ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Физика-техникалық факультеті

Плазма физикасы, нанотехнология және компьютерлік физика кафедрасы

Дәріс оқушы, профессор Досболаев М.Қ.

merlan@physics.kz

Техника-интеллектуалды қызмет және инженерлік мәселелерді шешу теориясы

пәні бойынша дәрістер жинағы

«8D07108 Электр энергетикасы»

білім беру бағдарламасы докторанттарына арналған

Алматы, 2026

Дәріс 8.

Г. С. Альтшуллердің 40 өнертапқыштық тәсілі және қарама-қайшылықтар матрицасы

Дәрістің мақсаты: Білім алушыларға Г. С. Альтшуллер ұсынған 40 өнертапқыштық тәсілдің негізгі қағидаларын, олардың техникалық қарама-қайшылықтарды шешудегі рөлін және қолданылу логикасын түсіндіру. Электр энергетикалық жүйелерді жетілдіруде бөлшектеу, бөліп шығару, жергілікті сапа, асимметрия, біріктіру, әмбебаптық, алдын ала әрекет ету, динамикалылық, басқа өлшемге көшу, кері байланыс және физикалық параметрлерді өзгерту тәсілдерін қолдану дағдыларын қалыптастыру. Қарама-қайшылықтар матрицасы арқылы инженерлік есептерді шешудің тиімді бағыттарын анықтауды үйрету.

Дәрістің жоспары:

1. Г. С. Альтшуллердің 40 өнертапқыштық тәсілі және олардың ӨЕШТ теориясындағы орны.
2. Өнертапқыштық тәсілдердің жалпы жіктелуі және қолданылу логикасы.
3. Электр энергетикасында кеңінен қолдануға болатын өнертапқыштық тәсілдер.
4. Техникалық қарама-қайшылықтар матрицасының құрылымы және оны қолдану әдісі.
5. Электр энергетикасындағы инженерлік есептерді қарама-қайшылықтар матрицасы арқылы шешу мысалдары.

Қысқаша теориялық мәліметтер

1. Г. С. Альтшуллердің 40 өнертапқыштық тәсілі және олардың ӨЕШТ теориясындағы орны

Техникалық жүйелерді жетілдіру барысында инженерлер көптеген қарама-қайшылықтарға тап болады. *Мысалы,* электр өткізгішінің кедергісін азайту қажет, бірақ материал шығынын арттыруға болмайды. Трансформатордың салқындатылуын жақсарту қажет, бірақ қосымша энергия тұтынуға жол берілмеуі тиіс. Мұндай жағдайларда дәстүрлі инженерлік тәсілдер көбінесе компромистік шешімдерді ұсынады. Яғни бір параметрді жақсарту үшін басқа параметрдің белгілі бір дәрежеде нашарлауына келісуге тура келеді.

Ал ӨЕШТ-тің негізгі мақсаты – қарама-қайшылықты тек компромисс арқылы реттемей, оны жоюдың немесе әлсіретудің жаңа мүмкіндіктерін іздеу.

ӨЕШТ негізін қалаушы Генрих Саулович Альтшуллер көптеген өнертабыстар мен патенттерді талдау арқылы әртүрлі техникалық салаларда кездесетін мәселелердің арасында ортақ заңдылықтар бар екенін анықтады. Атап айтқанда, сырттай бір-біріне ұқсамайтын инженерлік есептерді шешуде бірдей немесе ұқсас техникалық қағидалар

қолданылатыны байқалды. Осы зерттеулердің нәтижесінде техникалық қарама-қайшылықтарды шешуге арналған 40 жалпыланған өнертапқыштық тәсіл жүйесі қалыптастырылды. Өнертапқыштық тәсілдер бұрыннан белгілі техникалық шешімдер тәжірибесінен алынған, жаңа есептерді шешуде идея ұсынуға көмектесетін жалпыланған ұсынымдар ретінде қарастырылады.

