

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары– 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 13: сохраняя традиции, создавая будущее», посвященная 60-летию Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина. - 2017. - Т.1, Ч.5. - Б.17-21

ӘЛЕМДІК ЭНЕРГЕТИКАДАҒЫ ҚАТТЫ ОТЫН ГАЗИФИКАЦИЯСЫ

*Достияров А.М., Умирзаков Р.А.,
Абильдина А.Н.*

1999 ж. Газификациялық технологиялар Ассоциациясы мен АҚШ энергия министрлігінің Ұлттық технологиялық лабораториясымен құрылған мәліметтер базасында қазіргі уақытта 747 жоба, 1741 газификатор, соның ішінде 104,7 ГВт жылу өнімділікті 393 активті пайдаланатыны туралы мәлімет бар. Жылу өнімділігі 147,4 ГВт (т) болатын 1370 газификатор салу жоспарлануда [1].

Таңдаулы 10 газификациялық жобалар туралы ақпарат кестеде [2] жазылған. Кестеде жұмыс істейтін және резервте тұрған газификаторлар көрсетілген. Мұнда жұмыс жасайтын үлкен газификациялық кәсіпорындар туралы ақпарат көрсетілген. Қазіргі уақытта әлем бойынша өндірілетін аммиактың 25% және метанолдың 35% бұл кәсіпорындарда өндіріледі. Мега қондырғылардың құрылысы кәсіпорындардың суммалық қуаттылықтарының артуына көмектеседі, әсіресе Қытай еліндегі углехимиялық өндірісі интенсивті даму барысында.

АҚШ-дағы көмір газификациясымен жаңа БГҚ (Бу-газды қондырғы).

АҚШ-ында Duke Energy энерго жүйесінде үлкен көлемді көмір газификациясымен жұмыс жасайтын бу-газды қондырғы (БГҚ) енгізілген. Оның қуаттылығы нетто 618 МВт құрайды. Синтез-газ, табиғи газ немесе олардың қоспасы отын ретінде қолданылады. ЖЭС-ның жобасы 2008 ж. наурыз айында бекітілді, ал құрылысы сол жылдың мамыр айында басталып, 2011 ж. желтоқсанда аяқталды. БГҚ-да синтез газды сынау 2012 ж. қазан айында бірінші рет жүргізіледі. 2013 ж. шілде айында коммерциялық пайдаланылуға берілді.

Бу газды қондырғы 2+1 схема арқылы жұмыс жасайды. Яғни, мұнда синтез газда жұмыс жасау барысында әрқайсысының қуаттылығы 236 МВт тең болатын «Дженерал Электрик» 7FB фирмасының екі газ турбинасының қондырғысы (ГТК) және сол фирманың қуаттылығы 322МВт болатын бу турбинасы кіреді. Қазандық утилизаторларын Оңтүстік Корея фирмасы «Дусан» қондырған. Бу газды қондырғысындағы (БГҚ) газ турбинасы қондырғысының (ГТК) санымен сәйкес «Дженерал Электрик»

технологиясының екі газификация қондырғысы орнатылған. Ал, ауа бөлгіш қондырғысын «ЭР Продактс» фирмасы қондырған.

2012 ж. ЖЭС-да сынақ және жөндеу жұмыстары кезінде синтез-газдан алынған жылулық энергия 339 мың ГДж, 2013 ж.-1170 мың ГДж, бастапқы өндірістік пайдаланудан кейін 2717 мың ГДж құрады [2].

Кемпер аумағында (АҚШ, Миссисипи штаты) TRIG газификация жүйесімен БГҚ салынып жатыр. Мұнда «Сименс» фирмасының екі ГТҚ SGT6-5000F және «Тошиба» фирмасының бу турбинасы қолданылады. БГҚ-ның ең жоғарғы қуаттылығы 582 МВт-ты құрайды, ал синтез-газды жұмыс жасау барысында 524 МВт құрайды. 40%-дан аса ылғалды ашық әдіспен алынған лигнит газификациясы екі транспортты реакторда өндіріледі. H_2S және CO_2 кетіру Селексол технологиясы бойынша жүзеге асырылады. Лигниттің орташа жану жылуы 12,3 МДж/кг тең, ал құрамындағы күкірт 1,0% т/жыл, аммиак – 20 мың т/жыл, ал мұнай өндіруде қабатты қысымды ұстап тұруға шамалаған CO_2 саны – шамамен 3 млн т/жылды құрайды.

2013 ж. тамыз айының соңында алғашқы екі ГТҚ іске қосылды. Бұл уақытта дейін жұмыстың қажетті көлемінің 74% орындалған болатын. TRIG тасымалданатын газификатор схемасы өте қарапайым және ұзақ уақыттан бері қолданысқа ие. Мұндай газификатор көмегімен құрғақ шаң түрінде реакторға түсетін, төменгі сортты көмір газификациялануы мүмкін. Синтез-газды алу үшін, ГТҚ-да жануға арналған ауалы үрлеу, ал химикаттар мен сұйық отындар өндіруде – оттегілік қолданылады. Реакторда күл балқымай, қатты күйінде шығады.

