелерімен және құралдарымен жабдықталған, жүк тасымалдаушы төсемнің қозғалыс жылдамдығын реттейтін, конвейердің тарту тізбегіндегі тепе-теңдік күштерді болдырмайтын, тартқыш тасымалдаушы органның серпінді қасиеттерін және басқа да бірқатар факторларды ескере отырып көп жетекті конвейерді автоматты түрде іске қосқан жағдайда мүмкін болады [1, 2, 3, 4].

Қазіргі уақытта жаңа кен орындарын игеру

қарқындылығы артып келеді, бұл жүк ағындарының көбеюіне әкеледі. Тау жыныстары мен кендерді жеткізудің жоғары еңбек сыйымдылығы карьерлік қатпарлы конвейерлерді пайдалану тәсілдерін жетілдірудің әртүрлі жолдарын іздеуді қажет етеді (олардың бірі конвейерді пайдаланудың технологиялық процесін автоматтандыру болып табылады). Конвейерде екі жетекті жүйенің болуына байланысты қайта жүктемесіз тасымалдау схемасы кезінде басты және басқарылатын жетектер арасында конвейердің тартқыш-тасымалдаушы органның жалпы жүктемесін автоматты түрде тарату мәселесін шешу қажет.

Зерттеудің өзектілігінің негіздемесі және міндеттерін белгілеу

Ашық тәсілмен әзірленетін терең көмір разрездері жағдайында пайдалы қазбаларды жеткізудің жоғары еңбек сыйымдылығы тасымалдаудың ағынды технологиясына көшу кезінде жеткізудің әртүрлі құралдарын іздеу қажеттілігін негіздейді. Экономикалық параметрлер бойынша қатпарлы конвейерлерді қолданатын технологиялық схемалар таспалы тартқыш және көтергіш органы бар конвейерлерге қарағанда артықшылық береді [5-6]. Бұл таспалы конвейерлерді қолдану кезінде қосымша ұсақтау кешендерін, сондай-ақ қисық сызықты көлік жолдарында осы конвейерлерді қолданумен байланысты қосымша тиеу пункттерін орнату қажеттілігімен түсіндіріледі. Жоспарда бүгілетін конвейерлерді қолданған кезде механизмдер мен машиналардың саны едәуір азаяды, бұл тасымалдаудың технологиялық схемасын айтарлықтай жеңілдетеді және бүкіл кешеннің сенімділігін арттырады. Қатпарлы конвейерлердің қуаттылық көрсеткіштері бойынша тағы бір артықшылығы ірі кесекті тау-кен массасын қисайған трассамен жүк көтергіш органның қозғалысына кедергінің шағын мәндері кезінде қайта тиеу пункттерінсіз бір айналыммен тасымалдау мүмкіндігі болып табылады [7].

Құрметті профессор Брейдо Иосиф Вульфовичтің жетекшілігімен дайындалған келесі [8, 9] жұмыстарды талдау барысында көп жетекті қатпарлы конвейерді пайдалану процесінде тартушы-тасымалдаушы органда есептік күштерден басқа (алдын ала керілу, қозғалысқа қарсыласу күштерінің статикалық және динамикалық құрамдастары) қосымша теңестіру күштері орын алатынын көрсетті. Олардың пайда болу себептерін негізгі деп келесілерді санаған жөн, олар: конвейердің жүктеме режимінің өзгеруі, жұмыс кезінде жетек бөліктерінің геометриялық параметрлері мәндерінің өзгеруі, сыртқы климаттық жағдайлардың қозғалысқа кедергінің негізгі коэффициентіне әсері. Сондай-ақ, негізгі факторлардан басқа, электр жетегінің белгілі бір жүйесімен жұмыс істеудің белгілі бір режимдерінде ғана көрінетін қайталама факторлар болуы мүмкін. Бұл тарту тізбегі буындары қадамының бір-біріне эквивалентті болмауы, басты және басқарылатын электр жетектері қозғалтқыштары роторларының айналу жылдамдығын реттеу жүйесінің статикалық қателігі.