Өнертапқыштық тәсіл – техникалық қарама-қайшылықты шешудің белгілі бір бағытын көрсететін, әртүрлі инженерлік жүйелерге қолдануға болатын жалпыланған техникалық қағида. *Мысалы,* бөлшектеу тәсілі үлкен немесе тұтас объектіні бірнеше бөлікке бөлуді ұсынады. Бұл қағиданы электр трансформаторының магнитөткізгішінде, аккумуляторлық батареялардың модульдік құрылымында немесе электр тарату жүйесінің секцияларға бөлінген құрылымында қолдануға болады. Алайда өнертапқыштық тәсіл дайын конструкциялық шешім болып есептелмейді. Ол инженерге мәселені қандай бағытта зерттеуге болатынын көрсетеді. Тәсілді қолданғаннан кейін ұсынылған идея физикалық заңдылықтарға, техникалық талаптарға, экономикалық тиімділікке және қауіпсіздік нормаларына сәйкес тексерілуі тиіс.

1.1. Өнертапқыштық тәсілдердің негізгі міндеті

Өнертапқыштық тәсілдердің негізгі міндеті – инженерлік ойлаудың қалыптасқан шектеулерін жеңіп, техникалық мәселені шешудің жаңа бағыттарын табу. *Мысалы,* трансформатордың қызуын азайту қажет болғанда инженер алдымен қосымша желдеткіш орнатуды ойлауы мүмкін. Бірақ «жергілікті сапа» тәсілін қолдану арқылы трансформатордың ең көп қызатын бөліктерінде салқындатуды күшейту, ал басқа бөліктерінде бастапқы режимді сақтау мүмкіндігі қарастырылады.

«Динамикалылық» тәсілі бойынша салқындату қарқындылығын жүктеме мен температураға байланысты өзгертуге болады.

Ал «кері байланыс» тәсілі арқылы температура датчиктерінің сигналдары негізінде салқындату жүйесін автоматты түрде басқаруға мүмкіндік туады.

Осылайша, бір инженерлік есепке бірнеше өнертапқыштық тәсіл қолданылып, әртүрлі техникалық шешімдер ұсынылуы мүмкін.

2. Өнертапқыштық тәсілдердің жалпы жіктелуі және қолданылу логикасы

Классикалық ӨЕШТ-те 40 өнертапқыштық тәсіл жеке нөмірленген қағидалар ретінде беріледі. Оларды оқу мақсатында объектінің құрылымын, функциясын, жұмыс режимін, энергиясын және физикалық қасиеттерін өзгерту бағыттарына топтастыруға болады. Төменде 40 тәсілдің қазақша атаулары берілген. Атаулар олардың классикалық мазмұнына сай аударылған; әртүрлі қазақша оқу материалдарында терминдер сәл өзгеше болуы мүмкін.

№	Өнертапқыштық тәсіл	№	Өнертапқыштық тәсіл
1	Бөлшектеу	21	Процесті жылдам өткізу
2	Бөліп шығару	22	Зиянды әсерді пайдалыға айналдыру
3	Жергілікті сапа	23	Кері байланыс
4	Асимметрия	24	Аралық элементті қолдану
5	Біріктіру	25	Өзіне-өзі қызмет көрсету
6	Әмбебаптық	26	Көшіру
7	Бірінің ішіне бірін орналастыру	27	Арзан әрі қысқа мерзімді элементтерді қолдану
8	Салмақты компенсациялау	28	Механикалық жүйені алмастыру
9	Алдын ала қарсы әрекет ету	29	Пневматикалық және гидравликалық құрылымдарды қолдану
10	Алдын ала әрекет ету	30	Иілгіш қабықшалар мен жұқа қабаттар
11	Алдын ала қорғау	31	Кеуекті материалдарды қолдану
12	Эквипотенциалдық	32	Түсті немесе оптикалық қасиеттерді өзгерту
13	Кері әрекет ету	33	Біртектілік
14	Сфералық пішінге көшу	34	Бөліктерді алып тастау және қалпына келтіру
15	Динамикалылық	35	Физикалық-химиялық параметрлерді өзгерту
16	Жартылай немесе артық әрекет ету	36	Фазалық ауысуларды қолдану
17	Басқа өлшемге көшу	37	Жылулық ұлғаюды қолдану
18	Механикалық тербелістерді қолдану	38	Күшті тотықтырғыштарды қолдану
19	Периодтық әрекет ету	39	Инертті ортаны қолдану
20	Пайдалы әрекеттің үздіксіздігі	40	Композициялық материалдарды қолдану

40 тәсілді жаттап алу – оларды меңгерудің жалғыз мақсаты емес. Білім алушы нақты инженерлік мәселені талдау барысында қандай тәсіл мәселенің шешіміне ықпал етуі мүмкін екенін түсінуі керек. Өнертапқыштық тәсілдерді пайдалану логикасын төмендегі реттік схема арқылы көрсетуге болады.

