

Искакова Айгул Малдыбекқызының
6D070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға ұсынылған «**Өндірістік
газдарды шаңнан тазарту үрдісін басқару жүйесін әзірлеу**»
тақырыбындағы диссертациялық жұмысына
АҢДАТПА

Жұмыстың өзектілігі. Қазақстан Республикасы Президентінің 2023 жылғы 2 ақпандағы №121 Жарлығымен бекітілген шикізатты кешенді пайдалану, энергия ресурстарын үнемдеу және қоршаған ортаны қорғау арқылы өндіріс тиімділігін арттыруға ерекше назар аударылған, Қазақстан Республикасының «Көміртегі бейтараптығына қол жеткізу стратегиясы» 2060 жылға дейін қабылданды.

Төменгікөміртекті даму тұрақты дамудың алғышарты болып табылады және жаһандық климаттық өзгерістердің апатты салдарын болдырмауға бағытталған.

Климаттың өзгеруі жөніндегі үкіметаралық топтың алтыншы бағалау есебіне сәйкес парниктік газдардың антропогендік қалдықтар адамзат тарихындағы ең жоғары деңгейге жетті, бұл қазірдің өзінде жердің климаттық жүйесіне айтарлықтай теріс әсер етуде. Бұл экожүйелерге, инфрақұрылымға, адам өмірі мен денсаулығына тікелей физикалық қауіптер мен қатерлерді тудырады. Осы сын-қатерлерге жауап ретінде және осы тәуекелдерді азайту үшін бүкіл әлем елдері халықаралық міндеттемелерді белсенді түрде алуда.

Біріккен Ұлттар Ұйымы (бұдан әрі – БҰҰ) Бас Ассамблеясының 2015 жылғы 25 қыркүйектегі отырысында «Біздің әлемді өзгерту: 2030 жылға дейінгі тұрақты даму күн тәртібі» қарары қабылданды. Осы қарарға сәйкес БҰҰ-ға мүше 193 мемлекет серіктестік пен бейбітшілік жағдайында тұрақты, инклюзивті және прогрессивті өсуді, әлеуметтік интеграцияны және қоршаған ортаны қорғауды қамтамасыз етуге міндеттенді.

2015 жылғы желтоқсанда экологиялық тұтастықты, "жасыл" экономиканы қолдауға, тиімділігі жоғары технологияларды беруге және өзгеріп келе жатқан климатқа бейімделуге бағытталған Парижкелісімі қабылданды. Осы Келісімнің негізгі мақсаттары жаһандық орташа температураның индустрияға дейінгі деңгейден (1850 - 1900 жж. деңгей) 2⁰С-тан төмен өсуін сақтау және температураның өсуін 1,5⁰С-қа дейін шектеуге күш салу болып табылады.

Осыған байланысты Париж келісімін іске асыру үшін барлық тарап әр бес жыл сайын климат саласындағы өздерінің іс-қимыл жоспарларын - ұлттық деңгейде айқындалатын салымдарды (бұдан әрі - ҰДАС) ұсынады. Елдер ҰДАС үшін ұзақ мерзімді деңгейді қамтамасыз ететін төмен көміртекті даму стратегияларын да әзірлеуде. Аталған стратегиялардың басты мақсаты көздерден шығатын антропогендік шығарындылар мен оларды ПГ сіңіргіштерінің сіңіруі арасындағы теңгерімге қол жеткізу болып табылады.

Бүгінгі таңда күн энергиясының және басқа да жаңартылатын энергия көздерінің қайта өркендеуіне қарамастан, бүкіл әлемде электр энергиясын өндірудің негізгі бөлігі әлі де әртүрлі салаларда өндіріледі. Қазандықтар мен

ЖЭС шығарындыларындағы ластаушы заттардың негізгі түрлері күйе мен күл – органикалық отынның жануынан болатын қалдықтар, отын түріне байланысты (тас көмір, ағаш, тақтатас көмірі, мазут, табиғи газ және т.б.) олардың мөлшері әртүрлі болуы мүмкін. Ең көп таралған химиялық қосылыстар күкірт және азот оксидтері, сонымен қатар фтор, хлор, күкіртсутек, көміртек оксиді және ауыр металдар.