TRIG газификаторының өнімділігі 5 мың т көмір/тәул. көбеюі мүмкін. БГҚ қуаттылығы мұндай екі газификатор мен көмірдің жану жылуы бойынша ПӘК-і 43% жоғары 800 МВт құрайды.

Қытайдағы көмір газификация жүйесін қалыптастыру және қолдану.

«Сименс» фирмасы оттекті үрленуде өнімділігі 500 т/тәул. құрғақ көмір шаңының, 1350-1750°C температура аралығында болатын, газификация жүйесін жобалады және шығарады. «Сименс» фирмасына 38 құрылғы, негізінен химиялық өндірістерге арналған тапсырыс берілді. Қытайдың химиялық өнеркәсіп орындарында осындай 30-дан артық жүйе жүзеге асырылуда немесе пайдаланылуда.

Ең көп үздіксіз жұмыс ұзақтығы 90 тәулік болды. Осындай жүйелердің бірнеше жобалары АҚШ және басқа да елдер үшін жасалады.

Шығыс Қытай ғылыми және технологиялық университетінің (ECUST) жобаларында сукөмірлі суспензия (көмір шаңының да жобалары бар) газификациясы вертикальды ағынды құрылғысында оттекті үрлену процесімен жүреді.

Қытайға тәулігіне 110 мың тонна көмір өнімділікті 90 газификатормен 33 жоба дайындалды. Олар негізінен химия өнеркәсібіне арналған. Құрылғының ең жоғарғы өнімділігі 300 мың т/тәул. 2 газификаторлы 12 кәсіпорын пайдаланылуға берілді. 2013 ж. наурыз айында қуаттылығы 220 МВт, жұмыстық қысымы 4 МПа газификатор пайдалануға берілген [3].

Газификатор және оның жүйелерінің даму жолы.

Газификационды технологиялар конференциясында газификатордың тиімділігін жетілдіру, күрделі және операциялық шығындарды қысқарту, электроэнергия бағасын төмендету, түрлі көмірмен, сонымен қоса АҚШ-тың төмен сұрыпты көмірімен жұмыс істейтін құрылғылардың жұмыс қабілетін қамтамасыз ету бойынша Энергетика Министрлігінің Ұлттық технологиялық лабораториясы жүргізілетін зерттеудің кейбір нәтижелері мен бағыттарын ұсынды.

Сонымен қоса, зерттеу міндеттеріне газификатордың сенімді модельдерін әзірлеу және олардың дайындығын 10%-ға арттыру, жұмыстың бағыты – жабдық үшін отқа төзімді материалдарды таңдау, газдандыру процесін модельдеу және шығарындыларды қысқарту болып табылады.

Отқа төзімді материалдарды зерттеумен өнеркәсіптік газдандырумен айналысатын 3 кәсіпорын, 7 ғылыми-зерттеу ұйымдары, 3 коммерциялық компания және Еуропа, АҚШ, Канада және Жапонияның 3 мемлекеттің агенттіктері айналысады.

Отқа төзімді жапсырма материалдарын зерттеу – сенімділікті арттыру, газификатордың дайындығы мен жөндеуге қабілеттілігі және олардың тұрыа қалу мерзімін қысқарту негізінде жүргізіледі. Ол үшін еріген күл фазаларын, жоғарғы температурада қыздырылған күлдің тұтқырлығын және қоспалардың қасиеттеріне әсерін, қыздырылған күл мен жапсырманың әрекеттесуін, металдардың тозуы мен зақымдануын зерттейді. Отқа төзімді материалдардың жақсартылған түрі мен газификация температурасын қадағалау үшін датчиктер іске асырылуда және кейінірек айтылатын процестер зерттелуде.

Газдандыруды модельдеу – есептеу модельдерін физикалық сәйкестендірумен, кинетикалық бағдарлама мен тәжірибелік мәліметтерге негізделген, газификация негізінде алынған көмір шикізаты және қолданбалы зерттеу нәтижелерін енгізу арқылы жүргізіледі.

Модельдеу нәтижесі толық интерфейс арасындағы кинетикалық сипаттама және реактивті көпфазалы өолданушыларына ыңғайлы CFD модельдерімен қабілеті жоғары, сенімділігі мен дәлділігін есептеулерді орындау үшін және газификация шикізатын қолайлы таңдау үшін көмір қасиеттерін модельдеу. Ішкі синтез газды тазалауды ЕРА шарттарына қажетті: зиянды қалдықтар мен эффективті тазалау процестерін қанағаттандыратын шарттар қарастырылады.

NELT мамандарының серіктестерімен өндіріс құрылғыларында сынап, қорғасын, мышьяк, селен, күкіртті ыстық газ синтез газдан бөліп алу әдістері, алынған материалдар санының сапасы мен процесс құны зерттелген. Сонымен қатар альтернативті әдістері зерттеледі [3].

