

6D071800 - "Электр энергетикасы" мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған
Котов Евгений Сергеевичтің диссертациясына

АҢДАТПА

ТАУ-КЕН ӨНДІРІСІНІҢ ЭЛЕКТР ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН БАҚЫЛАЙТЫН ҚАШЫҚТЫҚ МОНИТОРИНГ ПРИНЦИПТЕРІН ӨҢДЕУ

Диссертациялық жұмыс тау-кен өндірісінің электр жабдықтарының жұмыс режимдерін қашықтықтан бақылау принциптері мен жүйелерін құруға арналған, ол оның энергия тиімділігін арттыру мақсатында жасалған.

Жұмыстың өзектілігі. Пайдалы қазбаларды ашық және жерасты өндіру үшін тау-кен өндірісінің технологиялық процестерінің ерекшеліктері үлкен бір қуатты жергілікті жерде таратылған технологиялық жабдықтардан тұруы және оның электрмен жабдықтау көздерінен қашықтығы болып табылады. Тау-кен өндірісінің технологиялық процестерінің тұрақтылығына жабдықты пайдаланудың қатаң шарттары және температураның кең диапазондағы маусымдық ауытқуы, жыл бойы әр түрлі жауын-шашынның болуы, діріл, шаң т.б. әсер етеді. Осыған байланысты қазіргі уақытта пайдалы қазбаларды ашық және жер асты өндіруге арналған электр жабдықтарының, соның ішінде іске қосу-реттеу аппаратураларының, генераторлардың, электр қозғалтқыштарының, оларды қорғау және басқару жүйелерінің электр тұтыну параметрлері мен жұмыс режимдерін қашықтықтан бақылаудың әртүрлі жүйелерін зерттеу және әзірлеу белсенді жүргізілуде.

Көптеген ғалымдардың еңбектері қашықтықтан бақылау жүйелерін зерттеуге және дамытуға арналған: Брейдо И.В., Авдеев Л.А., Костюков В.Н., Бойченко С.Н., Костюков А.В., Жуковский Ю.Л., Козярук А.Е., Коржева А.А., Кривенко А.В., Будко П.А., Литвинов А.И., сондай-ақ JANITZA GbmH және Rittal (Германия) тәрізді шетелдік кәсіпорындардың мамандары да кіреді.

Әдеби дереккөздердің талдауы көрсеткендей, тау-кен өнеркәсібі үшін белгілі бір қажеттіліктерге байланысты тау-кен электр жабдықтарының жұмыс режимдерін қашықтықтан бақылау жүйесін құру қажет:

– жергілікті жерде бөлінген тау-кен жабдықтарының, оның ішінде экскаваторлардың, бұрғылау станоктарының, кенжар жабдықтарының жұмысын ұдайы қашықтықтан бақылау қажеттілігі т.б.;

– экскаваторлардың жұмыс режимдерін үнемі бақылау және бос жүріс режимдерін алып тастау арқылы электр тұтынуды азайту қажеттілігі. Тәжірибелік пайдалану негізінде бос жүріс режиміндегі электр тұтынудың орташа мәні жалпы электр тұтынудың кемінде 10-15% - ын құрайтыны анықталды;

– жергілікті жерде бөлінген электр жабдығының істен шығуын жедел анықтау есебінен тұрып қалу уақытын азайту қажет.

Зерттеу объектісі қашықтықтан бақылауға жататын тау-кен өндірісінің электр жабдығы болып табылады.

Жұмыстың мақсаты басқару жеделдігін арттыру, электр жабдығы істен шыққан кезде шығындар мен тоқтап қалуларды азайту, сондай-ақ тау-кен өндірісінің қашықтықтағы электр жабдығының энергия тиімділігін арттыру болып табылады.

Жұмыстың идеясы басқарудың жеделдігін арттыру үшін, электр жабдығының істен шығуы кезінде, сондай-ақ тау-кен өндірісінің қашықтықтағы электр жабдығының энергия тиімділігін арттыруда шығындар мен тоқтап қалуларды азайту үшін бақылау жүйелерін пайдалану болып табылады.