Тізбекті конвейерлердің жұмысы барысында авариялық жағдайлар болуы мүмкін, олардың себептері қозғалмалы бөліктердің тозу қарқындылығы, тарту тізбектерінің топсаларының қадамының ұлғаюы болуы мүмкін, бұл тарту органында соққы жүктемелерінің пайда болуына және конвейердің жекелеген элементтерінің істен шығуына әкеледі. Тарту тізбегінің тозуы мен созылуына байланысты мезгілмен қайталанатын жүктемелер электр жетегінің қуат бөлігіндегі ток-тардың импульстік көтерілістеріне әкеледі, бұл

кейіннен электр қозғалтқышының қызып кетуіне әкеледі. Тартқыш органның қадамы белгілі бір шекті мәнге жеткенде, тізбектік берілістің одан әрі жұмыс істеуі мүмкін емес, өйткені тізбектердің беріктігі едәуір төмендейді. Бұдан әрі жүрістің бірқалыпты бұзылуы немесе аралық жетектердің жұлдызшалары мен жұдырықтары бар шынжыр топсаларының ілінуінің бұзылуы конвейердің тартқыш-тасымалдаушы органын пайдалану кезінде жиі істен шығуға әкелуі мүмкін.

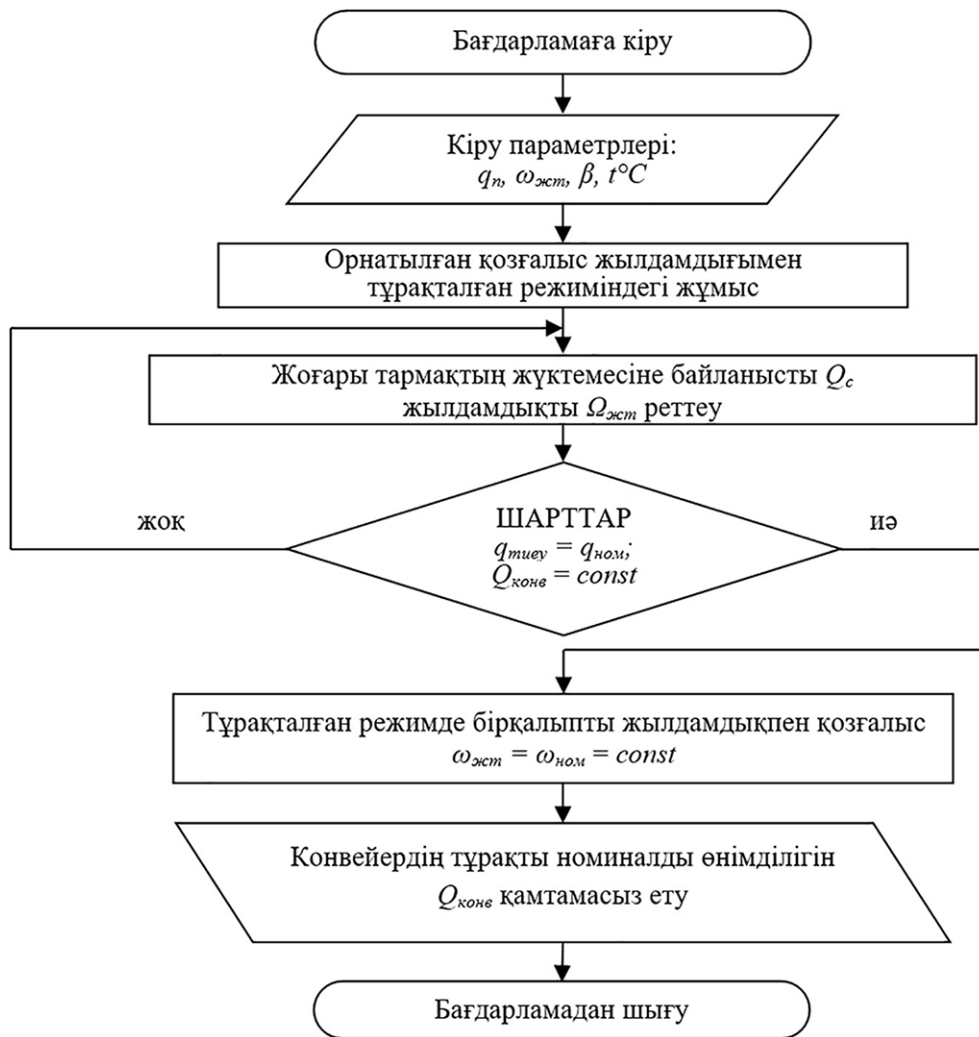
Конвейерде екі жетекті жүйенің болуына байланысты қайта жүктемесіз тасымалдау схемасы кезінде басты және басқарылатын жетектері арасында конвейердің тартқыш-тасымалдаушы органындағы жалпы жүктемені автоматты түрде тарату мәселесін шешу қажет. Көп жетекті тізбекті конвейерлерді пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, оларды қолданудың жоғары тиімділігі конвейерлерді оның жетектері арасында конвейердің жалпы жүктемесін автоматты түрде тарату жүйелерімен және құралдарымен жинақтау, тасымалдаушы төсемнің қозғалыс жылдамдығын реттеу, конвейердің тарту тізбегіндегі теңестіру күштерін болдырмау және басқа да факторлар [9] жағдайында мүмкін болады.