- Инженерлік мәселені анықтау
- Техникалық қарама-қайшылықты тұжырымдау
- Өнертапқыштық тәсілді таңдау
- Тәсіл негізінде жаңа техникалық идея ұсыну
- Инженерлік есептеу және тәжірибелік тексеру

3. Электр энергетикасында қолдануға болатын негізгі өнертапқыштық тәсілдер

3.1. №1 тәсіл. Бөлшектеу

Бөлшектеу тәсілі техникалық объектіні бірнеше тәуелсіз немесе өзара байланысқан бөліктерге бөлуді ұсынады. Бұл тәсілдің мақсаты – үлкен немесе тұтас жүйені басқаруға, жөндеуге, тасымалдауға немесе пайдалануға ыңғайлы құрылымға айналдыру.

Мысал: трансформатордың магнитөткізгішін жұқа табақшалардан құрастыру. Тұтас ферромагниттік материалдан жасалған магнитөткізгіште айнымалы магнит ағынының әсерінен құйынды токтар (Фуко токтары) пайда болады. Құйынды токтар магнитөткізгіш ішінде қосымша жылулық шығындар тудырады. Осы шығындарды азайту үшін магнитөткізгішті өзара электрлік оқшауланған жұқа электротехникалық болат табақшалардан жасауға болады. Жұқа табақшалар арасындағы электрлік оқшаулау құйынды токтардың контурларын шектеп, энергия шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді. Бұл мысал бөлшектеу тәсілінің электр энергетикасындағы маңызды қолданылуы болып табылады.

3.2. №2 тәсіл. Бөліп шығару

Бөліп шығару тәсілі объектіден зиянды қасиетті немесе кедергі келтіретін бөлікті ажыратуды, сондай-ақ қажетті пайдалы функцияны жеке бөліп алуды ұсынады.

Мысал: күштік электроника модульдерінің салқындатылуы. Қуатты жартылай өткізгіш модульдерде электр энергиясын түрлендіру кезінде жылу бөлінеді. Жылуды құрылғыдан тиімді әкету қажет. Алайда салқындатқыш сұйықтықты немесе металл радиаторды кернеуі жоғары элементтермен тікелей жанастыру электр қауіпсіздігі тұрғысынан қолайсыз болуы мүмкін. Осы жағдайда жылу тасымалдау функциясын электрлік оқшаулау функциясынан бөлуге болады. Мысалы, жартылай өткізгіш модуль мен салқындатқыш жүйенің арасында жылуды жақсы өткізетін электрлік оқшаулағыш қабат орналастырылады. Нәтижесінде жылуды әкету қамтамасыз етіліп, электрлік оқшаулау сақталады.

3.3. №3 тәсіл. Жергілікті сапа

Жергілікті сапа тәсілі бойынша техникалық объектінің барлық бөліктері бірдей қасиетке ие болуы міндетті емес. Әрбір бөлік өзінің функциясына сәйкес қасиетке ие болуы қажет.

Мысал: трансформаторды салқындату. Күштік трансформатордың әртүрлі бөліктерінде жылу бөліну қарқындылығы бірдей болмайды. Егер барлық аймаққа бірдей салқындату қолданылса, кейбір бөліктерде салқындату жеткіліксіз, ал басқа бөліктерде артық болуы мүмкін. Жергілікті сапа тәсілі бойынша ең көп қызатын бөліктерде жылуды әкету қарқындылығын арттыру қарастырылады. Мысалы, май ағынын жылулық жүктемесі жоғары аймақтарға тиімді бағыттау немесе салқындату арналарының орналасуын оңтайландыру мүмкін. Бұл тәсілдің негізгі идеясы – техникалық жүйенің әртүрлі бөліктеріне олардың жұмыс жағдайына сәйкес әртүрлі қасиет беру.

