

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



*«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» ІХ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР
ЖИНАҒЫ*

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
ІХ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***



Нұр-Сұлтан, 2021

УДК 656
ББК 39.1
А 43

Редакционная коллегия:

Председатель – Мерзадинова Г.Т., проректор по науке и инновациям ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, д.т.н., профессор; Заместитель председателя – Султанов Т.Т., заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Сулейменов Т.Б. – декан транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, д.т.н., профессор; Председатель «Әдеп» – Ахмедьянов А.У., к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н. профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н. профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н. профессор; Глазырин С.А. – заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент.

А 43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: IX Международная научно – практическая конференция, Нур-Султан, 19 марта 2021 /Подгот. Г.Т. Мерзадинова, Т.Б. Сулейменов, Т.Т. Султанов – Нур-Султан, 2021. – 600с.

ISBN 978-601-337-515-1

В сборник включены материалы IX Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Нур-Султан 19 марта 2021 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего, ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

УДК 656
ББК 39.1

ISBN 978-601-337-515-1

ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫҢ КӨМІР ГАЗИФИКАЦИЯСЫМЕН ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ОТЫНДЫҚ ЖҮЙЕСІН ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ

Дәржан Ерлан Виленұлы

darzhanoverlan@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «Жылуэнергетика» кафедрасының
магистранты

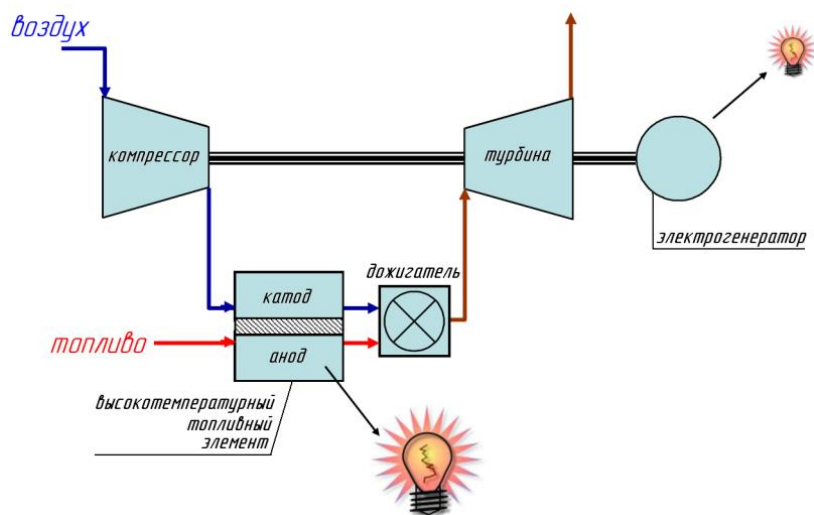
Конденсациялық газ-мазуттық энергоблоктарын бу-газды қондырғыларымен (БГҚ) ауыстырудың орындылығы ұтымды болып көрінеді. Алайда, кейбір жағдайларда, табиғи газды (немесе газ турбиналық сұйық отынды) пайдалану мүмкіндігі болмаған кезде, қатты отынмен де БҚҚ -дан БГҚ -ға ауысуға болады. Қазақстан сияқты табиғи газға бай емес кейбір елдерде бірнеше жылдан бері циклды газдандырумен БГҚ пайдаланылып келеді. Оттегіні үрлеу ағынында газдандыру жүйелері де бар. Сонымен қатар, төмен сұрыпты қатты отынды, тіпті мұнай коксын (көмір қоспасында) газдандыруға болады. Газ өнімдерін ГТҚ жану камерасында жағу алдында тазалау атмосфераға рұқсат етілетін шығарындылар бойынша ең қатаң нормативтерге төтеп беруге мүмкіндік береді. Парниктік газды (СО₂) байланыстырудың қосымша мүмкіндіктері ашылуда. Өкінішке орай, ауа бөлу қондырғысына (оттегі алу үшін) жоғары (инвестициялық және пайдалану) шығындары мұндай технологиялық схеманың тиімділігін айтарлықтай төмендетеді.

Отандық энергетика үшін ауа бөлу қондырғысын қажет етпейтін ауа үрлеуінде газдандыру процесі қолайлы болуы мүмкін. БГҚ жүйесінде газдандырудың осындай технологиясы бар қондырғының ПӘК-і оптимистік бағалаулар бойынша 50-52% құрауы мүмкін, бұл көрсеткішке БҚҚ-да көмірді жағу кезінде қол жеткізу екіталай.

