

FTAMP 53.03.03

КЕН ТЕРМИЯЛЫҚ ЭЛЕКТР ПЕШТЕРІНДЕ ӨЗДІГІНЕН ЖЕНТЕКТЕЛЕТІН ЭЛЕКТРОДТЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ ТУРАЛЫ

М.Ш. ҚОМЫТ, А.М. ӘБДІРАШИТ, Б.С. КЕЛАМАНОВ,
О.Р. САРИЕВ, А.А. ЕРСАЙЫНОВА

Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

Аңдатпа: Бұл мақалада жоғары қуатты кен термиялық пештерде қолданылатын электродтардың қолданылуы, құрамы, кемшіліктері қарастырылды. Қолдану барысында электродтардың дұрыс таңдалмауы немесе байланыс беттерінен электродтардың жеткілікті жентектелмей шығуы пештің ұзақ тоқтауын қажет ететін ауыр апатқа әкелетіндіктен, осы мәселені шешу жолдары келтірілген.

Кілт сөздер: Қалыпталған электродтар, металл қабықша, электрод массасы, байланыс беттері, кокстау.

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы использования, состава и дефектов электродов, используемых в мощных рудно термических печах. Неправильный выбор электродов в процессе эксплуатации или недостаточно спеченный с контактных щёк выход электродов приводит к серьёзной аварии, требующей длительной остановки печи, поэтому были приведены пути решения этих проблем.

Ключевые слова: Формованные электроды, металлический кожух, электродная масса, контактные щеки, коксования.

Annotation: The article discusses the use, composition and defects of electrodes used in high-power ore-thermal furnaces. Wrong choice of electrodes during operation or insufficiently sintered output of electrodes from the contact cheeks leads to a serious accident requiring a long stop of the furnace, therefore, ways to solve these problems were given.

Key words: Molded electrodes, metal casing, electrode mass, contact cheeks, coking.

Кен термиялық электр пештерінде болат корпусымен қапталған және белгілі бір биіктікке дейін электрод массасымен толтырылған өздігінен жентектелетін электродтармен жұмыс жасайды. Электродтан қорытпаға темірді енгізу мүмкін болмаған жағдайда электродтарды графиттелген көміртекті және сирек графиттелген электродтарға ауыстыру қажет, мысалы кристалды кремний балқыту кезінде өздігінен жентектелетін электродтың рұқсат етілген электр энергиясынан мөлшері артық болуы қажет болғанда. Графиттелген электродтың қымбат және тапшы болуы сонымен қатар қолдану барысында электрод ұстағышының конструкциясы өздігінен жентектелетін электрод ұстағышына қарағанда едәуір күрделі екенін ескеру қажет.

Қазіргі таңда өндірісте диаметрі 1200 мм-ге дейінгі графиттелеген электродтар шығарылады. Көрсетілген жағдайлардан басқа, графиттелеген электродтардың шығындылығы, электрод шамының үлкен массасы, аспа механизмының және электродтарды

ауыстырудың күрделілігі, оларды пешке тұрғызу мен тұтастығын қамтамасыз ету қиындық туғызады.

Жоғары қуатты кен термиялық пештердің басым көпшілігі норвегиялық инженер С.В.Содерберг ойлап тапқан, өздігінен жентектелетін электродтармен жабдықталған. Оның құрылымы электрод массасымен толтырылған металл қабықшадан тұрады [1]. Электродтың қабықшасы цилиндр тәріздес жұқа қабатты болатпен қапталған, ішкі бөлігінің белгілі бір қабырғалары үшбұрышты иілген қабырғалармен немесе осы соңғы уақытта дөңгелек тесіктермен қамтылған. Қабырғалар негізінен метал қаптамасы және электрод массасы арасындағы механикалық және электрлік байланыстарды жақсарту үшін қызмет етеді. Цилиндр қажетті цанг секцияларымен қамтамасыз етілген, ені $1,5 \div 2$ м. Электродтың төменгі ұшы күйіне байланысты жоғарғы бөлігінде кезекті секцияны үзарту жүргізіледі. Қаптаманың қалыңдығы 3-6 мм, қабырға биіктігі және қалыңдығы электрод тогы мен қайта қосу құрылғысында электродты ұстап тұру шартымен байланысты есептеледі.

Өздігінен жентектелетін электродтың корпусындағы токтың тығыздығы рұқсат етілген 2 A/mm^2 -ден аспауы керек[2].

Дөңгелек қабықшалы өздігінен жентектелетін электродтың бөліктері 1-суретте көрсетілген.

Қабықша арнайы құрамды электрод массасымен толтырылған. Электрод массасын өндіретін әрбір өндірісте өзіндік рецептісі бар. Құрғақ массаның негізгі құраушылары: ірілігі 20 мм-ге дейін термоантрацит шамамен 50%, ірілігі 0,5 мм-ге дейін құймалы кокс - $25 \div 50\%$, электрод өндірісінің қалдықтары және графиттелген кокс - 25% - ға дейін.