1 – кесте. Сенімділік көрсеткіші, %, E-Gas* газификация жүйесі

Газификациялық орнату торабы немесе жүйесі	2011г	2012г	Тамыз 2012
Газ синтезі салқындатқышы	99.9	98.1	100.0

Газификатор	94.3	99.4	98.8
Суспензия дайындау және ұсыну	100.0	99.9	99.9
Бөлшектердің жойылуы	99.8	100.0	96.2
Қалдық жою және қайта өңдеу	98.7	100.0	99.9
Ыстық газ жолдары	99.2	100.0	100.0
Жалпы газификациялық орнату	92.1	97.4	94.9
Байланысты жүйелер:			
Күкіртті қалпына келтіру қондырғылары	98.2	99.7	100.0
Төменгі температуралы жылуалмастырғыш	97.5	99.8	99.3
Қышқыл газдарды жою қондырғысы	99.8	100.0	100.0
Ауаажыратқыш қондырғы	99.8	83.0	96.5

2 – кесте. ECUST газификаторларының эксплуатациялық көрсеткіштері

Көрсеткіш	Орнату номері			
	1	2	3	4
Аппарат саны: жұмысшы+қосалқы	1+1	2+1	2+1	2+1
Өндіруші	2000	1500	1200	1150
Даярлық	97.0	97.2	88.4	94.7
Сенімділік	99.7	99.1	96.2	98.2
Атқарым	8520	8546	7764	8319
Үзіліссіз жұмыс уақыты	2040	5834	2568	2703
Жоспарлы тұрып уақыты	240	164	720	312
Жоспарсыз тұрып уақыты	24	74	300	153
Жоспарсыз тұрып себебі (ақаулары болатын құрылғылар)	Жүйе	ААҚ*	Бір тұрып – жүйе; екі тұрып - ААҚ	ААҚ, жүйе

ААҚ – ауаажыратқыш қондырғы [4].

Қазіргі кезде материалдың коррозиясы мен бөлінуі қаптаманың (футеровка) зақымдануына әкеледі. Ішкі сызаттар, кернеу нәтижесінде бұрыштардың сынуы, қалдық әсерінен коррозия бетінің түзілуі, термоәлсіздіктен пайда болатын горизонталь сызаттар, материалдың бөлінуіне бастайтын ішкі сызаттар қосылысы, зерттеу үлгілерінде табылған.

Күлді зерттеу мақсатында жасалған модель мынадай қызметтерді атқарады:

- Сипаттамаларын анықтау – балқу температурасы, тұтқырлығы, қатты, сұйық, бу фазаларының түзілуі.
- Күйдірілген күлдегі газ тәріздес фазаны байланыстыратын қоспаларды пайдалана отырып, оларды болжау және реттеу
- Қаптау мен күйдірілген күлдің арасындағы іс-қимылды ұйымдастыру.
- Күйдірілген күл қоспасының коррозиялық агрессивтілігі мен тұтқырлығына ықпал ету.

Бастапқыда есептеу жүргізу үшін әртүрлі отын түрлері қолданылған: түрлі сапалы көмір, мұнайлы кокс, биомасса және оның химиялық құрамы, күлдің мөлшері, сонымен қоса газификатор шарты - температура мен газ құрамы. Бұл модельде термодинамикалық заңдылықтар, жарияланған деректер және стендтік сынау нәтижелері қолданылған. Модельдеудің негізгі мақсаты – қаптаманың коррозиясын төмендету, газификаторда күлдің шығуын қамтамасыз ету және газсуытқыштың кірленуін алдын алу.

RTI халықаралық ағылшын зерттеу одағының бюджеті, NETL сияқты, газдандыру процессімен оларды жүзеге асыру үшін құрал-жабдықтарды зерттеу 730 млн. долларды құрайды. RTI-да 1800-ден аса жобаларды атқаратын 3800 жұмыскер жұмыс істейді. Энергетикалық технологиялар одағы ұйымында, көмірді газдандыру үшін негізінен энергетика саласында озық процесстер әзірленеді.

RTI мамандары материалдарды дайындайды, процессті модельдерін жобалап, лабораториялық және стильдік зерттеу жүргізеді.

Қазіргі кезде, мысалға төмендегідей технологиялар жүргізілуде:

- Жоғары температурада синтез-газды тазалау процесі, капиталдық кірісті 20%-ға төмендете отырып, көмір газификациясымен жұмыс жасайтын бу газды қондырғының ПӘК-ін 3%-ға арттырады;

- Озық металлизациялық процесстерін алу үшін 45%-ға капиталдық кірісті төмендете отырып, көмірден метан алу;

- Католитикалық пиролиз биомассасын одан әрі айдау және сұйық отынды өндіру үшін.

Әдебиет тізімі

1. "Энергия", / Под ред. Д. Дэвинса, М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Ю.В. Копытов «Экономия энергии в промышленности: Справочное пособие для инженерно-технических работников» -М.: Энергоатомиздат, 1983. –б 208.
3. О.Л. Данилова «Энергносбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» -М., «МЭИ», -б. 188.
4. A novel integration of microwave catalytic oxidation and MBBR process and its application in advanced treatment of biologically pretreated Lurgi coal gasification wastewater Автор: Xu, Peng; Ma, Wencheng; Hou, Baolin; и др. SEPARATION AND PURIFICATION TECHNOLOGY Том: 177 Стр.: 233-238