Қатпарлы конвейерлерді пайдаланудың тұрақталған режимдерін зерттеу мен модернизациялауға арналған жұмыстарда жиіліктік реттелетін электр жетегі бар көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердегі басты және басқарылатын жетектері арасындағы жүктемелерді тарату мәселесін шешу жолдары қарастырылмайтынын атап өткен жөн. Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, басты және басқарылатын жетектері арасындағы жүктемелерді тарату мәселесін шешу өзекті болып табылады. Бұл жұмыстың міндеті-көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің жиіліктік реттелетін электр жетектері арасындағы жүктемелердің таралуын басқару әдісін қолдану арқылы конвейерді пайдаланудың тұрақталған режимдерін жетілдіру.

1,2-суреттерде қатпарлы конвейердің жиіліктік реттелетін электр жетектері арасындағы жүктемелерді басқару және тарату алгоритмдерінің блок-схемалары келтірілген. 3-суретте қатпарлы конвейердің жетектері арасындағы жүктемелерді тарату жүйесі бар жиіліктік басқаратын екі қозғалтқышты электр жетектің құрылымдық блок-схемасы келтірілген.

Зерттеу нәтижелері және көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің электр жетектері арасындағы жүктемелерді басқару және тарату әдісі

Келесі [1-3] жұмыстарда көп қозғалтқышты тізбекті конвейер жетектері арасында жүктемелерді тарату әдістері ұсынылған. Осы әдістердің кемшіліктерін талдау және анықтау негізінде көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің электр жетектері арасында жүктемелерді басқару және тарату әдісі жасалды.



1-сурет – Қатпарлы конвейердің жиіліктік реттелетін электр жетектері арасындағы жүктемелерді басқару және тарату алгоритмінің блок-схемасы (тұрақты өнімділікті қамтамасыз ету)