Ғылыми жаңалығы:

– коммутациялық кедергілерді ескере отырып, жинаудың кедергіден қорғау алгоритмдерін құру, ақпаратты жинау және беруді әзірлеу;

– тау-кен жабдығын пайдаланудың нақты өзгертін жағдайларында қашықтықтан бақылау жүйелерінде ақпаратты берудің ықтимал каналдары автоматты таңдауды қамтамасыз ететін техникалық шешімдерді әзірлеу;

– қашықтықтан бақылау жүйесінде жинақталған ақпаратты талдау негізінде экскаваторлардың меншікті электр тұтынуын болжау және жоспарлау әдістерін әзірлеу.

Зерттеу міндеттері:

– тау-кен өндірісінің электр жабдықтарының жұмыс режимдерін бақылау бойынша зерттеулер мен техникалық шешімдерді талдау;

– кедергілер жағдайында ашық өндіру әдісімен тау-кен өндірісінің қашықтықтағы электр жабдықтарының жұмыс режимдерін талдау;

– көп қозғалтқышты тау-кен электр жабдықтарының (экскаваторлардың) жұмыс режимдерінің кедергіге төзімділігіне, бақылау жүйелерінің сенімділік әсерін сипаттайтын имитациялық модель жасау;

– коммутациялық кедергілерді ескере отырып, ақпаратты жинау мен берудің кедергіден қорғау алгоритмдерін әзірлеу;

– тау-кен жабдығын пайдаланудың нақты өзгертін жағдайларында қашықтықтан бақылау жүйелерінде ақпаратты берудің ықтимал каналдары автоматты таңдауды қамтамасыз ететін техникалық шешімдерді әзірлеу;

– жоғары вольтты қосалқы станциялар мен экскаваторлардың электр жабдықтарын қашықтықтан бақылау жүйелерін сынау және тәжірибелік пайдалану.

Қорғауға шығарылатын зерттеулердің негізгі ғылыми ережелері мен нәтижелері:

– жергілікті жерде бөлінген тау-кен жабдықтарының электр жабдығының жұмыс режимін ескере отырып, қашықтықтан бақылау жүйелерінде технологиялық ақпараттың кедергіге қарсы берілуін қамтамасыз ету принциптері мен әдістері;

–

– қашықтықтан бақылау жүйесіндегі жинақталған ақпаратты талдау негізінде экскаваторлардың меншікті электр тұтынуын болжау және жоспарлау әдістері;

– тау-кен өндірісінің өзгертін жағдайларына байланысты телеметриялық ақпаратты берудің мүмкін болатын каналдарын автоматты түрде таңдай отырып, жылжымалы машиналар мен стационарлық жабдықтардың қашықтықтан бақылау жүйесін құру бойынша техникалық шешімдер кешенін ұсынады.

Зерттеу әдістері: диссертациялық жұмыстың ғылыми және практикалық нәтижелері ақпаратты беру теориясының, электротехниканың, сондай-ақ ықтималдық теориясының әдістерін қолдана отырып алынды. Электр тұтынуы мен электр параметрлерін болжаудың математикалық модельдері «STATISTICA» қолданбалы бағдарламалар пакетін қолдана отырып, белгілі тарату заңдары мен регрессиялық талдау әдістеріне негізделген. Имитациялық зерттеулер, сондай-ақ модельдеу нәтижелері MATLAB/SIMULINK және SimPowerSystems қолданбалы пакеттерінде жасалды.

Алынған нәтижелердің тәжірибелік маңыздылығы:

– тау-кен электр жабдықтарының жұмыс режимдерін бақылау жүйелері бойынша техникалық шешімдер кешенін әзірлеу;

– жоғары вольтты қосалқы станциялар мен экскаваторлардың электр жабдықтарын қашықтықтан бақылау жүйелерін сынақтан өткізу және тәжірибелік пайдалану;

– өнеркәсіпте тау-кен электр жабдықтарының жұмыс режимдеріне қашықтықтан бақылау жүйесін енгізу.

