

**Ахмет Нұрай Байболқызы**

**nurayakhmet04@gmail.com**

**+77076996330**

**7M05304 «Техникалық физика» мамандығының магистранты**

**Жылуфизика және техникалық физика кафедрасы**

**Алматы, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ**

**Бекетаева Меруерт Тұрғанбекқызы, доцент**

**Beketayeva.m@gmail.com**

**+77076111586**

**Жылуфизика және техникалық физика кафедрасы**

**Алматы, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ**

## **ПЛАЗМАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАДАҒЫ ҚОЛДАНЫЛУЫ: ҚАЗІРГІ КҮЙІ, ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ МЕН РИСКТЕРІН ТАЛДАУ**

Ахмет Нұрай Байболқызы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Физикалық-техникалық факультетінде «Техникалық физика» мамандығы бойынша 1 курс магистранты болып білім алудамын. Университет қабырғасында алған теориялық білімімді тәжірибемен ұштастыру мақсатында "Samruk-Green Energy" ЖШС-інде екі жыл қатарынан өндірістік тәжірибеден өттім. Аталған тәжірибенің нәтижесінде компанияның 5 МВт қуатты жел электр станциясында (ЖЭС) кезекші инженер қызметін тұрақты түрде атқару мүмкіндігіне ие болдым.

Бұл тәжірибе жаңартылатын энергия көздерінің жұмыс істеу ерекшеліктерін, олардың артықшылықтары мен шектеулерін нақты өндірістік жағдайда терең түсінуге жол ашты. Әсіресе энергия өндірудің тұрақсыздығы мен оны тиімді пайдалану мәселелерінің ерекше өзектілікке ие екенін байқадым. Осы өзекті мәселелер жаңа технологиялық шешімдерді, соның ішінде плазмалық технологияларды қарастыру қажеттілігін айқындайды.

Плазмалық технологиялар қазіргі энергетика саласындағы ең қарқынды дамып келе жатқан бағыттардың бірі болып табылады. Әсіресе жаңартылатын энергия көздерінің кең таралуы бұл технологияларға деген қызығушылықты айтарлықтай арттырды. Жел және күн энергетикасы экологиялық тұрғыдан тиімді болғанымен, олардың басты кемшілігі – энергия өндірудің тұрақсыздығы. Менің 5 МВт қуатты жел электр станциясында кезекші инженер ретінде жұмыс істеу тәжірибем осы мәселенің нақты өндірістік деңгейде қаншалықты өзекті екенін көрсетеді. Желдің жылдамдығының өзгеруі генерация көлемінің күрт ауытқуына әкеледі, кейбір жағдайларда артық энергия пайда болады, ал кейде керісінше тапшылық байқалады. Осындай жағдайда энергияны сақтау немесе тиімді қайта өңдеу технологиялары ерекше маңызға ие болады. Плазмалық технологиялар дәл осы мәселелерді шешудің перспективалы құралдарының бірі ретінде қарастырылады.

Плазма – бұл заттың ерекше күйі, онда газ иондалған күйге өтіп, электр тоғын өткізетін ортаға айналады. Мұндай ортада электрондар жоғары энергияға ие болып, химиялық реакцияларды жылдамдата алады. Плазманың басты ерекшелігі – ол дәстүрлі термиялық процестерге қарағанда энергияны тікелей химиялық байланыстарды үзуге бағыттайды. Бұл энергетика үшін өте маңызды, себебі көптеген химиялық процестерді төмен температурада жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Мысалы, көмірқышқыл газын ыдырату немесе сутегі өндіру сияқты реакциялар қалыпты жағдайда көп энергия талап етеді, ал плазмалық ортада бұл процестер анағұрлым тиімді жүзеге аса алады.

