

Жаростойкие бетоны используемые внутри теплоагрегатов по характеру своей работы очень редко контактируют с человеком и практически никогда не подвергаются влиянию атмосферных осадков или других природных разрушающих факторов. В настоящее время широкое распространение получили два класса жаростойкого бетона - это бетон на цементном вяжущем и бетон на силикатном вяжущем.

Применение техногенного сырья в виде отходов производства и лома жаропрочных изделий для производства строительных материалов позволяет уменьшить нагрузку на окружающую среду, увеличить количество циклов использования одних и тех же минералов, ввести практически безотходное производство жаропрочного материала, что очень важно, так как минералы периклаз и каолин, например, используемые в производстве жаропрочных материалов, являются малораспространенными и достаточно дорогими. Основным сырьем при этом могут служить бой огнеупорного кирпича, получаемый при ремонте эксплуатационных печей и другие промышленные отходы, которые можно утилизировать таким способом, например радиоактивные и токсичные. Поскольку их нельзя использовать как сырье для строительных материалов, гражданском строительстве ввиду опасности контактов с человеком и возможности попадания в окружающую среду.

Таким образом, использование отходов в производстве жаростойкого бетона является не только актуальным, но и выгодным, так как при этом решаются проблемы производства жаростойкого бетона, улучшения его качества и снижения себестоимости.

1. Никифоров А.С. Надежность работы футеровок металлургических печей. «Павлодар», 1999 г., 76 с.

2. Габитов Р.К., Кулман К.С., Жумабаев А., Киселев А.Л., Каббо М.Д. «Месторождение алюминия в Казахстане», Алматы. 1997 г. 94 с.

\* \* \*

Бетон материалдарының отқа төзімділігін арттыру үрдісінің өсуіне, металлургиялық пештер қауатының, габаритының, қаптаманың артуына жоғары конструкциялық талап қойылады.

УДК 691.2 : 574

## ОТҚА ТӨЗІМДІ БЕТОНДЫ ТАҢДАУ ШАРТТАРЫ

Махамбетова У.К., Дүйсенова Ж.А., Исакова Ж.А.

*Қазақ ұлттық аграрлық университеті*

### Кіріспе

Халық шаурашылығының әр салаларында қымбат бағалы шикізат пайдалану себепті дефицитті болып табылатын футерленген отқа төзімді материалдарға деген сұранысы жыл өткен сайын артуда. Екінші мәселе – мәңгібақилығын қамтамасыздандыру, яғни жоғары температуралық және басқа көптеген факторлардың әсер етуі жағдайында өзінің бастапқы сапасын сақтап қалу қабілетін қамтамасыздандыру. Монолитті футеровкаларды отқа төзімді бетон түрінде пайдалану аталмыш мәселенің шешімі болып табылады және қазіргі таңда осындай бетондардың кең көлемді гаммалары әзірленіп тәжірибе жүзінде қолданылуда. Алайда бұл бетондардың құрылымы оптималды емес сондықтан нақты эксплуатациялық талаптарды толыққанды қанағаттандыра алмайды. Нәтижесінде бір жағынан мәңгібақилығының төмендеуіне, екінші жағынан дефицитті толтырушылар мен байланыстырушылардың шығындалып жұмсалыуына әкеліп соғуы мүмкін. Аумағы мен әсер ету уақыты әртүрлі факторлардың әсерінен бетонды футеровкалардың жоғары температуралық жағдайда өзгеруін болжау әр уақытта дәл келе бермейді [1].

### Әдебиетке шолу.

Өзара бір-біріне тәуелді және отқа төзімді қаптаманың пайдалану жағдайына әртүрлі әсер ететін механикалық, аэродинамикалық және жылу құбылыстарымен тығыз өзара байланысқан металлургиялық пештерде жүретін физикалық-химиялық үрдістердің телімділігінен пештердің



қызмет көрсетуінің сенімділігін кешенді түрде есептеуде көптеген қиындықтар туындайды. Бұл, әсіресе, пештің эксплуатациялаудың стационарлық емес режимінде орын алады (кептіру, жылыту, іске қосу және тоқтату). Футеровка анағұрлым жоғары температураның әсерінде болатын балқыту аймағында да, отқа төзімді беткі жұмысшы қабаттардың мардымсыз балку арқылы тозуы орта есеппен 3-5 мм. Футеровкалардың беткі жұмысшы қабатының тозуы ысыту аймағында анағұрлым жоғары деңгейде, себебі бұл жерде төмен температураның әсерінен гарнисаж түзілмейді, және салқындату аймағында, себебі бастапқы материалдың қаттылығы күрт жоғарылайды. Алайда бұл аймақтардағы абразивті әсер ету нәтижесінде футеровканың тозуы эксплуатациялық кезеңде 8 мм аспайды [2]. Қалаудың кебуі температуралық режимді дұрыс есептеп, орындамағаннан пайда болады, себебі локальды қызып кеткен кезде отқа төзімді заттардың көлемі кеңейген кезде орнына келуге үлгірмейді.

