

ҚАБДОЛДИНА ӘСЕМ ОРАЛХАНҚЫЗЫ

ЭЛЕКТРОДИНАМИКАЛЫҚ ВИБРОСТЕНДТЕРДІҢ СИПАТТАМАСЫН ЖАҚСARTУ ЖӘНЕ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН АДАПТИВТІ ЖҮЙЕНІ ТҰРАҚТАНДЫРУДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖОБАЛАУ

6D071600- «Аспап жасау» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін іздену үшін

АҢДАТПА

Жұмыстың өзектілігі. Діріл және соққылар машиналардың, механизмдердің, құрылғылардың және аспаптардың жұмыс істеуінің ажырамас бөлігі болып табылады. Кейбір сирек жағдайларда болмаса, ешкімге кұпия емес, бұл факторлардың әсері энтропияның өсуіне, материалдардың қартаюуына әкеледі. Осы феноменнің мәнін жақсы түсіну үшін дірілге үлкен көлемде зерттеулер жүргізілуде. Көптеген компаниялар мен ғылыми- зерттеу орталықтары динамикалық әсердің әсерін талдау, бағалау, жіктеу әдістерін ұсынады. Осы және басқа зиянды фактордың өнімге қалай әсер ететінін білудің жақсы тәсілі өнімнің нақты қызмет жағдайында бүкіл қызмет көрсету мерзімін басқару болып табылады. Бірақ бұл шешім өте маңызды және бірегей артықшылығынан басқа, экономикалық, уақыттық және функционалдық сипатта көптеген кемшіліктерге ие. Нәтижесінде кешенді әрекет компоненттерге бөлінеді, белгілі бір жағдайларға әсер ету дәрежесін анықтайды және таңдалған жерлерде мақсатты зерттеулер жүргізіледі. Жасалған әдістер берілген жағдайлардағы дірілдің әсерін олардың модельдеуі үшін арнайы жасалған жабдыққа толығымен зерттеуге мүмкіндік береді. Әр-түрлі жұмыс істеу жағдайында арнайы жасалған жабдықтар келесідей діріл әсеріне зерттеледі:

- діріл шуы;
- материалдардың тозуы;
- резонанс жағдайында қирауы.

Көрсетілген бағыттардың ерекшелену себебі әр-түрлі машиналардың, механизмдердің, құрылғылардың және аспаптардың өздеріне тән сипаттамаларының болуы, өз кезегінде әр жағдайға белгілі бір тәсілді қолдануды қажет етеді.

Бұл жұмыста үшінші резонанс жағдайында қирау қарастырылады. Өнімде сыртқы факторлардан резонанс туындаған жағдайда, ал материал мен қосылыстарда кернеу бір шамаға өскенде, өнімнің жұмыс істеу ресурсы төмендейтіні бәріне белгілі. Көптеген өнімдер үшін оның меншікті жиілігін дәл анықтау өте маңызды мәселе болып табылады. Құрылымдық элементтер мен бұйымдардың меншікті жиілігін анықтау үшін көптеген сандық әдістер мен жанама аналитикалық әдістер бар. Бірақ объектінің күрделілігі мен оның барлық ерекшелігін ескеру мүмкіндіктері болмағандықтан дәлдік (кей

жағдайда адекваттылық) төмендейді. Осындай жағдайда, әрине экономикалық тұрғыдан, өнімнің меншікті резонансты жиілігін экспериментальды түрде анықтаған жөн. Өлшемдері дұрыс болған жағдайдағы экспериментальды анықталған деректер өнімнің сипаттамасы бар манипуляциялық жолмен алынған деректерге қарағанда шынайы болады. Әрі қарай осы деректермен өнімнің меншікті резонанс жиілігін өзгерту мақсатында құрылымдық жөндеулер немесе эксплуатациялаудың техникалық шарттарын өзгертуге болады.