3.4. №4 тәсіл. Асимметрия

Асимметрия тәсілі симметриялы объектіні асимметриялы пішінге өзгертуді немесе бар асимметрияны күшейтуді ұсынады. Инженерлік конструкцияларда симметрия әрқашан ең тиімді шешім бола бермейді.

Мысал: электр жабдығының радиаторы. Егер радиатордың барлық қабырғалары бірдей орналасса, ауа ағыны кейбір аймақтарда жеткіліксіз болуы мүмкін. Асимметрия тәсілі бойынша радиатор қабырғаларының биіктігін, арақашықтығын немесе орналасуын нақты ауа ағынына сәйкестендіріп өзгертуге болады. Мұндай шешім жылу алмасуды жақсартуы мүмкін. Бірақ радиатор тиімділігі тек геометриялық асимметрияға байланысты емес. Оған ауа қозғалысының жылдамдығы, табиғи конвекция, қабырғалар арасындағы арақашықтық және материалдың жылу өткізгіштігі әсер етеді.

3.5. №5 тәсіл. Біріктіру

Біріктіру тәсілі бірдей немесе өзара байланысты функцияларды орындайтын объектілерді бір жүйеге біріктіруді ұсынады.

Мысал: электр энергетикалық қондырғылардың мониторинг жүйесі. Қосалқы станцияда әрбір жабдықтың температурасын, кернеуін және ток күшін өлшеу үшін жеке бақылау құрылғылары қолданылуы мүмкін. Оларды бірыңғай ақпараттық жүйеге біріктіру арқылы деректерді жинау, сақтау, салыстыру және талдау процестерін орталықтандыруға болады. Нәтижесінде жабдықтардың техникалық күйін кешенді бағалау мүмкіндігі артады. Сонымен қатар бірыңғай жүйеге біріктіру кезінде ақпараттық қауіпсіздік, байланыс сенімділігі және бір орталыққа тәуелділік мәселелері қарастырылуы тиіс.

3.6. №6 тәсіл. Әмбебаптық

Әмбебаптық тәсілі бір техникалық элементтің бірнеше функцияны орындауын қарастырады. Бұл тәсіл қосымша құрылғылар санын азайтуға және жүйенің идеалдық дәрежесін арттыруға бағытталған.

Мысал: электр жабдығының металл корпусы. Электр қондырғысының корпусы бірнеше функция атқара алады:

- Ішкі элементтерді механикалық әсерлерден қорғау.
- Жылуды қоршаған ортаға тарату.
- Электромагниттік экрандау.
- Қорғаныстық жерге тұйықтау жүйесінің бөлігі болу.

Бір конструкциялық элементтің бірнеше пайдалы функцияны орындауы әмбебаптық тәсілінің мысалы болып табылады.

3.7. №10 тәсіл. Алдын ала әрекет ету

Алдын ала әрекет ету тәсілі бойынша қажетті операция немесе дайындық жұмысы негізгі процесс басталғанға дейін орындалады.

Мысал: электр жабдықтарының алдын ала диагностикасы. Электр трансформаторын пайдалану барысында оның техникалық күйін тек апат пайда болғаннан кейін тексеру тиімсіз. Алдын ала диагностика жүргізу арқылы оқшаулаудың нашарлауы, температураның жоғарылауы немесе май құрамындағы газдардың өзгеруі сияқты белгілерді ертерек анықтауға болады. Нәтижесінде жоспардан тыс тоқтаулардың алдын алу мүмкіндігі артады. Бұл тәсілде негізгі мақсат – апаттық жағдай туындағаннан кейін әрекет етудің орнына қажетті шараларды алдын ала орындау.

3.8. №15 тәсіл. Динамикалылық

Динамикалылық тәсілі техникалық жүйенің параметрлерін жұмыс жағдайына байланысты өзгертуге мүмкіндік беретін құрылым немесе басқару принципін қолдануды ұсынады.