Қышқылдық жаңбырлар, парниктік эффект және атмосферадағы адамдарға тек улы ғана емес, сонымен қатар ғимараттарды тоздыратын заттардың деңгейінің жоғарылауы сияқты мәселелерге байланысты жылу энергиясы мен қоршаған орта арасындағы қарым-қатынас қазіргі уақытта жаңа тұрғыдан қарастырылуда. Жақын болашақта жылу энергиясын пайдалану деңгейі айтарлықтай өседі деп күтілуде, бұл жылу энергиясының атмосфераға әртүрлі әсерлері артады деген сөз.

Газ ағындарын шаңнан тазартудың ең тиімді және кеңінен қолданылатын әдісі құрғақ электростатикалық сүзгілерде электрлік тазалау болып табылады. Шаңды ағындардың сандық және сапалық сипаттамаларының айтарлықтай ауытқуы шаң жинау қондырғыларының технологиялық режимдеріне теріс әсер етеді және газды тазарту дәрежесін төмендетеді.

Демек, жылу энергоблоктары мен станцияларының өнімдерінен газдарды тазарту өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Сондықтан шаң жинағыш қондырғылардың тиімділігін арттыру мәселесі маңызды міндет болып табылады, оны шешу электр газын тазалаудың технологиялық үрдісті автоматты басқару жүйесін (ТҮ АБЖ) құру арқылы мүмкін болады.

Осыған байланысты, технологиялық үрдістерді тиімді басқаруды қамтамасыз ететін технологиялық үрдістерді басқарудың автоматтандырылған жүйесін құру мақсатында газды электрлік тазарту технологиясының негізгі ерекшеліктерін ескеретін және қазіргі заманғы есептеу техникасына бағытталған математикалық модельдер мен басқару алгоритмдерін пайдалана отырып, электр газын тазалауды автоматты басқару жүйелерін әзірлеу таңдалған тақырыптың өзектілігін анықтайды.

Жұмыстың идеясы газды электрлік тазалау процесін автоматтандыру арқылы жанатын отынның сипаттамаларын ескере отырып, қазандық қондырғыларынан шығатын газдардың құрамы мен мөлшеріне байланысты электростатикалық сүзгілердің тиімді жұмыс режимдерін синтездеу болып табылады.

Қоршаған ортаны қорғаудағы маңызды мәселелердің бірі – ауа бассейнін шектен тыс ластанудан қорғау. Сондықтан пайдаланылған газдарды тазартуды басқарудың автоматтандырылған жүйесін құру өндірістік газдарды атмосфераға шығарылатын қоспалардың рұқсат етілген деңгейіне дейін тазалауды қамтамасыз етуі керек. Өнеркәсіптік газды тазарту әдістерінің ішінде электрлік тазарту ең тиімді болып табылады. Бұл тазалау әдісі бірқатар артықшылықтарға ие, мысалы:

– өнімділіктің кең диапазоны – бірнеше м³/ сағаттан миллиондаған м³/ сағатқа дейін;

– газды тазарту дәрежесі – 99,9 % немесе оданда жоғары;

– гидравликалық кедергі – 0,2 кПа аспайды (төмен пайдалану шығындарының негізгі себебі);

– электрофилтрлер құрғақ бөлшектерді, сұйық тамшыларды және тұман бөлшектерін ұстай алады;

– Электростатикалық тұндырғыштар мөлшері 0,01 микроннан (вирустар, темекі түтіні) ондаған микронға дейінгі бөлшектерді ұстайды.