Нәтижелер мен қорытындылардың негіздемесі және нақтылығы. Диссертацияның негізделген және сенімді нәтижелері мен қорытындылары электротехниканың теорияның негіздері, имитациялық модельдеу, MATLAB/SIMULINK қолданбалы бағдарламалар пакеттерін қолдануға негізделген. Ғылыми ережелер, зерттеу нәтижелері және қорытындылар компьютерлік модельдеу материалдарының адекваттылығын бағалау және тау-кен кәсіпорындарының қашықтықтан бақылау жүйесін эксперименттік зерттеу жолымен расталған.

Жұмыстың көлемі мен құрылымы. Жұмыс кіріспеден, бес тараудан, қорытындыдан, 7 қосымшадан тұрады. 114 бет машинамен басылған мәтін, 55 сурет, 25 кесте, 135 атаудан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімі бар.

Жұмыстың мазмұны. Кіріспеде тау-кен өндірісінің электр жабдықтарының жұмыс режимдерін қашықтықтан бақылау принциптерін әзірлеудің маңыздылығы негізделген. Диссертацияның мақсаты мен міндеттері тұжырымдалған, ғылыми жаңалығы, қорғауға шығарылатын зерттеулердің ғылыми ережелері мен нәтижелері, зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы анықталған.

Бірінші тарауда тау-кен өндірісінің электр жабдықтарының жұмыс режимдерін технологиялық бақылау әдістері мен жүйелеріне арналған әдеби

дереккөздерге шолу жасалды. Ашық және жерасты тәсілімен өндіру кезінде тау-кен өндірісінің электр жабдықтары режимдерінің бақылауы бойынша техникалық шешімдер келтірілген.

Екінші тарауда тау-кен өндірісінің электр жабдықтарын жоспарлы және апаттық ажырату кезінде туындайтын амплитудалық кедергілерге талдау және зерттеу жүргізілді. Ақпаратты берудің кедергіге қарсы алгоритмдерін құру үшін коммутацияны бөлу заңы анықталды.

Үшінші тарауда тау-кен өндірісінің электр жабдықтарының жұмыс режимдерін қашықтықтан бақылау жүйелерінде ақпаратты жинау және беру үшін кедергіге қарсы алгоритмдері жасалды. Тау-кен өндірісінің электр жабдықтарының жұмыс режимдерін қашықтықтан бақылау жүйесінің құрылымдық схемасы жасалды.

Төртінші тарауда Қазақстан Республикасының өнеркәсіптік кәсіпорнына енгізілген әр түрлі типтегі экскаваторлар мен қосалқы станциялардың электр жабдықтарының жұмыс режимдерін қашықтықтан бақылау жүйесі жасалды.

Бесінші тарауда бақылау жүйесін пайдалану нәтижелері бойынша "Шұбаркөл Көмір" АҚ технологиялық объектілерінде электр энергиясын пайдалану тиімділігіне талдау жүргізілді, сондай-ақ электр тұтынуды болжау модельдері әзірленді.

Жүргізілген зерттеулердің негізгі нәтижелері келесідей:

– тау-кен өндірісінің электр жабдықтарының жұмыс режимдерін бақылау бойынша зерттеулер мен техникалық шешімдерді талдау;

– кедергілер жағдайында ашық өндіру әдісімен тау-кен өндірісінің қашықтықтағы электр жабдықтарының жұмыс режимдерін талдау;

– көп қозғалтқышты тау-кен электр жабдықтарының (экскаваторлардың) жұмыс режимдерінің кедергіге төзімділігіне, бақылау жүйелерінің сенімділік әсерін сипаттайтын имитациялық моделі жасалған. Алынған модельдер негізінде әртүрлі жүктемелердің жұмысында пайда болатын коммутациялық әсерлердің әсерін анықтауға мүмкіндік беретін эксперименттік зерттеулер жүргізілді;