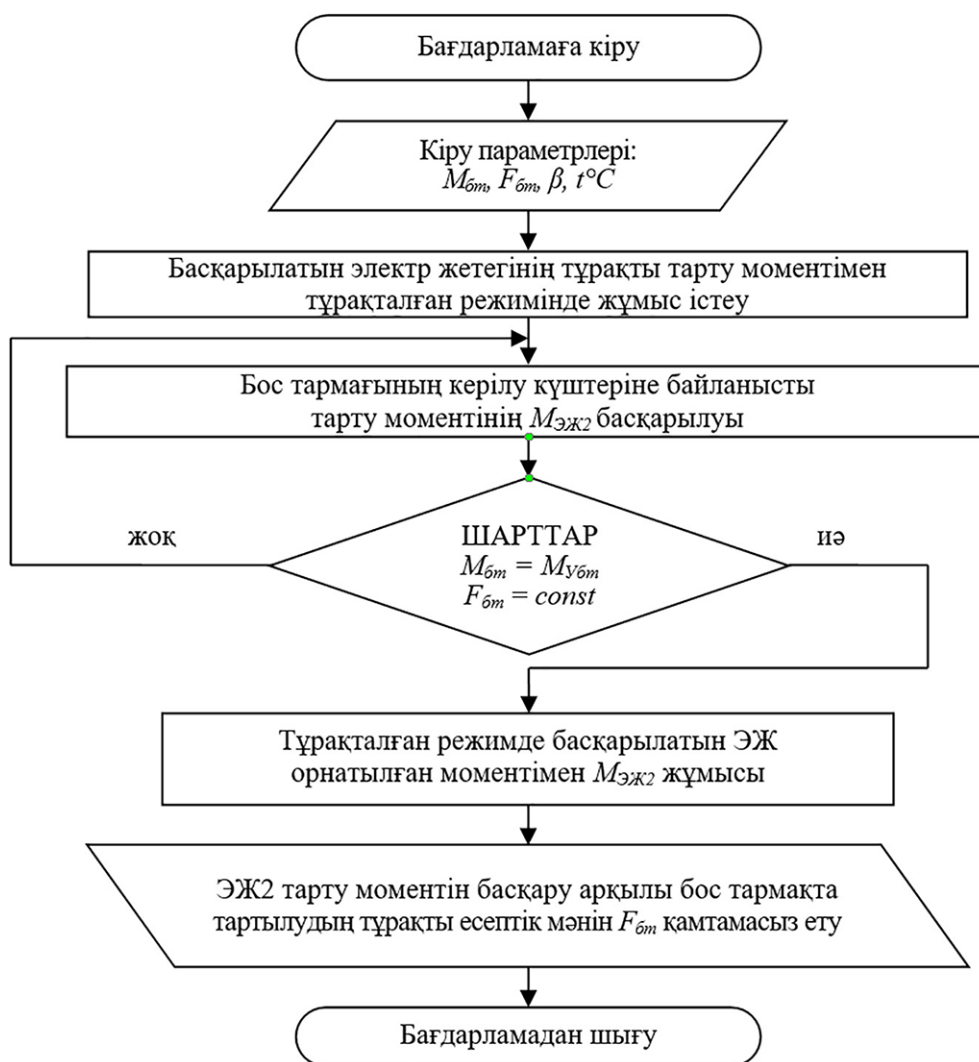
Бұл жұмыста, көп қозғалтқышты қатпарлы конвейерді тұрақталған режимдерінде пайдалану кезінде, жиіліктік реттелетін асинхронды электр жетектері арасындағы жүктемелерді басқару мен таратудың ұсынылған тәсілі, жұмыстың нақты мезетінде, сызықтық жүктемесін ескере отырып тартқыш-тасымалдаушы органның қозғалысының сызықтық жылдамдығын реттеуге негізделген. Бұл конвейердің номиналды өнімділігін қамтамасыз етеді, сонымен бірге конвейердің екінші электр жетегінің тартылу моментін тұрақты жұмыс режимдерінде бақылау арқылы бос тармақтың жүктемесінің есептік мәніне қол жеткізіледі.

Жұмыс барысында ойлап табылған және ұсынылған тәсілдің техникалық нәтижесі – тұрақталған жұмыс режимдерінде шамадан тыс динамикалық жүктемелерді азайту арқылы, конвейердің тартқыш-тасымалдаушы элементтерінің қызмет ету мерзімін жоғарылату, сонымен қатар көп қозғалтқышты конвейердің қажетті өнімділігін қамтамасыз ету болып табылады.

Көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің электр жетектері арасында басқару және жүкте-

мелерді тарату жүйесінің блоктарын іске асыру белгілі техникалық шешімдер негізінде жүзеге асырылуы мүмкін.

Электр жетектері арасындағы жүктемені тарату және басқару жүйесінің құрылымдық-блоқтық сұлбасы 3-суретте келтірілген. Барлық блоктар белгілі техникалық шешімдер негізінде орындалуы мүмкін. Қатпарлы конвейер 1 тартқыш-тасымалдаушы органын (шынжырлы тартқыш органға бекітілген болат қатпарлардан жасалған жүк тасушы кенеп), басты басқарушы электржетектің бірінші беріліс құрылғысы 2 (БҚ1) және қосалқы басқарылатын электржетектің екінші беріліс құрылғысы 12 (БҚ2) стандартты цилиндр редукторлар түрінде орындалады. Электр жетегінің бірінші асинхронды электр қозғалтқышы 3 және екінші асинхронды электр қозғалтқышы 13 – қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды электр қозғалтқыштар. Автоматты реттеу жүйесі бар бірінші жиілік түрлендіргіші 4 (ЖТ1+АРЖ) және автоматты реттеу жүйесі бар екінші жиілік түрлендіргіші 14 (ЖТ2+АРЖ) – электр желінің ауыспалы кернеуін түрлендіретін стандартты



2-сурет – Қатпарлы конвейердің жиіліктік реттелетін электр жетектері арасындағы жүктемелерді басқару және тарату алгоритмінің блок-схемасы (бос тармағының тұрақты тартылуын қамтамасыз ету)