Электр сүзгісінің жұмысының ерекшелігі ол электрод аралық кеңістіктегі электр өрісінің кернеулігінде максималды тазарту дәрежесін қамтамасыз етеді, бұл кезде электростатикалық тұндырғышта ұшқынның бұзылуы пайда болады, бірақ доғалық разрядтарға көшу болмайды. Ұшқынның бұзылуы орын алатын кернеу деңгейі кең ауқымда сызықты емес өзгереді және көптеген факторларға байланысты: шығатын газдардың қасиеттері, газдағы шаң мөлшері, ылғалдылық, температура, шаң бөлшектерінің мөлшері, химиялық құрамы және олардың электр өткізгіштігі, электродтарды жинау және басқа да факторлар пайда болады.

Қоршаған ортаны ластау салдарын бағалау және өнеркәсіптік кәсіпорындардан шығарындылар құрамындағы органикалық және химиялық ластаушы заттардың теріс әсерін тану, экологиялық принциптерді әзірлеумен олардың өндірістік қызметінің санитарлық-гигиеналық нормалары заңнамалық деңгейде бекітілді. Заң стандартты қолдануда - атмосфераға шығарылған газдарды тазарту қажеттілігін белгілейді. Оның үстіне құрамында улы заттар бар газ шығарындыларын тазарту халық шаруашылығының барлық салаларында міндетті талап болып табылады.

Мемлекеттік құжаттарда газды тазалау мәселелеріне үлкен көңіл бөлінеді:

- «Қазақстан Республикасының 2060 жылға дейінгі көміртегі бейтараптығына қол жеткізу стратегиясын бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Президентінің 2023 жылғы 2 ақпандағы № 121 жарлығы ;

- Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2007 жылғы 14 желтоқсандағы №1232 «Жылу электр станцияларының қазандықтарында отынның әртүрлі түрлерін жағу кезінде қоршаған ортаға эмиссияларға қойылатын техникалық регламенттерге қойылатын талаптар» қаулысы;

- Қазақстан Республикасының «жасыл экономикаға» көшу жөніндегі 2021 - 2030 жылдарға арналған тұжырымдамасын іске асыру жөніндегі іс-шаралар жоспарын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2020 жылғы 29 шілдедегі № 479 қаулысы ;

- Қазақстан Республикасының энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру саласын дамытудың 2023–2029 жылдарға арналған тұжырымдамасын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2023 жылғы 28 наурыздағы № 264 қаулысы ;

- Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2024 жылғы 23 қаңтардағы № 23 Қаулысы «Энергия өндіру мақсатындағы ірі қондырғыларда отынды жағу» үздік қолжетімді техникалар анықтамалығы;

- Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2024 жылғы 11 наурыздағы № 161 Қаулысы «Энергия өндіру мақсатында ірі қондырғыларда отынды жағу» үздік қолжетімді техникалар туралы қорытынды;

- «Газ тазарту қондырғыларының жұмыс істеу қағидалары» Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің 2021 жылғы 9 қыркүйектегі №367 бұйрығы.

Жұмыстың мақсаты келесі режимдерге негізделген электростатикалық тұндырғыштарда өнеркәсіптік түтін газдарын тазалау процесін автоматты басқару жүйесін әзірлеу болып табылады: жеке электрофилтрлер арасында түтін газдарын бөлу, ЭФ электрлік режимі және электродтарды шайқау, қоршаған ортадағы газдардың стандартты индикаторларының мазмұнын қоршаған ортаның ластануын азайту үшін стандартты газдардың мазмұнын қамтамасыз ететін болжамды модельмен басқару синтезін қолдану.

Зерттеу объектісі - өнеркәсіптік газдарды шаңнан тазарту процесін басқару жүйесі.

Зерттеу ортасы қазандықтар мен жылу электр станцияларының газдарын электрлік тазалаудың технологиялық процестерін автоматтандыру болып табылады.