Қазіргі заманғы энергетиканың перспективалы бағыттарының бірі отын элементтері негізіндегі энергия қондырғылары болып табылады. Отын элементі (ОЭ) – бұл электродтарға бөлек және үздіксіз жеткізілетін отын мен тотықтырғыштың химиялық энергиясын тікелей электр энергиясына айналдыратын электрохимиялық генератор. Мұндай түрлендірудің термодинамикалық тиімділігі өте жоғары болуы мүмкін. Сонымен қатар, отын элементтерінің тиімділігі қуатқа тәуелді емес, сондықтан олар ірі электр станцияларында да, аз қуатты автономды электрмен жабдықтау қондырғыларының құрамында да электр энергиясын тиімді өндіре алады.

Қатты оксидті отын элементтерін гибриді энергетикалық қондырғыда газдандыру. Қазіргі уақытта өнеркәсіптік дамыған елдерде жоғары температуралы отын элементтері мен газ турбиналық қондырғыны (ГТҚ) немесе бу-газ қондырғысын (БГҚ) біріктіру арқылы алынған гибриді энергия қондырғыларына (ЭҚ) көп көңіл бөлінуде. Гибриді энергия қондырғысында отын элементінің пайдаланылған газдарының жылуы ГТҚ немесе БГҚ циклінде қолданылады (сурет 1).

Жоғары температуралы отын элементтерінің екі негізгі түрі бар: балқытылған карбонатты (БҚОЭ) және қатты оксидті (ҚООЭ). Электрохимиялық процестердің термодинамикасы тұрғысынан қатты оксидті отын элементтерінің (ҚООЭ) БҚОЭ-нен артықшылығы көрсетіледі. ҚООЭ жұмысының жоғары температурасы газ турбиналық циклде жоғары потенциалды жылуды тиімдірек пайдалануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ҚООЭ жоғары ресурсқа ие, және сұйық электролиттің болмауына байланысты эксплуатациялау оңай және қауіпсіз.

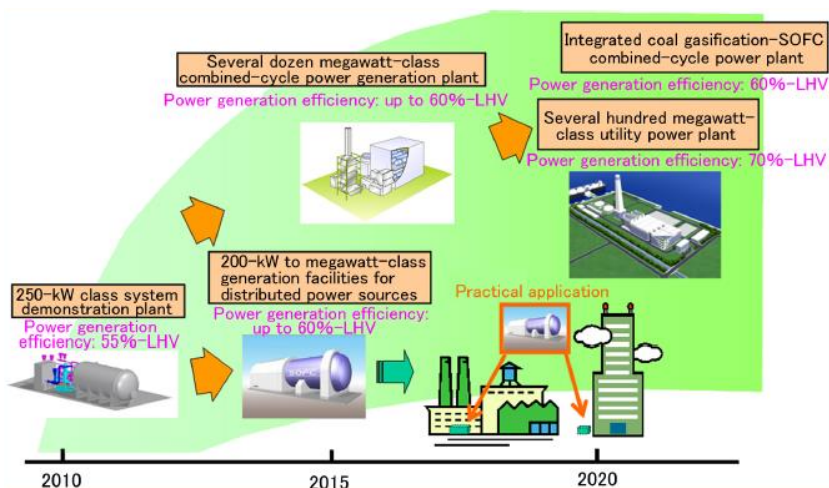


Сурет 1 - Гибридті қондырғының жұмыс принципі

Осылайша, қатты оксидті отын элементтері стационарлық энергетика үшін ең перспективалы болып табылады. Олардың отын элементтерінің басқа түрлерінен айырмашылығы - олар әртүрлі газ тәрізді отынды, соның ішінде биогазды, шахта газын және көмірді газдандыру өнімдерін қолдана алады.

Алдағы уақытта ҚООЭ модулін газдандыру өнімдерінде кемінде 60% электр ПӘК-і бар бу-газ қондырғысымен үйлестіретін гибридті қондырғы әзірлеу жоспарлануда. МНІ гибридті қондырғылары технологияларының " жол картасы " сурет 2-де көрсетілген.