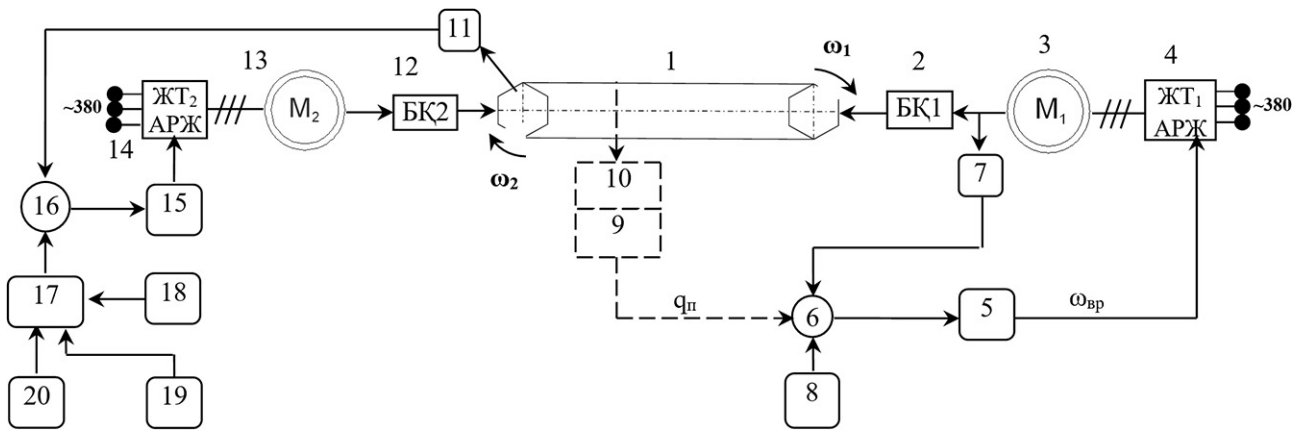
түрлендіргіштер.

Бірінші PLC1 (Programmable Logic Controller from Mitsubishi Electric) бірінші электр қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдық реттегіші 5 – бірінші электр қозғалтқыштың 3 бұрыштық жылдамдықты адаптивті реттеу заңы ($\omega_{\text{аін}} = f(q_c)$) бойынша реттейтін бағдарламаланатын логикалық контроллер. Екінші PLC2 (Mitsubishi Electric-тен бағдарламаланатын логикалық контроллер) 15 контроллер – тартқышты-тасымалдаушы органның бос тармағындағы нақты күштерді ескере отырып, конвейердің басқарылатын екінші электр жетегінің тартылу моментін бақылаудың ($M_{\delta t}$) және бейімделу заңы бар бағдарламаланатын логикалық контроллер. Бірінші сумматор 6 – басты жетектің ақпараттық сигналдарды (аналогтық немесе цифрлық) осы сигналдардың қосындысына барабар сигналға түрлендіретін стандартты құрылғы болып табылады және бұл жағдайда бірінші электр қозғалтқышының 3 айналу жылдамдығының мәндерінің, яғни есептелген және нақты өлшенген мәндер арасындағы ай-

ырмашылықты анықтайды.

Таразы 10 – тартқыш-тасымалдаушы органның жоғарғы тармағының 9 (Δq_n) сызықты жүктемені өлшейтін датчигі бар стандартты өлшеу құралы. Бұрыштық бұрылу жылдамдығының датчигі 7 ($\Delta \omega_{\text{вр}}$) – бірінші электр қозғалтқышының 3 роторының айналу жылдамдығын өлшеуге арналған стандартты датчик.

Айналу жылдамдығының орнату блогы 8 – аналогтық немесе сандық датчик түрінде орындалған бірінші электр қозғалтқышының роторының айналу жылдамдығының есептік мәнін беретін стандартты блок. Шеткі жұлдызшаның білігіне түсетін күшті өлшейтін датчик 11 – тарту-тасымалдаушы органның жоғарғы тармағының керілуінен қосалқы жетектің шеткі жұлдызшасының білігіне түсетін күшті өлшейтін стандартты датчигі ($\Delta M_{\text{ф1}}$). Басқарылатын электр жетектің екінші сумматоры 16 – ақпараттық сигналдарды (аналогтық немесе сандық) осы сигналдардың сомасына баламалы сигналға түрлендіретін стандартты құрылғы.