Қазіргі таңда плазмалық технологиялар энергетикада бірнеше бағытта қолданылып келеді. Солардың ішінде ең маңыздысы – көмірқышқыл газын қайта өңдеу. Плазмалық разряд әсерінен  $\text{CO}_2$  молекуласы көміртек пен оттекке ыдырай алады немесе басқа реакцияларға түсіп, синтез-газ түзуі мүмкін. Бұл процесс экологиялық тұрғыдан өте тиімді, себебі атмосфераға бөлінетін зиянды газдарды азайтып қана қоймай, оларды қайтадан пайдалы өнімге айналдырады. Жаңартылатын энергия көздерімен бірге қолданылғанда бұл

технология ерекше маңызға ие болады. Мысалы, жел электр станциясында өндірілген артық электр энергиясын плазмалық реакторларға бағыттап, көмірқышқыл газын отынға айналдыруға болады. Бұл бір жағынан энергияны сақтау әдісі болса, екінші жағынан көміртек айналымын жабық циклге жақындатады.

Сутегі энергетикасы да плазмалық технологиялардың маңызды қолдану саласы болып табылады. Қазіргі таңда сутегі “болашақтың отыны” ретінде қарастырылып отыр, себебі оның жануы кезінде тек су түзіледі. Дегенмен, сутегіні өндірудің дәстүрлі әдістері көбінесе көмірсутекті отындарға тәуелді. Плазмалық әдістер бұл мәселені шешуге мүмкіндік береді, себебі олар судан немесе тіпті теңіз суынан сутегіні тікелей алуға мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл жаңартылатын энергия көздерімен біріктірілгенде толықтай экологиялық таза энергетикалық жүйе құруға мүмкіндік береді. Жел электр станциясында өндірілген энергияны плазмалық реакторға жіберіп, сутегі алу – болашақта кеңінен қолданылатын шешімдердің бірі болуы мүмкін.

Плазмалық технологиялардың тағы бір маңызды бағыты – қалдықтарды өңдеу. Әсіресе пластик қалдықтарын жою мәселесі бүкіл әлемде өзекті болып отыр. Плазмалық реакторларда жоғары температура әсерінен кез келген органикалық қалдықтар толықтай ыдырап, қарапайым газдарға айналады. Бұл газдар кейіннен отын ретінде пайдаланылуы мүмкін. Менің дипломдық жұмысым дәл осы бағытқа – пластик қалдықтарды төмен температуралы плазма арқылы ыдыратуға арналған. Теориялық зерттеулер мен модельдеу нәтижелері көрсеткендей, плазмалық әдіс қалдықтарды тек жою ғана емес, олардан пайдалы энергия немесе химиялық шикізат алу мүмкіндігін береді. Егер бұл технологияны жел энергетикасымен біріктірсек, толықтай тұйықталған энергетикалық жүйе құруға болады: жел энергиясы → плазмалық өңдеу → газ немесе отын → қайта энергия өндіру.

Энергияны сақтау мәселесі жаңартылатын энергетиканың негізгі проблемаларының бірі болып табылады. Қазіргі таңда аккумуляторлар кеңінен қолданылғанымен, олардың сыйымдылығы шектеулі және құны жоғары. Плазмалық технологиялар энергияны химиялық формада сақтауға мүмкіндік береді, мысалы, сутегі немесе синтез-газ түрінде. Бұл тәсілдің артықшылығы – ұзақ мерзімді сақтау мүмкіндігі және үлкен көлемдегі энергияны жинақтау қабілеті. Жел электр станциясында жұмыс істей отырып, артық энергияның кейде босқа кететінін жиі байқаймыз. Егер сол энергияны плазмалық жүйелер арқылы химиялық энергияға айналдырсақ, оны кейіннен қайта пайдалану мүмкіндігі туындайды.

Әлемдік тәжірибеге қарасақ, плазмалық технологиялар әртүрлі елдерде белсенді түрде дамып келеді. Еуропада бұл технологиялар көбінесе көмірқышқыл газын қайта өңдеу және жасыл химия бағытында зерттелуде. АҚШ-та плазмалық реакторлар өнеркәсіптік деңгейде қалдықтарды өңдеуде қолданылады. Қытайда бұл технологиялар үлкен масштабта енгізіліп, энергетикалық жүйелермен интеграциялануда. Жапонияда экологиялық қауіпсіздікке басымдық беріліп, плазмалық технологиялар су тазарту және энергия өндіру салаларында қолданылуда. Бұл тәжірибелер плазмалық технологиялардың әмбебаптығын және болашағы зор екенін көрсетеді.