Мысал: трансформатордың салқындату жүйесін автоматты басқару. Күштік трансформатордың температурасы оның жүктемесіне және қоршаған ортаның жағдайына тәуелді. Егер салқындатқыш желдеткіштер үнемі максималды жылдамдықпен жұмыс істесе, қосымша энергия шығындары пайда болады. Динамикалылық тәсілі бойынша желдеткіштердің жұмыс режимін температураға және жүктемеге байланысты өзгертуге болады. Мысалы, температура төмен кезде желдеткіштер тоқтатылып немесе төмен жылдамдықпен жұмыс істеп, температура жоғарылаған жағдайда салқындату қарқындылығы арттырылады. Осылайша, жүйе өзінің жұмыс жағдайына бейімделеді.

3.9. №17 тәсіл. Басқа өлшемге көшу

Бұл тәсіл объектілердің орналасуын немесе қозғалысын бір өлшемнен екі немесе үш өлшемді кеңістікке көшіруді, сондай-ақ кеңістікті пайдаланудың жаңа тәсілдерін қарастырады.

Мысал: электр тарату шкафтарының құрылымын жетілдіру. Электр тарату шкафында құрылғылар бір жазықтықта орналасқанда, олардың саны мен сымдардың орналасуына қатысты шектеулер пайда болуы мүмкін. Көпдеңгейлі орналастыру немесе үшөлшемді компоновканы пайдалану арқылы жабдықтың орналасуын ықшамдауға болады. Алайда мұндай шешімде электрлік оқшаулау арақашықтығы, жылу алмасу, монтаждау және техникалық қызмет көрсету талаптары сақталуы қажет.

3.10. №23 тәсіл. Кері байланыс

Кері байланыс тәсілі жүйенің нақты күйі туралы ақпаратты пайдаланып, оның жұмыс параметрлерін автоматты түрде реттеуді ұсынады.

Мысал: электр қозғалтқышының айналу жылдамдығын реттеу. Электр қозғалтқышының нақты айналу жылдамдығы жүктемеге байланысты өзгеруі мүмкін. Егер қозғалтқыштың жылдамдығы өлшеніп, басқару жүйесіне берілсе, жүйе нақты және қажетті жылдамдықтардың айырмашылығын анықтай алады. Қателік сигналы:

$$e(t) = \omega_{\text{ref}}(t) - \omega(t)$$

мұндағы ω_{ref} – берілген айналу жылдамдығы, ω – нақты жылдамдық.

Осы қателік негізінде басқару жүйесі электр жетегінің қорек параметрлерін өзгертіп, айналу жылдамдығын қажетті деңгейге жақындатады. Кері байланыс жүйенің дәлдігін және сыртқы әсерлерге бейімделу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді.

3.11. №35 тәсіл. Физикалық-химиялық параметрлерді өзгерту

Бұл тәсіл объектінің агрегаттық күйін, температурасын, құрамын, концентрациясын немесе басқа физикалық-химиялық қасиеттерін өзгертуді ұсынады.

Мысал: трансформатордағы оқшаулағыш материал. Трансформатор оқшаулауының электрлік беріктігі мен жылулық қасиеттері қолданылатын материалдың құрамына, ылғалдылығына және температурасына тәуелді. Оқшаулағыш материалдың физикалық-химиялық қасиеттерін өзгерту арқылы оның пайдалану сипаттамаларын жақсарту мүмкін. Мысалы, оқшаулағыш майдың ылғалдылығын төмендету оның электрлік беріктігін сақтауға көмектеседі. Бұл жағдайда мәселені шешу үшін конструкцияны толық өзгертудің орнына материалдың белгілі бір физикалық қасиеті өзгертіледі.

4. Техникалық қарама-қайшылықтар матрицасының құрылымы және оны қолдану әдісі

Г. С. Альтшуллердің 40 өнертапқыштық тәсілімен қатар ӨЕШТ-те техникалық қарама-қайшылықтар матрицасы қолданылады. Қарама-қайшылықтар матрицасы – техникалық жүйенің бір параметрін жақсарту кезінде басқа параметрдің нашарлауына байланысты туындайтын қарама-қайшылықты шешуге ұсынылатын өнертапқыштық тәсілдерді таңдауға көмектесетін кесте. Классикалық матрица 39 инженерлік параметрден тұрады. Бұл параметрлер матрицаның жолдары мен бағандарына орналастырылады. Нәтижесінде 39 × 39 өлшемді кесте пайда болады. Әрбір тиісті ұяшықта мәселені шешуге ұсынылатын өнертапқыштық тәсілдердің нөмірлері көрсетіледі.