Қазіргі таңда қатаң эксплуатациялау шарттарында жұмыс істейтін электрондық құрылғылардың (ЭҚ) беріктік параметрлеріне жоғарғы талаптар қойылады. ЭҚ-ны жұмыстан шығаратын маңызды дестабилизациялау факторларына сыртқы діріл әсерін айта аламыз. (30% дейінгі жұмыстан шығу дірілдің әсерінен болады). Осыған байланысты ЭҚ-ды жасау және шығару процесстерінде арнайы әдістер мен сынақ құралдары көмегімен діріл әсеріне зертханалық-стендтік сынақ жүргізу қарастырылған.

Стендтік сынақтар облысының айталықтай жетістіктеріне қарамастан, шынайы эксплуатациялау шарттарындағы ЭҚ-ның жұмыс істеу режимі сынақ режимінен айталықтай өзгеше болады, ол өз кезегінде діріл әсерінен болған жұмыстан шығудың елу пайызға дейінгі себебі болып табылады. Дірілге сынау нәтижелерінің анықтығы мен дәлдігін арттыруға бағытталған шешімді негізгі ғылыми-техникалық мәселелердің бірі діріл әсерінің дәлдік сипаттамасын бағалау мен нормалау принциптерін қалыптастыру мен кездейсоқ діріл процестерінің статистикалық сипаттамасын бағалау дәлдігінің көрсеткіштеріне бағытталған.

Көптеген әуе және ракета-ғарыш техникасының бөлшектерінде орналастырылған сенсорлардың істен шығуының едәуір мөлшері интенсивті механикалық дірілдің әсерінен болады. Сонымен бірге діріл әсер еткен кездегі сенімділік пен төзімділік мәселелері мұндай аппаратураны құрастыруда бұрыннан шешуші мәнге ие болған. Сенсорларға әсер ету реакциясы әртүрлі конструктивті элементтер мен түйіндерді қамтиды. Пайдалану кезінде сенсорлар әртүрлі сипаттағы үйлесімдіге жақын периодты, екпінді немесе кездейсоқ түріндегі діріл әсеріне ұшырайды.

Сенсорлардың сенімділігін анықтайтын істен шығуындағы себептердің екі категориясы бар [1]:

- Сенсордың элементтерінің тозып бүлінуі;
- Ақаусыз жұмыс істеуін сипаттайтын негізгі параметрлердің шектен тыс ауытқуы.

Осылайша, дірілге сынау кезінде міндетті түрдегі қабылдау-тапсыру сынағына жарамды және объектіні пайдалану кезінде діріл әсерінің типтік жағдайына сәйкес сынау әдістерін құрастыру мен сынау объектісінің қызмет ету мерзімін бағалау – пайдалану талаптары мен жасау және құрастыру кезінде қалыптасқан талаптардан шығатын 2 негізгі мәселесі шешіледі.

Сондықтан, электродинамикалық дірілдеу стендінің (ЭДС) сипаттамаларын жақсарту жалпы мәселесінде, әдістер мен өлшеу дәлдігі құралдарын жетілдіру, сынақ режимдерінің жұмыс режимдерімен сәйкестігі

және ЭДС сынақтарының нәтижелерінің ақпараттылығы - бұл өзекті ғылыми және тәжірибелік мәселе.

Жұмыстың мақсаты: заманауи компьютерлік технологияларды пайдаланып және модельдік болжамды басқару әдісіне негізделген ЭДС эксплуатациялық сипаттамаларын жоғарлату және дірілді сынақ үшін виртуалды зертханалық базасын құру және ЭДС тұрақтандыру үшін автоматтандырылған адаптивті жүйені жобалау.

Осы мақсаттарға жету үшін келесі **зерттеу міндеттері** қойылды:

- дірілді стендтер мен діріл сынақтарды басқару жүйелерінің қазіргі таңдағы жай-күйі мен болашақ дамуын зерттеу;
- қолданыстағы дірілді стендтер мен басқару жүйелерінің негізгі техникалық сипаттамалары мен функционалдығын талдау;
- дірілді стендтердің басқару жүйесінің негізгі элементтері мен блоктарына бірнеше математикалық модельдер жасау;
- таңдалған критерийлер бойынша басқару жүйесін оңтайландыру;
- электродинамикалық дірілді стендтердің сипаттамаларын жоғарлатуға және автоматтандырылған адаптивті тұрақтандыру жүйесіне эксперименттік зерттеуді жүргізу.