1 – конвейер; 2 – бірінші беріліс құрылғысы (БҚ1); 3 – бірінші асинхронды электр қозғалтқышы; 4 – бірінші автоматтандырылған реттеу жүйесі бар жиіліктік түрлендіргіш (ЖТ₁ + АРЖ); 5 – 1-ші электржетектің бірінші PLC1 (Programmable Logic Controller); 6 – басты электржетектің бірінші сумматоры; 7 – айналудың бұрыштық жылдамдығының датчигі; 8 – жоғарғы жұмыс тармағының $\omega_{\text{айн}}$ жылдамдықты орнатушы блогы; 9 – жұмыс тармағының сызықтық (погонды) жүктеме датчигі; 10 – таразы; 11 – басқарылатын электр жетек білігінің ұшына түсетін жүктемені өлшейтін датчигі; 12 – екінші беріліс құрылғысы (БҚ2); 13 – екінші асинхронды электр қозғалтқышы; 14 – екінші автоматтандырылған реттеу жүйесі бар жиіліктік түрлендіргіш (ЖТ₂ + АРЖ); 15 – екінші электр жетек тартым моментінің реттеуші PLC2 (Programmable Logic Controller) контроллері; 16 – басқарылатын электр жетектің екінші сумматоры; 17 – екінші электр жетектің тартылу моментін орнатушы блогы; 18 – бос тармағында есептік күшті орнатушы блогы; 19 – температура датчигі; 20 – қатпарлы конвейердің орналасу бұрышын өлшеу датчигі

3-сурет – Қатпарлы конвейер жетектері арасындағы жүктемелерді тарату жүйесі бар жиіліктік реттелетін екі қозғалтқышты электр жетектің құрылымдық блок-схемасы

Электр жетегінің тартымдық моментінің орнатушысы 17 ($M_{\text{от}}$) – қатпарлы конвейердің тасымалдаушы (көлбеу) бұрышы мен қоршаған ортаның температурасын ескере отырып, басқарылатын электр жетектің тартымдық моментінің есептік мәнін беретін жиіліктік түрлендіргішін басқарудың стандартты блогы.

Тартқыш-тасымалдаушы органның бос тармағының 18 ($M_{\text{бот}}$) күштің есептік мәнінің орнатушы блогы – басқарылатын (қосалқы) электр жетектің тартқыш моментінің есептік мәнін беретін блок. Температураны өлшейтін датчигі 19 ($\Delta - t_{\text{вс}}(C^{\circ})$) – қоршаған орта температурасын өлшеудің стандартты датчигі. Тасымалдаушы бұрышын (конвейер орналасу) өлшеу датчигі 20 – көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің тасымалдаушы (көлбеу) бұрышын анықтайтын стандартты аналогты немесе сандық датчик.

Қорытынды

Осылайша, тізбекті конвейерлердің электр жетектері арасындағы жүктемелерді бөлудің қол-

даныстағы әдістерінің кемшіліктерін талдау және анықтау негізінде тартушы-тасымалдаушы органның нақты жүктелуін ескере отырып, көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің электр жетектері арасындағы жүктемелерді басқару және тарату әдісі жасалды.

Осы әдістің ұсынылатын техникалық нәтижесі көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің қажетті өнімділігін қамтамасыз ету, сондай-ақ тұрақты жұмыс режимдеріндегі динамикалық жүктемелерді азайту арқылы конвейердің тартқыш-тасымалдаушы органы элементтерінің қызмет ету мерзімін арттыру болып табылады.

Біздің ойымызша, көп қозғалтқышты жиіліктік реттелетін электр жетектері бар қатпарлы конвейерлер негізінде ағындық технологияны кеңінен енгізу арқылы көтеру бұрышын ұлғайту және көмірді кен орнынан жер бетіне тасымалдау кезінде конвейер құрылымын тау-геологиялық жағдайларға бейімдеу мүмкіндігі есебінен аршу жұмыстарының көлемін азайтуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сагинов А.С., Данияров А.Н., Акашев З.Т. Основы проектирования и расчета карьерных пластинчатых конвейеров. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 328 с.
2. Брейдо И.В. Электропривод конвейера. А.с. № SU1072228A, кл. H02P 5/46 от 07.02.84, Бюл. № 5.
3. Бабокин Г.И. Двухдвигательный электропривод конвейера с системой выравнивания нагрузок // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 3: в 5 ч. Ч. 2. Тула, 2010.
4. Тазабеков И.И., Данияров Н.А., Балгабеков Т.К. Регулируемые приводы магистральных цепных конвейеров: Монография / Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2009. – 163 с.