Гибридті қондырғыларда көмірді газдандыру өнімдерінде пайдалану үшін Fuel Cell Energy сондай-ақ ҚООЭ әзірлеуде. Бұл зерттеулерге SECA бағдарламасы қолдау көрсетеді. Түпкі мақсат көмірді газдандыру арқылы алынған синтез-газбен жұмыс істеуге қабілетті ҚООЭ өндіру технологиясын алу болып табылады. Перспективада қуаты 100 МВт-тан асатын газдандыру өнімдерінде кемінде 90% көміртегі диоксидін ұстайтын және қазіргі заманғы жылу электр станцияларымен салыстырғанда қондырғымен суды тұтынуды азайтқан кезде кемінде 50% электр ПӘК-і бар ҚООЭ бар гибридті қондырғылар құру болжанып отыр.



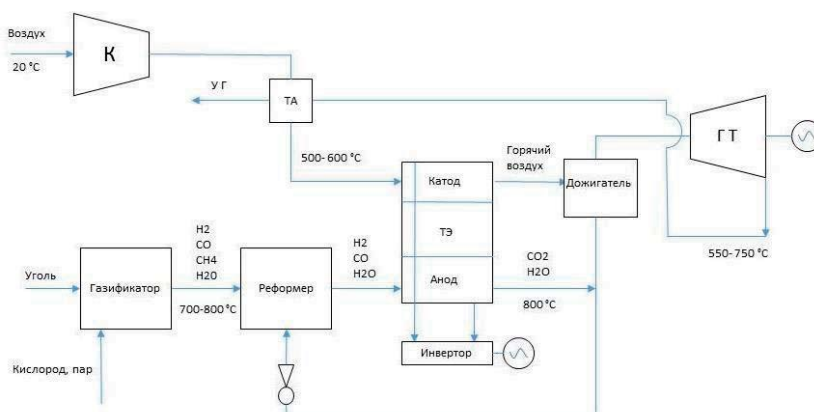
Сурет 2 - МНІ гибридті қондырғылар технологияларының "жол картасы"

Mitsubishi Heavy Industry (МНІ) компаниясы Гибридті қондырғыларды МНІ 2004 жылдан бері жасап келеді. 2007-2009 жылдары әлемдегі алғашқы гибридті қондырғы жасалып, сыналды, онда ҚООЭ атмосфералықтан жоғары қысыммен жұмыс істеді. Бұл

гибридті қондырғыларды дамыту үшін өте маңызды нәтиже, өйткені бұл ең үлкен энергия тиімділігіне қол жеткізуді қамтамасыз ететін олардың конфигурациясы.

Жүргізілетін зерттеулердің мақсаты ҚООЭ негізіндегі энергетикалық қондырғыларды орталықсыздандырылған энергетикаға кеңінен енгізу, сондай-ақ ПӘК-і 60-70% және CO₂ ұстап қалу мүмкіндігі бар табиғи газ бен көмірді газдандыру өнімдерінде қуатты гибридік қондырғыларды әзірлеу болып табылады. Нәтижесінде, қазіргі кезде нәтиже ҚООЭ өндіру технологияларының құнын төмендету, олардың сипаттамаларының тұрақтылығын жақсарту, сондай-ақ мүмкіндігінше олардың көміртегі тотығы мен көмірді газдандыру өнімдерінде жұмыс істеу бойынша үміт күттіретін нәтижелерге қол жеткізілді. Сонымен қатар, әртүрлі типтегі және әртүрлі өндірушілердің гибридік қондырғыларының сәтті жұмысы көрсетілді.

Қысқа мерзімді перспективада ҚООЭ үлесінің орталықтандырылмаған энергетикада кеңеюін болжауға болады, орта мерзімді перспективада – табиғи газда және көмірді газдандыру өнімдерінде қуаты бірнеше мегаваттқа дейінгі гибридік қондырғыларды сынау, ал ұзақ мерзімді перспективада – CO₂ және ПӘК 60-70% ұстайтын гибридік қондырғыларды пайдалануға беруді жоспарлайды. (сурет 3)



Сурет 3 - Гибридік қондырғы блок-схемасы

Қатты оксидті отын элементтер есебінің термодинамикалық әдісі. ҚООЭ зерттеу және әзірлеу есептеу әдістерінсіз мүмкін емес. Шешілетін міндеттер мен зерттеу мақсаттарына байланысты әртүрлі тәсілдер қолданылады.

Жалғыз ҚООЭ есептеудің ең қарапайым тәсілі-термодинамикалық талдау, оның негіздері ХІХ ғасырдың соңында жасалған. Термодинамикалық тұрғыдан алғанда, тоте жұмысы элементтерде жүретін электрохимиялық реакцияның ΔG^r изобара-изотермиялық потенциалының электр энергиясына айналуын білдіреді [1, 3]. Термодинамикалық ПӘК-ті формула бойынша есептеуге болады:

$$\zeta_i = \frac{\Delta G^r}{\Delta H^r} \quad (1)$$

мұндағы ΔH^r – электрохимиялық реакциядағы энтальпия өзгерісі.