Қойылған міндеттерді шешу үшін келесі **әдістерді** қолдану керек:

- бақылау объектісін талдау әдісі;
- математикалық модельдеу әдісі;
- автоматты басқарудың заманауи теориясының әдісі;
- SCADA-жобалау әдісі.

Зерттеу нысаны: автоматтандырылған зертханалық стендтік дірілге сынау жабдықтарына арналған эксплуатациялаудың техникалық шарттарын арттыруға бағытталған технология және адаптивті басқарудың виртуальды зертханасы.

Зерттеу мәні: Қазақстандағы көптеген әр түрлі кәсіпорындарында көп мөлшерде вибростендтер пайдаланылады, олар бақылау жүйесінің моральды және физикалық тұрғыда тозуына байланысты, қажетті мөлшерде пайдалану сипаттамасын қанағаттандыра алмайды, сондықтан олардың модернизациялау мәселесін шешу.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы. Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы келесідей:

- Әдістер негіздемесі мен электродинамикалық вибростендтердің сәйкестігінің бағдарламалық техникалық құралы;
- Модельді болжамды бақылауды жүзеге асыру үшін қажетті электродинамикалық вибростендтің дәл динамикалық моделін құру;
- Модельді болжамды басқару әдістерін қолдана отырып, электродинамикалық вибростендтің бақылау жүйелерінің синтезінің нәтижелерін алу;
- Озық компьютерлік бақылау технологиясын пайдалана отырып, жүйені бағдарламалық және техникалық қамтамасыз етуді жүзеге асыру.

Жұмыстың тәжірбиелік маңыздылығы. Диссертациялық жұмыста әзірленген теориялық тұжырымдамалар мен әдістемелер жасалған ДБАЖ негізін құрды, ол ЭДС сынау сынақтарының тиімділігін арттыруға мүмкіндік берді, бұл келесі ғылыми-өндірістік орталықтарында ЖШС «Контрольно-измерительные технологии» және АҚ «ОДК- СТАР» жүзеге асыру актісімен расталған.

Зерттеуге автордың жеке қосқан үлесі. Қорғауға ұсынылған диссертацияның нәтижелері автормен дербес алынған. Басқа авторлармен бірлесіп жарияланған нәтижелер авторларға тең үлестермен тиесілі. Мәтінде пайдаланылатын басқа авторлардың нәтижелеріне тиісті дереккөздерге сілтемелер көрсетілген.

Жұмыстың апробациясы және мақалалар.

Жұмыстың негізгі нәтижелері бойынша есептер беріліп және талқыланды: Халықаралық Сәтпаев оқулары - 2015 ж. «Қазақстанның жаңа экономикалық саясатын жүзеге асырудағы жас ғалымдардың рөлі мен орны» (2015, Алматы, Қазақстан); III жыл сайынғы ЖОО аралық студенттік ғылыми-тәжірбиелік конференция Ғылым мен білімдегі ақпараттық технологиялар. Проблемалар мен перспективалар. (2016, Пенза, Ресей); Халықаралық ғылыми-тәжірбиелік конференция - Жастар. Ғылым. Инновациялар. (Жастар ғылымы. Инновациялар). (2016, Пенза, Ресей); Халықаралық Сәтпаев оқулары - 2017 жылы «Шахмардан Есеновтың ғылыми мұрасы» (2015, Алматы, Қазақстан); Қ.Сәтбаев атындағы ҚазҰЗТУ-дың Университетінің ғылыми семинарында (2014-2017, Алматы, Қазақстан); Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰЗТУ-дың «РТЖАТҚ» кафедрасының ғылыми семинарында (2014-2018, Алматы, Қазақстан). Диссертация тақырыбы бойынша негізгі нәтижелер 16 мақалада, соның ішінде Scopus деректер базасында 4 мақала, ҚР БҒМ ККСОН ұсынған тізімнен 3 мақала, ҚР ғылыми басылымдарында 1 мақала және халықаралық ғылыми конференцияларда 8 баяндама жарияланған.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс нормативті сілтемелерден, анықтамалардан, қысқартулар мен белгілеулерден, кіріспеден, негізгі мазмұнның бес тарауынан, қорытындыдан, қолданылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.