Зерттеу әдістері – химиялық-технологиялық процестерді жүйелік талдау теориясының әдістері, МІМО жүйелерін талдау және синтездеу әдістері, декомпозиция, анық емес логика теориясының әдістері, өнеркәсіптік ақпараттық жүйелерді құру әдістері, болжамдық модельмен басқару әдістері.

Жұмыстың негізгі мақсаттары. Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

1) Өнеркәсіптік газдардың құрамын химиялық талдау негізінде жақсартылған бақылау жүйесін әзірлеу.

2) Өнеркәсіптік газдардың электрофилтрлер арқылы таралуын автоматты басқарудың көп өлшемді, көп байланысқан жүйесін әзірлеу.

3) Энергияны оңтайлы тұтынумен өнеркәсіптік газдарды максималды тазартуды қамтамасыз ету үшін электростатикалық сүзгілердің электр режимін басқару жүйесін әзірлеу.

Электростатикалық тұндырғышта шаңды барынша тиімді ұстауды қамтамасыз ететін шаңды шайқау механизмдерін автоматты басқару жүйесін әзірлеу.

Основные задачи работы. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) Разработать систему усовершенствованного управления на основе химического анализа состава промышленных газов.

2) Разработать многомерную многосвязную систему автоматического управления распределением промышленных газов по электрофилтрам.

3) Разработать систему управления электрическим режимом электрофилтров для обеспечения максимальной очистки промышленных газов при оптимальном потреблении электроэнергии.

Разработать систему автоматического управления работой механизмов встряхивания от пыли, обеспечивающую наиболее эффективное улавливание пыли в электрофилтре.

Ғылыми жаңалығы:

1) Түтін газдарын шаңнан электрмен тазалау процесінің бақылау мәселесінің ыдырауы жүргізілді

2) Шығарылған газдарды тазалауды басқару жүйесінің жаңа құрылымы ұсынылады.

3) Өнеркәсіптік пайдаланылған газдардың химиялық талдауын есепке алатын жетілдірілген басқару жүйесі әзірленді.

4) Параметрлік мәліметтерді идентификациялау арқылы температураның газдың химиялық құрамына тәуелділігінің математикалық моделі жасалды.

5) Стандартты реттегіштері бар параллель жұмыс істейтін электрофилтрлер арқылы газ ағындарын таратуға арналған МІМО басқару жүйесі әзірленді.

6) ЭФ электрлік режимін басқару және электродтарды шайқау процестерінің анық емес моделі әзірленді.

Қорғауға келесі ғылыми ережелер ұсынылады:

1) Түтін газдарын шаңнан электрлік тазалау процесінің бақылау мәселесін ыдырату жүргізілді.

2) Шығарылған газдарды тазалауды басқару жүйесінің жаңа құрылымы ұсынылады.

3) Өнеркәсіптік пайдаланылған газдардың химиялық талдауын есепке алатын жетілдірілген басқару жүйесі әзірленді.

4) Параметрлік мәліметтерді идентификациялау арқылы температураның газдың химиялық құрамына тәуелділігінің математикалық моделі жасалды.

5) Стандартты реттегіштері бар параллель жұмыс істейтін электрофилтрлер арқылы газ ағындарын таратуға арналған МІМО басқару жүйесі әзірленді.

6) ЭФ электрлік режимін басқару және электродтарды шайқау процестерінің анық емес моделі әзірленді.

Жұмыстың практикалық құндылығы. Жұмыста берілген теориялық және практикалық зерттеулердің нәтижелері электрофилтрлердегі газды тазартуды дамытудың әдіснамалық негізі ретінде пайдаланылуы мүмкін. Құрылған басқару жүйесі бақылаудың сапасы мен тиімділігін арттыру арқылы технологиялық процестің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Бағдарламалық қамтамасыз етуді енгізу: MATLAB және SCADA ортасында өнеркәсіптік газды тазарту жүйесінің әзірленген үлгілері мен басқару алгоритмдерін енгізетін кешенді бағдарламалық қамтамасыз ету әзірленді.