5. Брейдо И.В. Принципы управления и методы синтеза регулируемых электроприводов подземных горных машин. – Алматы: Гига Трейд, 2012. С. 78-85.
6. Breido I.V., Daniyarov N.A., Kelisbekov A.K., Akhmetbekova A.M. Using Soft Start Method in Multi-Drive Plate Conveyor Operation // Респ. журн. «Труды Университета», изд-во КартТУ, № 4, 2018. С. 124.
7. Breido I.V., Intykov T.S., Daniyarov N.A., Kelisbekov A.K., Semykina I.Yu. Mathematical model of apron conveyor controlled Electric drive in operation starting modes. NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan / ISSN 2224-5278. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.59./> Volume 2, Number 434 (2019), pp. 232-237.
8. Breido I.V., Kaverin V.V., Kelisbekov, A.K., Daniyarov, N.A., Akhmetbekova A.M. Mathematical model of multi-motor plate conveyor traction body with frequency-controlled electric drive. Eurasian Physical Technical Journal, no. 2, 2019.
9. Breido I.V. The State and Prospects of Development of the Interconnected Multi-Motor Semiconductor Electric Drives. Scientific Book 2013. Vol. 12, ISSN 1726-9687, ISBN 978-3-901509-94-0, Editors: B. Katalinic & Z. Tekic, hard cover, Publisher DAAAM International Vienna, Vienna, 2013, pp. 193-212.

Совершенствование установившихся режимов эксплуатации многодвигательного электропривода пластинчатого конвейера

¹**БРЕЙДО Иосиф Вульфович**, д.т.н., профессор, jbreido@mail.ru,

^{2*}**КЕЛИСБЕКОВ Адильбек Казбекович**, PhD, и.о. доцента, akelisbekov@mail.ru,

²**КАБАСОВА Жанат Кабасовна**, старший преподаватель, zhanatkabasova54@gmail.com,

²**АБЕНОВА Динара Келсинбековна**, м.т.н., старший преподаватель, dikokz1986@mail.ru,

³**ОРАЗБАЕВ Казбек Наймангазиевич**, соискатель, kazbek_orazbaev@mail.ru,

²**МУСИНА Эльмира Бакберсиновна**, м.т.н., ассистент, elmira95.23@yandex.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагитова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Жезказганский университет имени О.А. Байконурова, Казахстан, Жезказган, пр. Алашахана, 1б,

³Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, Кыргызстан, Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 6б,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Основные преимущества использования пластинчатых конвейеров в условиях открытых горных работ заключаются в возможности транспортировки угля без перегрузки на расстояния до 6 км при относительно низких значениях сопротивления движению грузонесущего органа в выработках с прямоугольными кривыми углами подъема до 30°. В связи с этим перспективы развития поточной технологии доставки угля в условиях непрерывного повышения глубины разрезов с использованием многоприводных пластинчатых конвейеров, положительно зарекомендовавших себя при транспортировке руды, несомненны. Однако для практического внедрения данной технологии необходимо решить проблему распределения нагрузок между приводами многодвигательного пластинчатого конвейера. Одним из вариантов достижения этого возможно путем использования современных частотно-регулируемых электроприводов, регулирования скорости движения тягово-несущего органа, управления распределением нагрузки между приводами, исключения равновесных сил в тяговом контуре конвейера и ряда других факторов. В статье представлены результаты исследований по обеспечению распределения нагрузок между электроприводами многодвигательных цепных конвейеров. Целью данной работы является совершенствование установившихся режимов работы конвейера за счет применения способа управления распределением нагрузок между частотно регулируемыми электроприводами многодвигательного пластинчатого конвейера.

Ключевые слова: многодвигательный пластинчатый конвейер, асинхронный электропривод с частотной регулировкой, управление распределением нагрузок, управление состоянием тягово-несущего органа.