Электродтар арасындағы E потенциалдарының тепе-теңдік айырмасы

$$E = \frac{\Delta G^r}{n_e F} \quad (2)$$

мұндағы n_e – электрондар саны, F – Фарадей саны

(2) және реакция изотермасының теңдеуінен Нернст формуласы шығады:

$$E = E_0 + \frac{R_g T}{n_e F} \ln \frac{n_{fuel}^{v_{fuel}} n_{ox}^{v_{ox}}}{n_{prod}^{v_{prod}}} \quad (3)$$

мұндағы E_0 – стандартты жағдайларда (компоненттердің температурасы мен парциалды қысымдарында) ҚООЭ электр қозғаушы күшінің шамасы [1, 3], R_g – универсал газ тұрақтысы, T – температура; v_{fuel} , v_{prod} , v_{ox} – тиісінше отын, өнім және оттегі үшін стехиометриялық коэффициенттер, n_{fuel} , n_{prod} , n_{ox} – электрохимиялық реакция аймағындағы отынның, өнімнің және оттегінің концентрациясы.

Отын компонентінің шығыс және кіріс концентрацияларының қатынасына тең α отынын утилизациялау термодинамикалық тәсіл кезінде берілуі тиіс. Элементтің шығысындағы ауа және отын қоспасының құрамы α шамасы және компоненттер массасының тепе-теңдік теңдеулері бойынша есептеледі [1, 3].

Қорытынды. Дүниежүзілік зияткерлік меншік ұйымының деректері соңғы 15 жыл ішінде бүкіл әлемде ҚООЭ -не қызығушылықтың күрт өскенін айғақтайды. Қазіргі уақытта ҚООЭ технологиясының негізгі қиындықтары отын-элемент батареяларының жоғары құны және төмен ресурсы болып табылады. Қазіргі уақытта бүкіл әлемде электрод-электролитті құрастырудың нанокұрылымдарын өндіруді жетілдіруге және ҚООЭ -нің ең ұтымды конструкцияларын әзірлеуге бағытталған үлкен зерттеу жұмыстары осы проблемаларды шешуге бағытталған.

Электр энергиясын және сутегін көмірден өндіретін және экологиялық таза электр генерациясының, СО₂ ұстап қалудың және көмірден сутегі өндірудің жаңа технологияларын сынақтан өткізу және оңтайландыру үшін ірі ауқымды инженерлік зертхана болатын қуаты 275 МВт станция құру көзделуде.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Коровин, Н.В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. / Н.В.Коровин. – М.: Издательство МЭИ, 2005 – 208 с.
2. Лидоренко, Н.С. Электрохимические генераторы / Н.С. Лидоренко, Н.Ф. Мучник. – М.: Энергоиздат, 1982 – 448 с.
3. Bove, R. Modeling Solid Oxide Fuel Cells. Methods, Procedures and Techniques / R. Bove, S. Ubertini. – Springer, 2008 – 395 с.
4. Твердооксидные топливные элементы: проблемы, пути решения, перспективы развития и коммерциализации. Аналитический обзор. / ФГБНУ «НИИ – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы». М.: 2015.

UDK 658.264

IMPROVEMENT OF THERMAL SCHEMES IN THE DESIGN OF HEAT SUPPLY SYSTEMS IN NUR-SULTAN

Dyussenov Kanat Makhmetovich¹, Zhumashev Nurkeldy Serikovich²

kdyussenov@yandex.ru, zh_nur99@mail.ru

¹Associate Professor, ²muster student

"Thermal Power Engineering" department ENU L.N. Gumilev, Nur-Sultan, Kazakhstan

Humanity has used heat for its own needs since past eras. The way to get it developed from burning a fire in a cave to a nuclear reactor at modern nuclear power plants.

People have learned to convert heat into mechanical and electrical sources of energy. The modern world depends on the source of electricity. Electricity is universal, and it can be converted into various sources of energy.

Converting it to a variety of energy sources, transporting it over long distances, and not having a large volume of devices have a big impact on its use around the world.

Today, there are various ways to heat housing: electric heaters, mini-boilers, heat pumps, etc. However, in densely populated cities, the most effective method is considered to be district