– коммутациялық кедергілерді ескере отырып, ақпаратты жинау мен берудің кедергіден қорғау алгоритмдерін әзірлеу;

– пайдалы қазбаларды ашық өндіру жағдайында тау-кен өндірісінің электр қосалқы станциялары мен электр жабдықтарының өлшеу, талдау және басқару құрылғыларын бақылау тәсілі әзірленді;

– тау-кен өндірісінің электр жабдықтарының жұмыс режимдерін бақылау жүйесінің құрылымдық схемасы жасалды, оны пайдалану есебінен оның авариялық режимдерге өтуіне жол бермеу мақсатында электр жабдығының жұмыс режимдерін уақтылы және дұрыс бақылау жүзеге асырылады, сондай-ақ ағымдағы жөндеу немесе жаңа электр жабдықтарын сатып алу шығындарын экономикалық жоспарлау мүмкіндігін болжау;

– тау-кен жабдығын пайдаланудың нақты өзгертін жағдайларында қашықтықтан бақылау жүйелерінде ақпаратты берудің ықтимал каналдары автоматты таңдауды қамтамасыз ететін техникалық шешімдер әзірленді;

– «Шұбаркөл Көмір» АҚ разрезінде жоғары вольтты қосалқы станциялар мен экскаваторлардың электр жабдықтарын қашықтықтан бақылау жүйесін сынақтан өткізу және тәжірибелік пайдалану жүргізілді. Жүйені пайдалану нәтижелері бойынша электр тұтынуды болжау модельдері жасалды;

– пайдалы қазбаларды жерасты өндіру жағдайында бақылау жүйесін қолдану тәжірибесі ұсынылды;

– диссертацияның негізгі ғылыми ережелері Қазақстан Республикасының патентімен және зияткерлік меншік куәліктерімен қорғалған.

Қолдану саласы. Жергілікті жерде бөлінген тау-кен өндірісінің электр жабдығы.

Ізденушінің жеке үлесі келесілерден тұрады: тау-кен өндірісі жағдайында қосалқы станция жұмысының имитациялық моделін әзірлеуден; кедергі жағдайында ақпаратты жинау және берудің кедергіден қорғау алгоритмдерін әзірлеуден; пайдалы қазбаларды ашық өндіру жағдайында тау-кен өндірісінің электр қосалқы станциялары мен электр жабдығының жабдықтарын өлшеу, талдау және басқару құрылғыларына бақылау жүргізу тәсілін әзірлеуден; экскаваторлар мен қосалқы станциялардың жұмыс режимдерін қашықтықтан бақылау жүйесін әзірлеуден; тау-кен өндірісінің электр жабдықтарының жұмыс режимдерін қашықтықтан бақылау жүйесінің жұмысы кезінде алынған мәліметтер негізінде электр тұтынуды болжау моделін әзірлеуден; сондай-ақ зерттеу тақырыбы бойынша мақаланы дайындау және қорғау құжаттарын алу болып табылады.

Диссертация нәтижелерін апробациялау және жариялау. Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері баяндалды, талқыланды және мақұлданды:

– ҚарТУ ғылыми-техникалық семинарларында;

– 4 халықаралық конференцияларда, оның ішінде 1 шетелдік конференцияларда:

1. Breido I., Sichkarenko A., Kotov Y. Communication channels in systems for remote monitoring of mining electrical equipment operating modes // Proceedings of the 30th DAAAM International Symposium. Vienna, Austria: Published by DAAAM International, 2019. P 298-304;

2. Котов Е.С., Баскаков П.В. Разработка информационного комплекса системы поставарийного контроля добычных участков угольных шахт // Тр. междунар. науч. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №11)». – Караганда: КарГТУ, 2019. – Ч. 5. – С. 83-84;

3. Котов Е.С., Гарбар С.А. Повышение эффективности горного производства, как следствие использования систем удаленного мониторинга режимов работы горного оборудования // Тр. междунар. науч. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана

нации» (Сагиновские чтения №11)». – Караганда: КарГТУ, 2019. – Ч. 5. – С. 81-82;

4. Котов Е.С. Вяткин В. Исследование коммутационных процессов, возникающих в электрооборудовании при переходе в аварийный режим работы // Тр. междунар. науч. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №12)». – Караганда: КарГТУ, 2020. – Ч. 1. – С. 859-860.