Қазақстанда бұл бағыт әлі де даму кезеңінде. Негізгі зерттеулер жоғары оқу орындары мен ғылыми орталықтарда жүргізілуде. Дегенмен, еліміздің энергетикалық әлеуетін ескерсек, плазмалық технологияларды енгізуге үлкен мүмкіндік бар. Қазақстанда жел энергетикасы қарқынды дамып келеді, ал бұл плазмалық жүйелермен біріктіру үшін қолайлы жағдай жасайды. Сонымен қатар, елімізде өнеркәсіптік қалдықтар мәселесі де өзекті, сондықтан плазмалық технологиялар екі мәселені бір уақытта шешуге көмектеседі. Плазмалық технологиялардың басты артықшылықтарының бірі – олардың икемділігі. Олар тез қосылып, тез өшіріле алады, бұл оларды жел энергетикасымен үйлесімді етеді. Сонымен қатар, олар модульдік құрылымға ие, яғни шағын жүйелерден бастап үлкен өндірістік кешендерге дейін масштабтауға болады. Экологиялық тұрғыдан да бұл технологиялар тиімді, себебі олар зиянды шығарындыларды азайтып, қалдықтарды қайта өңдеуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, бұл технологиялардың белгілі бір тәуекелдері де бар. Біріншіден, олардың энергия тиімділігі әлі де жеткілікті деңгейде емес. Кейбір процестерде жұмсалған энергия алынған өнімнен көп болуы мүмкін. Екіншіден, жоғары кернеу мен температура қауіпсіздік талаптарын күшейтеді. Үшіншіден, жабдықтың құны жоғары, бұл оны кеңінен енгізуді қиындатады. Дегенмен, технологияның дамуына қарай бұл мәселелер біртіндеп шешілуде.

Менің тәжірибем бойынша, жел электр станциясының жұмысы тұрақты бақылауды және жедел шешім қабылдауды талап етеді. Генерацияның өзгеруі, желдің бағыты мен жылдамдығы, желіге түсетін жүктеме – бәрі динамикалық түрде өзгеріп отырады. Осындай жағдайда плазмалық технологиялар қосымша құрал ретінде өте пайдалы болуы мүмкін. Олар артық энергияны тиімді пайдалануға, оны сақтауға және қосымша өнім алуға мүмкіндік береді. Болашақта жел электр станциялары тек электр энергиясын өндіретін нысан ғана емес, сонымен қатар көпфункционалды энергетикалық кешенге айналуы мүмкін.

Плазмалық технологиялардың болашағы үлкен. Әсіресе плазма-катализ бағытындағы зерттеулер олардың тиімділігін айтарлықтай арттыруы мүмкін. Сонымен қатар, жасыл сутегі өндірісі, көміртек бейтарап технологиялар және децентрализацияланған энергетикалық жүйелер плазманың кеңінен қолданылуына жол ашады. Цифрлық технологиялар мен жасанды интеллектті қолдану арқылы плазмалық процестерді оңтайландыру да маңызды бағыттардың бірі болып табылады.

Қорытындылай келе, плазмалық технологиялар энергетика саласының болашағында маңызды рөл атқарады. Олар жаңартылатын энергия көздерімен тиімді үйлесіп, энергияны сақтау, қайта өңдеу және экологиялық мәселелерді шешу мүмкіндігін береді. Жел энергетикасындағы тәжірибем бұл технологиялардың практикалық маңыздылығын айқын көрсетеді. Қазақстан үшін бұл бағыт стратегиялық тұрғыдан маңызды, себебі ол елдің энергетикалық тәуелсіздігін арттыруға және экологиялық тұрақтылыққа қол жеткізуге мүмкіндік береді.