Сурет 1. Кен термиялық электр пеші электрод қабықшасының бөліктері

Құрамында таскөмір күйіндісі немесе күйінді таскөмір шайырымен қоспасын байланыстырғыш зат, құрғақ салмақтың $25 \div 27\%$ - ын құрайды.

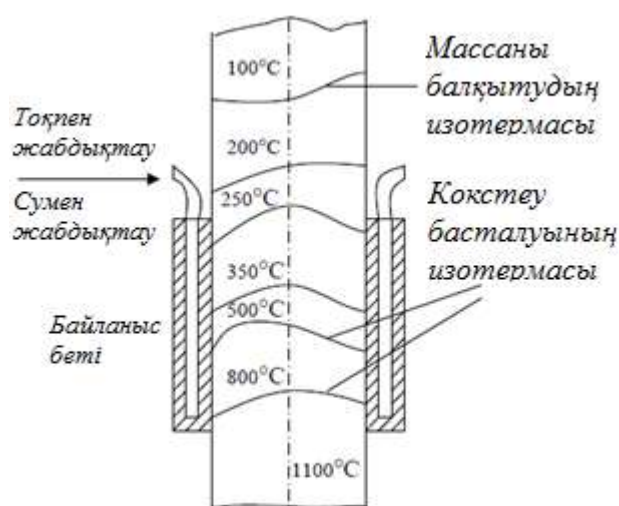
Пісірілген электродтың массасы арнайы қасиеттердің жиынтығына ие болуы тиіс, олардың оңтайлы мәндері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1. Пісірілген электрод массасының физика-химиялық қасиеті

Қасиеті	Мөлшері
Меншікті электркедергі, Ом·м·10 ⁻⁵	6-8
Механикалық беріктігі, МПа: қысу бойынша созылу, кем емес	14-22 1,5
Тығыздығы, кг/м ³ : шынайы айқын, кем емес	1900 1300-1400
Кеуектілік, %, артық емес	26-28
Ұшпалы заттардың құрамы, %, артық емес	15-16
Күлділік, %, артық емес	4

Электрод массасы шамамен 100°C температурада сұйықтыққа айналады, бұған жанасудың жоғарғы жағынан 2÷2,5 м деңгейінде жетеді. Ұнтақталған массаның деңгейі 200÷500 мм жоғары болуы керек.

Электротағы температура үлестірілуінің үлгісі 2-суретте көрсетілген [3]. Джоуль жылуы және жылу өткізгіш арқылы электродтың ыстық бөлігінен келетін жылудың әсерінен электрод массасы сұйылтылып, метан тәрізді күйге өтеді (80÷100°C температурада), содан кейін 400°C температурада оның жентектелу үрлісі басталып, 700÷800°C температурада аяқталады [4].



Сурет 2. Өздігінен жентектелетін электродтағы температураның таралуы

Бірдей ток жағдайында электродтың диаметрі неғұрлым аз болып, электродтың жұмыс бөлігі соғұрлым ұзын болғанда, Джоуль жылуының әсері соғұрлым көп болады [5]. Тиісінше, электрод неғұрлым қысқа болса, оның диаметрі соғұрлым үлкен және технологиялық

температура да жоғары болады, сонымен қатар жылу өткізгіштікке енетін жылу компонентінің әсері көп болады.

Дұрыс таңдалған электродтың қимасы, пештің электрлік және технологиялық жұмыс жағдайында электрод массасының жентектелу жылдамдығы оның төменгі бөлігіндегі электродты тұтыну жылдамдығына тең. Электродты қайта іске қосу үшін сәйкес режимін таңдау керек, яғни электродтың күйіп кетуіне байланысты оның жұмыс жасауын ұзарту қажет. Электрлік режимдегі бұзылу (қуаттың азаюы, пешті өшіру), технологиялық режимде (шихталаудың бұзылуы, қайта іске қосудың жеделдетілуі, электрод массасы құрамының нашарлауы) электродтың пісірілу режимінің бұзылуына әкеледі.

Сұйық массаның электрлік және жылуөткізгіштік қабілеті аз, сондықтан жентектелу үрдісі жанасу биіктігінің үштен бір бөлігінің деңгейінде аяқталу қажет. Бұл жағдайда қысқыш күшінің әсерінен байланыс беттері электрод қабықшасына қысылып, біршама деформацияланады, осылайша сенімді электр және жылу байланысы қамтамасыз етіледі [6]. Егер байланыс бетінен электрод жентектелмей шығатын болса, қабықша бойымен ток өтетіндіктен, оның қабықшасы қызып кету салдарынан сұйық электрод массасы қабықшаға төгіліп, күйіп, пештің ұзақ тоқтауын қажет ететін ауыр апатқа әкеледі.

Электрод массасын мерзімінен бұрын кокстату да құпталмайды - қайта іске қосу кезінде қатты электрод жанасу бетіне енеді, бұл электрлік байланысты нашарлатып, жанасу беттерінің мерзімінен бұрын бұзылуына әкеледі.