Матрицаның негізгі мақсаты – инженерге 40 тәсілдің барлығын кездейсоқ тексермей, қарама-қайшылықтың түріне сәйкес келетін бірнеше тәсілден ізденісті бастауға мүмкіндік беру.

4.1. Қарама-қайшылықтар матрицасының негізгі параметрлері

Классикалық матрицадағы 39 параметрдің ішінде электр энергетикасы үшін маңызды болып саналатындары төмендегі кестеде көрсетілген.

№	Инженерлік параметр	Электр энергетикасындағы мысал
2	Қозғалмайтын объектінің массасы	Трансформатор массасы
8	Қозғалмайтын объектінің көлемі	Электр қондырғысының габариттері
9	Жылдамдық	Электр жетегінің айналу жылдамдығы
11	Күш немесе кернеулік	Механикалық және электрлік жүктеме
14	Беріктік	Тірек конструкцияларының беріктігі
17	Температура	Орамалар мен контактілер температурасы
19	Қозғалатын объектінің энергия шығыны	Электр қозғалтқышындағы шығындар
21	Қуат	Электр қозғалтқышының қуаты
22	Энергия шығыны	Электр желісіндегі шығындар
27	Сенімділік	Электр жабдықтарының сенімділігі
28	Өлшеу дәлдігі	Ток пен кернеуді өлшеу дәлдігі
30	Зиянды сыртқы факторлар	Ылғал, шаң, температура әсері
36	Құрылғының күрделілігі	Басқару жүйесінің күрделілігі
39	Өнімділік	Энергетикалық қондырғының өнімділігі

Кестедегі параметрлер классикалық матрицаның жалпыланған сипаттамалары болып табылады. Нақты инженерлік есептегі физикалық шаманы матрица параметрімен сәйкестендіру әрдайым бірмәнді болмайды. Сондықтан таңдалған параметрдің мазмұнын дұрыс түсіну қажет.

4.2. Матрицаның жұмыс істеу принципі

Матрицаны пайдалану үшін екі параметр таңдалады.

Бірінші параметр – жақсарту қажет сипаттама. Екінші параметр – бірінші параметрді жақсарту нәтижесінде нашарлайтын сипаттама. Матрицаның жолынан жақсартылатын параметр, ал бағанынан нашарлайтын параметр табылады. Олардың қиылысқан ұяшығында қарама-қайшылықты шешуге ұсынылатын тәсілдердің нөмірлері беріледі.

Қарама-қайшылықтар матрицасының шартты фрагменті

Жақсаратын параметр ↓	Нашарлайтын параметр A	Нашарлайтын параметр B
Параметр 1	Тәсілдер жиыны	Тәсілдер жиыны
Параметр 2	1, 3, 15, 35	Тәсілдер жиыны

Бұл матрицаның жұмыс істеу қағидасын көрсететін шартты мысал. Берілген тәсіл нөмірлері нақты тарихи матрица ұяшығының мәні емес. Матрицаның белгілі бір ұяшығында төрт тәсіл көрсетілсе, бұл олардың барлығы міндетті түрде тиімді шешім береді дегенді білдірмейді. Әрбір тәсілдің нақты инженерлік есепке сәйкестігі бағалануы қажет. Сонымен қатар матрицаны кері бағытта оқуға болмайды: жақсартылатын және нашарлайтын параметрлердің орындарын ауыстыру басқа қарама-қайшылықты білдіреді, сондықтан басқа тәсілдер ұсынылуы мүмкін.

4.3. Қарама-қайшылықтар матрицасын қолдану алгоритмі

Матрицаны қолдануды жеті кезеңге бөлуге болады.

1. Инженерлік мәселені тұжырымдау. Техникалық жүйеде қандай нәтиже қажет екенін анықтау.

2. Техникалық қарама-қайшылықты анықтау. «Егер…, онда…, бірақ…» түрінде пайдалы және зиянды әсерді көрсету.