Improvement of the Established Operating Modes of the Multi-motor Electric Drive of the Plate Conveyor

¹**BREIDO Iosif**, Dr. Tech. Sci., Professor, jbreido@mail.ru,

^{2*}**KELISBEKOV Adilbek**, PhD, Acting Associate Professor, akelisbekov@mail.ru,

²**KABASOVA Zhanat**, Senior Lecturer, zhanatkabasova54@gmail.com,

²**ABENOVA Dinara**, Mast. of Tech. Sci., Senior Lecturer, dikokz1986@mail.ru,

³**ORAZBAYEV Kazbek**, applicant, kazbek_orazbaev@mail.ru,

²**MUSINA Elmira**, Mast. of Tech. Sci., Assistant, elmira95.23@yandex.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Zhezkazgan Baikonurov University, Kazakhstan, Zhezkazgan, Alashakhan Avenue, 1b,

³Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Kyrgyzstan, Bishkek, Ch. Aitmatov Avenue, 6b,

*corresponding author.

Abstract. *The main advantages of using plate conveyors in open-pit mining conditions are the possibility of transporting coal without overloading at a distance of up to 6 km with relatively low values of resistance to the movement of the load-bearing body in workings with rectangular curved lifting angles up to 30°. In this regard, the prospects for the development of in-line coal delivery technology in conditions of continuous increase in the depth of cuts using multi-drive plate conveyors, which have proven themselves positively during the transportation of ore, are undoubted. However, for the practical implementation of this technology, it is necessary to solve the problem of load distribution between the drives of a multi-motor plate conveyor. One of the ways to achieve this is possible by using modern frequency-controlled electric drives, regulating the speed of the traction-bearing body, controlling the load distribution between the drives, eliminating equilibrium forces in the conveyor traction circuit and a number of other factors. The article presents the results of research on ensuring load distribution between electric drives of multi-motor chain conveyors. The purpose of this work is to improve the established modes of operation of the conveyor by applying the method of controlling the distribution of loads between frequency-controlled electric drives of a multi-motor plate conveyor.*

Keywords: *multi-motor plate conveyor, asynchronous electric drive with frequency control, load distribution control, traction-bearing body condition control.*

REFERENCES

1. Saginov A.S., Daniyarov A.N., Akashev Z.T. Osnovy proektirovaniya i rascheta kar'ernyh plastinchatyyh konvejerov. – Alma-Ata: Nauka, 1984. – 328 p.
2. Brejdo I.V. Elektroprivod konvejera. A.s. No. SU1072228A, kl. H02P 5/46 ot 07.02.84, Byul. No. 5.
3. Babokin G.I. Dvuhdvigatel'nyj elektroprivod konvejera s sistemoy vyравnivaniya nagruzok // Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki. Vyp. 3: v 5 ch. Ch. 2. Tula, 2010.
4. Tazabekov I.I., Daniyarov N.A., Balgabekov T.K. Reguliruemye privody magistral'nyh cepnyh konvejerov: Monografiya / Karagandinskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet. – Karaganda: Publ. KarGTU, 2009. – 163 p.
5. Brejdo I.V. Principy upravleniya i metody sinteza reguliruemyh elektroprivodov podzemnyh gornyyh mashin. – Almaty: Giga Trejd, 2012. pp. 78-85.
6. Breido I.V., Daniyarov N.A., Kelisbekov A.K., Akhmetbekova A.M. Using Soft Start Method in Multi-Drive Plate Conveyor Operation // Resp. zhurn. «Trudy Universiteta», Publ. KarGTU, no. 4, 2018. P. 124.
7. Breido I.V., Intykov T.S., Daniyarov N.A., Kelisbekov A.K., Semykina I.Yu. Mathematical model of apron conveyor controlled Electric drive in operation starting modes. NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan / ISSN 2224-5278. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.59./> Volume 2, Number 434 (2019), pp. 232-237.
8. Breido I.V., Kaverin V.V., Kelisbekov, A.K., Daniyarov, N.A., Akhmetbekova A.M. Mathematical model of multi-motor plate conveyor traction body with frequency-controlled electric drive. Eurasian Physical Technical Journal, no. 2, 2019.
9. Breido I.V. The State and Prospects of Development of the Interconnected Multi-Motor Semiconductor Electric Drives. Scientific Book 2013. Vol. 12, ISSN 1726-9687, ISBN 978-3-901509-94-0, Editors: B. Katalinic & Z. Tekic, hard cover, Publisher DAAAM International Vienna, Vienna, 2013, pp. 193-212.