Диссертацияның негізгі ғылыми нәтижелері бойынша жарияланымдар бар:

– Web of Science және Scopus компанияларының ақпараттық базаларына кіретін 2 мақала, процентиль 38 (2019):

1. Breido I.V., Sichkarenko A.V., Kotov, E.S. Emergency control of technological environment and electric machinery activity in coal mines // Journal of Mining Science. – Novosibirsk: Pleiades Publishing, Ltd., 2013. – Т. 49. – № 2. – P. 338-342;

2. Breido I.V., Sichkarenko A.V., Kotov E.S. Remote monitoring systems for high-voltage substations and mining machines at open pit coal mines // Journal of Mining Science. – Novosibirsk: Pleiades Publishing, Ltd., 2016. – Т. 52. – № 5. – P. 919-926.

– 4 мақала Қазақстан Республикасының білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитетінің тізімімен анықталатын журналдарда жарияланған:

1. Брейдо И.В. Иванов В.А, Котов Е.С. Применение gsm-сетей для передачи технологической информации // Журнал Труды Университета. – Караганда: КарГТУ, 2018. – Вып. № 3 (72). – С. 124-127;

2. Гарбар С.А, Котов Е.С. Исследование систем удаленного мониторинга режимов работы горного оборудования с использованием различных каналов связи // Вестник КазННТУ, – Алматы: КазННТУ имени К.И. Сатпаева, 2020. – Вып. № 2 (138). – С. 124-130;

3. Брейдо И.В., Вяткин В., Котов Е.С. Система пред – и послеаварийного контроля режимов работы взрывозащищенного электрооборудования // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – Алматы: НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева», 2020. – Вып. № 2 (49). – С. 114-121;

4. Котов Е.С. Вяткин В. Имитационное моделирование переходных процессов на примере высоковольтной подстанции угольного разреза // Вестник КазННТУ, – Алматы: КазННТУ имени К.И. Сатпаева, 2020. – Вып. № 4 (140). – С. 122-1271

1. Пат. 5132 Республика Казахстан, МПК G06F 17/40 (2006.01), G05B 13/00 (2006.01), G06F 13/42 (2006.01). Пайдалы қазбаларды ашық өндіру жағдайында тау-кен өндірісінің электр қосалқы станциялардың және электр жабдықтардың өлшеу, талдау және басқару құрылғыларының мониторингін жасау тәсілі Способ мониторинга устройств измерения, анализа и управления оборудованием электрических подстанций и электрооборудования горного производства в условиях открытой добычи полезных ископаемых / Котов

Е.С., Брейдо И.В., Сичкаренко А.В. – № 2020/0423.2; заявл. 02.05.2020; опубл. 10.07.2020, Бюл. № 27.

– 2 авторлық құқық объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы куәліктері:

1. Котов Е.С., Сичкаренко А.В., Брейдо И.В. Руководство оператора по системе технического учёта электроэнергии и технологических параметров подстанций «ЮЖНАЯ» и «ЮГО-ЗАПАДНАЯ» АО "Шубарколь комир" (произведение литературы) // Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права. Запись в реестре № 8594 от 05.03.2020. – Министерство юстиции РК.

2. Котов Е.С. Программа для защиты от несанкционированного сброса показаний электроэнергии: Мемогу ME96SSR-MB (программа для ЭВМ) // Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права. Запись в реестре № 9489 от 20.04.2020. – Министерство юстиции РК.

Жұмыс нәтижелері Қарағанды техникалық университетінің оқу процесіне енгізілді, сондай-ақ, "Шұбаркөл Көмір" АҚ көмір кенішінде енгізіліп, пайдаланылуда.