3. Жақсартылатын параметрді таңдау. Оны матрицаның 39 параметрінің біріне сәйкестендіру.

4. Нашарлайтын параметрді таңдау. Оның да матрицадағы нөмірін анықтау.

5. Матрица ұяшығын табу. Екі параметрдің қиылысуындағы ұсынылған тәсілдерді анықтау.

6. Өнертапқыштық идеяларды қалыптастыру. Әр тәсілді нақты жүйенің ерекшеліктеріне бейімдеу.

Профессор Досболаев М.Қ.

7. Техникалық шешімдерді бағалау. Есептеу, модельдеу және эксперименттік тексеру жүргізу.

Матрица шешімнің дайын формуласын бермейді. Ол инженердің шығармашылық ізденісін жүйелендіруге арналған құрал болып табылады.

5. Электр энергетикасындағы инженерлік есептерді шешу мысалдары

5.1. Бірінші мысал. Трансформатордың салқындату жүйесін жетілдіру

Инженерлік мәселе. Күштік трансформатордың қуатын арттыру қажет, бірақ оның температурасы рұқсат етілген мәннен аспауы тиіс. Қуаттың артуы кейбір жұмыс жағдайларында орамалардың және магнитөткізгіштің жылулық жүктемесін арттырады. Техникалық қарама-қайшылық: егер трансформатордың жүктемесін арттырсақ, онда электр энергиясын беру мүмкіндігі көбейеді, бірақ оның қызуы күшеюі мүмкін.

Бұл есеп үшін келесі тәсілдерді қарастыруға болады:

Тәсіл	**Ұсынылатын шешім бағыты**
№3 – Жергілікті сапа	Ең көп қызатын аймақтарда салқындатуды күшейту
№15 – Динамикалылық	Салқындату қарқындылығын жүктемеге байланысты өзгерту
№23 – Кері байланыс	Температура сигналдары арқылы салқындатуды басқару
№35 – Параметрлерді өзгерту	Жылу тасымалдау ортасының қасиеттерін жақсарту
№40 – Композициялық материалдар	Қолдануға болатын жылу өткізгіш және оқшаулағыш материалдарды зерттеу

Мысалы, №15 және №23 тәсілдерін біріктіру арқылы трансформатордың температурасын автоматты бақылау және салқындату жүйесінің жұмыс режимін реттеу мүмкін. Бұл жағдайда салқындатқыш желдеткіштердің жұмысы температураға байланысты басқарылады. Нәтижесінде трансформатордың қалыпты температуралық режимін сақтай отырып, салқындатуға жұмсалатын энергияны белгілі бір жағдайларда азайтуға болады.

5.2. Екінші мысал. Жоғары кернеулі жабдықтың габаритін азайту

Инженерлік мәселе. Жоғары кернеулі электр қондырғысының өлшемдерін азайту қажет. Бірақ ток өткізетін бөліктер арасындағы оқшаулаудың электрлік беріктігі сақталуы тиіс. Қарапайым біртекті электр өрісінде:

$$E = \frac{U}{d}$$

мұндағы U – кернеу, d – электродтар арақашықтығы.

Арақашықтық азайған сайын, кернеу тұрақты болса, электр өрісінің орташа кернеулігі артады. Техникалық қарама-қайшылық: егер жабдықтың өлшемдерін азайтсақ, онда оның ықшамдылығы жақсарады, бірақ оқшаулаудың электрлік беріктігін қамтамасыз ету қиындайды.

Қарама-қайшылықты шешудің ықтимал бағыттары:

№3 – Жергілікті сапа: электр өрісі күшейетін аймақтарда жергілікті экрандау немесе арнайы оқшаулау элементтерін қолдану.

№17 – Басқа өлшемге көшу: ток өткізетін элементтерді үшөлшемді кеңістікте тиімді орналастыру.

№35 – Физикалық-химиялық параметрлерді өзгерту: электрлік беріктігі жоғары оқшаулағыш орталарды немесе материалдарды пайдалану.

№40 – Композициялық материалдар: қажетті электрлік және механикалық қасиеттерді біріктіретін оқшаулағыш құрылымдарды қарастыру.