Жұмыс нәтижелерін жүзеге асыру. Диссертациялық жұмыстың негізгі ғылыми-практикалық нәтижелері_4 Scopus, WEB of Science, 5 ҚР БҒМ БҒССҚК, 7 ғылыми-практикалық конференция.

Мемлекеттік бағдарламалармен байланыс. Диссертация тақырыбы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2020 жылғы 29 шілдедегі «Қазақстан Республикасының «жасыл экономикаға» көшу жөніндегі 2021 – 2030 жылдарға арналған тұжырымдамасын іске асыру жөніндегі іс-шаралар жоспарын бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2020 жылғы 29

шілдедегі № 479 қаулысында айқындалған басым бағыттарға негізделеді, онда электр энергиясының тотықсыздану деңгейінде тотықсыздану деңгейін қарастырады.

Сонымен қатар, «Энергия өндіру мақсатында ірі қондырғыларда жанармай жағудың ең үздік қолжетімді әдістері туралы анықтамалықты бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2024 жылғы 23 қаңтардағы № 23 қаулысында қоршаған ортаның экономикалық сапасына кері әсер ету деңгейін қалпына келтіруге бағытталған экономикалық салалық іс-шаралардың нысаналы деңгейін қамтамасыз ететін ұйымдық және басқарушылық іс-шараларды қамтамасыз ететін пайдаланылатын және жоспарланатын салалық технологиялар, машиналар мен жабдықтар үздік қолжетімді әдістемелер болып табылатыны көрсетілген.

Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің 2021 жылғы 9 қыркүйектегі № 367 «Газ тазарту қондырғыларының жұмыс істеу қағидалары» бұйрығында электр сүзгісінің жұмысы кезінде электр режимі (тоқтың шамасы, кернеу), газ және шаң жүктемелері (жұмыс аймағындағы газдың жылдамдығы, гидравликалық кедергі, аппарат шығысындағы шаңның көлемі және концентрациясы) ескеріледі құрылғы) және тазартылған газдың температурасы сақталады.

Диссертациялық жұмыста ұсынылған ғылыми зерттеулер Қазақстан Республикасы Үкіметінің көрсетілген қаулылары мен Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің бұйрығы аясында жүзеге асырылды.

Сенімділік дәрежесі және нәтижелерді сынау. Диссертацияның негізгі нәтижелері мына жерде ұсынылды және талқыланды:

8th International Conference, New Electrical and Electronic Technologies and their Industrial Implementation NEET 2013, Zakopane, Poland, June 18-21, 2013; 13th International Scientific Conference on Optical Sensors and Electronic Sensors, edited by Jacek Golebiowski, Roman Gozdur, Proc. of SPIE Vol. 9291, 929108 © 2014 SPIE; Присвячується 90-річчю від дня народження академіка В.М. Глушкова, Праці міжнародної науковці конференції, питання оптимізації обчислень (ПОО-XL), Київ-2013; Халқаралық ғылыми-практикалық конференция «ХІ ғасырдың жаһандық сын-кәтерлері жағдайында инженерлік кадрларды даярлау» Сәтбаев оқулықтары-2013ж.; «Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе» ІІ халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары, Алматы, Қазақстан, 3-4 желтоқсан 2015 ж.; Халықаралық конференция, Сәтбаев оқулары – 2018: «Дәстүрлі мәселелердің инновациялық шешімдері: техника және технология»; 2020 жылғы 16-18 қазан аралығында «Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы «Электр энергетикасы, инфокоммуникациялық технологиялар және жоғары білім» ХІ халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы; Сәтбаев оқулары – 2021: «Автоматтандыру және роботтандыру».

Диссертация тақырыбы бойынша мақалалар. Диссертация тақырыбы бойынша 17 ғылыми мақала жарияланған, оның ішінде Scopus деректер базасында индекстелген журналда 4 мақала, Scopus деректер базасында индекстелген конференцияда 4 мақала, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдарда 5 мақала, халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция 4 мақала жарияланған.