Кіріспеде диссертациялық жұмыстың өзектілігіне негіздеме, жұмыстың мақсаты, зерттеу міндеттері, зерттеу нысаны, зерттеу мәні, жұмыстың ғылыми жаңалығы, жұмыстың тәжірбиелік маңыздылығы, жұмыстың апробациясы көрсетілген.

Бірінші бөлімде вибростенд пен оның басқару жүйелерінің қазіргі жағдайы мен болашақта дамуына әдеби шолу жасалынған. Қазіргі таңдағы бар электродинамикалық вибростендтерге талдау. Қазіргі таңдағы бар электродинамикалық вибростендтердің басқару жүйелеріне талдау. Электродинамикалық вибростенді АРС-басқару жүйесі. Сынауларды автоматты басқару жүйелері. Құрылғының динамикалық сипаттамасын

анықтау үшін қазіргі таңда бар құралдары мен әдістерінің дамуының болжамы қарастырылған.

Екінші бөлімде қолданыстағы дірілді стендтер мен басқару жүйелерінің негізгі техникалық сипаттамалары мен функционалдығын талдау. Басқару жүйесінің элементтері мен құрылымын моделдеудің теориялық бөлімі келтірілген. Алмастырудың эквиваленті схемасы және электродинамикалық вибратордың динамика теңдеуі. Электродинамикалық вибростенд моделін параметрлік идентификациялау. Модельдің түрі мен идентификация әдісін таңдау. Вибростендтің математикалық моделін идентификациялау үшін System Identification Toolbox графикалық интерфейсін пайдалану. АСОС процедурасын пайдалану арқылы басқару жүйесін синтездеу. Басқару жүйесін құрастыру міндетінің қойылуы. Оңтайлы реттегіштерді аналитикалық құрылымдау. АРС-басқаруы бар жүйенің SCADA-жобасын жасау. Объектті моделі қарастырылған.

Үшінші бөлімде белсенді дірілді бақылау және оның қолданылуы. Смарт материалдар. Пішінді жадта сақтайтын қорытпалар. Электро және магниттіреологиялық сұйықтар. Электр және магниттік құрылымдық материалдар. Пьезоэлектрлік. Демпфирлеу. Материалдарды, бөлшектерді аспап жасау құрылғысы арқылы ресурстық сынау әдістерін және жеделдетуге арналған құралдарды талдау қарастырылған. Пьезо түрлендіргіштері бар интеллектуальды құрылғыларды СЭ моделдеу қарастырылған.

Төртінші бөлімде математикалық модельді құру және компьютерлік модельдеу. Жүйені экспериментальды зерттеу және оның сипаттамаларын бағалау. TIRA вибростендінің параметрлік идентификациясы. Объектінің математикалық моделін жасау. Дірілді сынақтарды басқару жүйелерін синтездеу және талдау. PID контроллері синтезі. АСОР оңтайлы синтезі. Басқару жүйесінің математикалық моделін құру. Басқару жүйесінің математикалық моделін компьютерлік модельдеу. Техникалық және бағдарламалық қамтамасыз етуді таңдау. Жабдықты таңдау. Бағдарламалық жасақтаманы таңдау. SCADA - ДБАЖ жобалау. Математикалық модельді бағдарламалық іске асыру қарастырылған.

Диссертацияның **қорытындысында** ұсынылған және талқыланған зерттеулер мен талдамалардың нәтижелері бойынша жұмыстың негізгі қорытындылары тұжырымдалды.