Бұл шешімдер жоғары кернеулі жабдықтың өлшемдерін азайтуға мүмкіндік беруі мүмкін, алайда олардың тиімділігі электр өрісін сандық модельдеу және жоғары кернеулі сынақтар арқылы тексерілуі қажет.

5.3. Үшінші мысал. Матрица негізінде шешім іздеу

Қарама-қайшылықтар матрицасын қолданудың нақты ретін қарастыру үшін электр энергетикалық жабдықты диагностикалау есебін алайық.

Есеп: жоғары кернеулі жабдықтағы ақауларды ертерек анықтау үшін диагностиканың дәлдігін арттыру қажет. Бірақ өлшеу құрылғыларының күрделілігі мен құнын айтарлықтай көбейтуге болмайды.

Техникалық қарама-қайшылық: Егер диагностикалық өлшеу дәлдігін арттырсақ, онда жабдықтың күйін сенімдірек бағалауға болады, бірақ қосымша өлшеу арналары мен өңдеу құралдары жүйені күрделендіруі мүмкін.

Бірінші кезең. Жақсартылатын параметр ретінде классикалық матрицаның №28 «Өлшеу дәлдігі» параметрі таңдалады.

Екінші кезең. Нашарлайтын параметр ретінде №36 «Құрылғының күрделілігі» қарастырылады.

Үшінші кезең. Классикалық қарама-қайшылықтар матрицасының 28-жолы мен 36-бағанының қиылысуы ізделеді.

Төртінші кезең. Табылған ұяшықтағы тәсілдер бойынша инженерлік идеялар ұсынылады. Нақты ұяшықтың нөмірлерін матрицаның пайдаланылатын басылымынан тексеру қажет.

Мәселеге тікелей сәйкес келетін идеялардың бірі – бұрыннан бар ток пен кернеу өлшеу сигналдарын қосымша диагностика үшін пайдалану. Мысалы, ток сигналының спектрлік құрамын талдау арқылы кейбір электрлік немесе механикалық ақаулар туралы қосымша ақпарат алуға болады. Бұл жағдайда жаңа датчиктер санын міндетті түрде арттырмай, қолда бар ақпараттық ресурстың мүмкіндіктері кеңейтіледі. Матрица қолданылғаннан кейін ұсынылған шешім өлшеу дәлдігі, ақпарат өңдеу уақыты, сенімділік және есептеу ресурстарына қойылатын талаптар бойынша бағаланады.

Өзіндік тексеруге арналған бақылау сұрақтары

1. Г. С. Альтшуллердің 40 өнертапқыштық тәсілі қандай мақсатта жасалған?
2. Өнертапқыштық тәсілдің дәстүрлі инженерлік шешімнен айырмашылығы қандай?
3. Бөлшектеу және бөліп шығару тәсілдерінің айырмашылығын түсіндіріңіз.
4. Жергілікті сапа тәсілін электр энергетикасындағы қандай мәселелерде қолдануға болады?
5. Әмбебаптық және біріктіру тәсілдерінің ерекшеліктерін түсіндіріңіз.
6. Динамикалылық пен кері байланыс тәсілдері бір-бірімен қалай байланысты?
7. Қарама-қайшылықтар матрицасы дегеніміз не?
8. Классикалық Альтшуллер матрицасы қанша инженерлік параметрден тұрады?
9. Матрицаның жолдары мен бағандары қандай мақсатта қолданылады?
10. Матрицадағы ұсынылған тәсілдер инженерлік есептің дайын шешімі болып есептеле ме?

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Альтшуллер Г. Найти идею: Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач. -М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. Стр. 400.
2. Гольдштейн Е.И. Теория решения изобретательских задач: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПТУ, 2009. Стр. 153.
3. Петров В.М. Теория решения изобретательских задач - ТРИЗ: учебник по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач». М.: СОЛОН-Пресс, 2017 . Стр. 500 с.
4. Злотин Б.Л., Литвин С.С. Теория изобретательских задач: современный подход и примеры применения. - Москва: Эксмо, 2017.
5. Зусман А.В. Методология ТРИЗ: Теория и практика инновационного мышления. - Москва: Наука и Техника, 2019.

Профессор Досболаев М.Қ.