1) Modelling and analysis of electrostatic precipitator (ESP) in combustion process., EET' 2015 в Zakopane Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review) Kotyra A., Shegebayeva Zh., Imanbek B.

2) Application of Fuzzy Neural Networks in Combustion Process Diagnostics., *Energies* 2024, 17(1), 212; <https://doi.org/10.3390/en17010212>., Andrzej Kotyra, Saule Smailova, Bakhyt Yeraliyeva, Saule Kumargazhanova and Baglan Imanbek

3) Experiments on the effect of control signal duty cycle on pulse gas injector closing time., ISBN 978-83-63569-49-5, 8th International Conference, New Electrical and Electronic Technologies and their Industrial Implementation NEET 2013, Zakopane, Poland, June 18-21, 2013.

4) Biomass co-combustion characterization based on analysis of flame image sequence., ISBN 978-83-63569-49-5, 8th International Conference, New Electrical and Electronic Technologies and their Industrial Implementation NEET 2013, Zakopane, Poland, June 18-21, 2014. Kotyra A.,

5) Badania eksperymentalne wpływu wypełnienia sygnału sterującego na czas wyłączenia impulsowego wtrysku gazu., *Przegląd Elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, R.90 NR 3/2014., Mariusz Duk,

6) Application of fiber optic flame monitoring system for estimation burner input parameters., *Optical Fibers and Their Applications 2014*, edited by Jan Dorosz, Ryszard S. Romaniuk, Proc. of SPIE Vol. 9228, 92280O © 2014 SPIE CCC., Andrzej Kotyra, Sarsenbek Zhussupbekov.

7) Functional integration of automated system databases by means of artificial intelligence., ISSN: 0277-786X. ISBN: 9781510613546. *Photonics applications in astronomy, communications, industry, and high energy physics experiments 2017*, 28 may – 6 june Wilga, Poland.

8) Research and analysis of the physicochemical properties of coal and biomass

9) Моделирование эффективности очистки электрофильтров при различных физико-химических свойствах отходящих газов.. Научный журнал "ҚазҰТЗУ Хабаршысы" - "Вестник КазНИТУ" на номере журнала: №3 (115). Дата публикации: 2016-06-09. Жусупбеков С.С.

10) Estimation of Linear Model Identification of Dry filter workflow process. ТОО «Издательство «Ғылым» Национальной академии наук РК» 2016г. Wójcik W., Zhussupbekov S., OmirbekovaZh.

11) Разработка интеллектуальной системы управления технологическими процессами сухих электрофильтров на основе нейронных сетей., “intellect, idea, innovation - интеллект, идея, инновация” Многопрофильный научный журнал Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова 2016 г., Жусупбеков С.С. Войцик В. Омирбекова Ж.Ж.

12) Көмір және биомассалардың физика – химиялық қасиеттерін талдау және зерттеу., Научный журнал "ҚазҰТЗУ Хабаршысы" -"Вестник КазННТУ"на номере журнала: №5 (123) Дата публикации: 2017-06-09.

13) Применение метода Циглера-Никольса для дискретных систем управления многосвязными объектами., вестник Алматинского университета энергетики и связи/ issn 2790-0886/импакт-фактор-0.154/4(55)2021г https://doi.org/10.51775/2790-0886_2021_55_4_84., Жусупбеков С.С. Муханов Б.К.

14) Research active posterior rhinomanometry tomography method for nasal breathing determining violations., Sensors, 2021, 21(24), 8508 <https://doi.org/10.3390/s21248508.>, Avrunin, O.G., Nosova, Y.V., Abdelhamid, I.Y., Narasim, D.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, 6 бөлімнен, қорытындыдан, 100 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен, компьютерлік мәтіннің 129 бетінде берілген, 62 суреттерден, 15 кестелерден және 15 қосымшалардан тұрады.