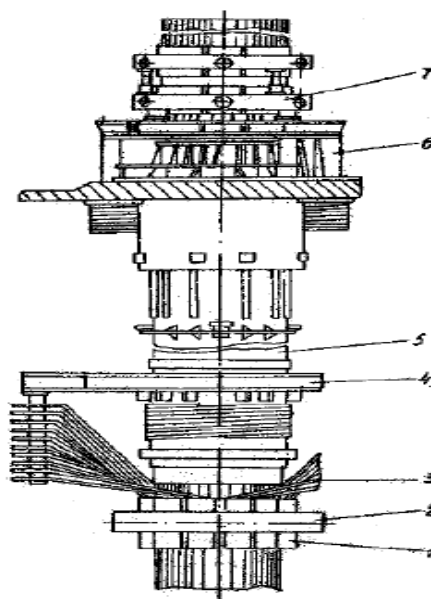
Пайдалану барысында кокстеу аймағы биіктігінің орналасуына (электродты кокстеу режиміне) әсер ету қиын.

Электродты үрлеу үшін берілген температура мен ауа ағынының өзгеруі, сондай-ақ жанасу аймағындағы салқындатқыш судың өзгеруі айтарлықтай нәтиже бермейді.

Электрод кокстелмеген жағдайда электродты қайта іске қосу бөгеліп, қуаттылықты біршама түсіру қажет, ал бұл технологиялық үрдістің бұзылуына әкеліп соқтырады.

Байланыс беттерін салқындату арналарының диаметрін дұрыс таңдау арқылы электродты кокстау зонасының орналасуына әсер етуге болады, яғни электрод пен жанасу беттерінің арасындағы жылу алмасу шарттарын және ваннаның тереңдігінің өзгеруін дұрыс таңдап, энергия шығару ошағынан кокстау үрдісіне өзгеріс енгізуге болады.

Электродқа ток беру, оны ұстап тұру, қайта жіберу және жылжыту үшін қолданылатын құрылғы электрод ұстағыш деп аталады оның сұлбасы 9-суретте көрсетілген.



Сурет 9. Кен термиялық пештің электрод ұстағышы

1 – байланыс беті; 2 – қысатын шығыршық(сақина); 3 – ток өткізгіш түтігі; 4 – ток өткізгіш таверсасы;
5 – аспалы мантиль; 6 – гидрокөтергіш; 7 – электродты қайта жіберу жабдығы

Электр тогы тікелей электродқа жанасу беттері арқылы жіберіледі. Жанасу беті өте күрделі жағдайларда жұмыс істейді: ол арқылы 100 кА дейін ток өтеді, 800 °С дейін қыздырылған электродпен байланыста болады және жанасу арқылы бойындағы жылу энергиясының артығын алып тастау қажет, бұл жұмыс бірқатар зиянды әсер ететін химиялық заттардың тотықсыздану атмосферасы түзіліп, колошниктің жоғары температурасы аймағында өтеді. Барлық осы талаптарды мыстан және оның қорытпаларынан жасалған беттер ғана қанағаттандырады.

Қорытынды: Жоғары қуатты кен термиялық пештерде қолданылатын графиттелген және өздігінен жентектелетін электрод қарастырылды. Қолдану барысында қалыпталған электродтың техника - экономикалық жағынан және электрод ұстағышының конструкциясы өздігінен жентектелетін электрод ұстағышына қарағанда едәуір күрделі екені ескерілді.

Норвегиялық инженер С.В.Содерберг ойлап тапқан, өздігінен жентектелетін электродтармен, жоғары қуатты кен термиялық пештердің басым көпшілігі жабдықталған. Кен термиялық пештерді өздігінен жентектелетін электродпен қамтамасыз ету арқасында жақсы нәтижелер алынды. Бұл электродпен жұмыс істеу температураның қадағаланып отыруын талап етеді. Электрод пен қабықшаның жанасу беттерінің оңтайлы жүруі үшін мыстан және оның қорытпаларынан жасалған беттер қолдану арқылы жақсы нәтижеге қол жеткізуге болатындығы айқындалды. Кен термиялық электр пештерінде өздігінен жентектелетін электродты қолдану тиімді екендігіне көз жеткізілді.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

1. Гасик М.И. Самообжигающиеся электроды рудовосстановительных печей. – М.: Metallurgy, 1976. – 368с.
2. Лунин А.Г. Электротехническая промышленность. Сер. Электротермия, 1979, вып. 6, –С. 2-4.
3. Киселев А.М. Исследование самообжигающихся электродов в конструкциях мощных рудовосстановительных электропечей и обеспечение их повышенной эксплуатационной стойкости. Автореф. ... дис. канд. техн. наук. – М.: ВНИИЭТО, 1975. –200с.
4. Особенности температурных полей самообжигающихся электродов ферросплавных печей/ А. В. Хан, Т.А. Дьяконова, А.А. Устюгов, Г.Г. Михайлов. Сталь, 1999. –№ 1. –100с.
5. Емлин Б.Я., Гасик М.И. Справочник по электротермическим процессам. М.: Metallurgy, 1978. –115с.
6. Струнекий Б.М. Расчеты рудотермических печей. М.: Metallurgy, 1982. –175с