### **Зерттеу нәтижелері**

Пештерді зерттеу нәтижелері көрсеткендей футеровкалардың бұзылуының негізгі түрі олардың беткі қабаттарының жарылуы. Жарылудың екі түрі белгілі болды: температуралы өте жоғарыға көтерілетін аймақтарда пеш бойындағы ұзындығы 50 см, тереңдігі 4-6 см қысқа жарылулар жиі кездеседі, ал салыстырмалы салқындау аймақтарда ұзындығы 3 м жететін, тереңдігі кірпіштің жартысына тең жарылулар кездеседі. Осыған қарап, футеровкалардың бұзылу механизмінің әртүрлі болатыны анықталды, және осы тұрғыдан пешті екі аймаққа бөлуге мүмкіндік берді. Салыстырмалы төмен температуралар аймағы (1 және 2 аймақтар) және жоғары температуралар аймағы (3-4 аймақтар). Жоғары температуралық аймақта футеровканың бетінде өңдеу өнімдерінің отқа төзімді материалдармен әрекеттесу реакциясы орын алады, нәтижесінде беткі қабат суланып, сөнеді. Гарнисаж бен отқа төзімді материалдың беткі қабатының арасында кернеулі аймақ түзілумен қатар диффузиондық орын ауыстыру және инфильтрациялану үрдісі жүреді.

Осы физикалық-химиялық өзара әрекеттесулердің нәтижесінде балку температурасы, термикалық кеңеюі мен тығыздығы әртүрлі фазалар түзіледі. Отқа төзімді бетондармен жұмыс істеу тәжірибесі мен байланыстырушы, толтырушылардың кең диапазонда ауытқуы бойынша жүргізілген зерттеулер болжауларды нақты жағдайға жакындататын принциптер анықталды. Отқа төзімді байланыстырушылар мен толтырушыларды таңдау футеровкалау қызметінің шарттарына тәуелді, яғни ол ортаның агрессивтілігін есепке алумен байланысты. Осыған байланысты ыстыққа төзімді композициялар келесі талаптарды орындау қажет:

- қалыпты температурада тез қату;
- тұтқыр заттардың қатаю өнімін ірітетін температураға дейін қыздырғанда өз беріктігін минимальды түрде төмендеті және жоғарғы температурада жартылай пісуі есебінен беріктігін жоғарылату;
- термикалық мықтылығы жеткілікті болк (ол мықтылық шамадан тыс пісіп кеткеннен төмендейді);
- кептіру және күйдіру нәтижесінде отырмауы және отқа төзімділігі мен күш түсіру нәтижесінде деформациялану температурасы өте жоғары болу.

### **Қорытынды**

Отқа төзімді бетондар жұмысшылардан алыс ара қашықтықта қолданылатындықтан негізгі байланыстырушы ретінде құрамында волластониті бар қалдық – 25 млн тонна көлемінде жиналып қалған электротермофосфорлы шлактар таңдап алынды. Бұлар улы газтәрізді заттектер бөліп шығаратындықтан, оларды бейтараптандыру үшін әртүрлі қол жетімді тәсілдер әзірленген [3]. Электротермофосфорлы шлактарды отқа төзімді бетондарға пайдалану, олардың антропогенді әсерін төмендету және минералды шикізат ресурстарын үнемдеу мақсатында пайдалану перспективті болып табылады.

1. Никифоров А.Н. Надежность работы футеровок металлургических печей. – Павлодар, 2002 – 110 с.
2. Нуркеев С.С., Мусина У.Ш. Экология: Учеб. пособие для технических вузов. - Алматы, 2005. - 490 с.
3. Дорфман Я.А., Полимбетова Г.С., Куатбаев К.К., Куракбаева Р.Х. Определение и удаление фосфина и фосфора электротермофосфорного шлака // Тезисы докладов Шестой Всесоюзной конф. по фосфатам: «Фосфаты-84», часть 1 - 1984 - Алма-Ата. - С.30



Выбор жаростойких связующих и заполнителей производится исходя из условий службы футеровки, т.е. с учетом агрессивности среды, использование электротермофосфорных шлаков в жаростойком бетоне перспективно с целью снижения их антропогенного воздействия и экономии минеральных сырьевых ресурсов.

УДК 541.1; 541.3

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ТЕПЛОВЫХ АППАРАТАХ С ВРАЩАЮЩИМИСЯ ЛОПАСТЯМИ

Жайлаубаев Ж. Д.

*Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский  
институт переработки сельскохозяйственной продукции»*

В связи с интенсификацией процессов переработки пищевых продуктов особо встает проблема значительного повышения работы теплообменных аппаратов. Одним из методов ее решения является увеличения темпов термообработки за счет оптимизации и установление технологических параметров процесса.

В данной работе представлен анализ экспериментов по интенсивности водяного пара полидисперсной среде.

Анализ, в процессе вытеснения жидкости насыщенным водяным паром в работе теплообменных аппаратов устанавливалось термическое равновесие, а связь давления и температуры пара может быть представлена на основании уравнения Клапейрона-Клаузауса и в приближении с точностью до 1-2 %, до давлений 1 МПа, записана в следующем виде:

$$P = AP_{kp}(T/T_{kp})^{-4} \exp(-10T_{kp}/T) \quad (1)$$

где  $A = 17,05 \cdot 10^3$ ;  $T_{kp}$ ,  $P_{kp}$  критическая температура и давление для насыщенного водяного пара.

Поступающий в слой пар создает градиент давления. Так как расход и влагосодержание связаны соотношением

$$\xi_u = \rho_T g_u \varphi \quad (2)$$

можно сделать вывод, что вытеснение жидкости из ненасыщенной дисперсной среды связано с образованием волнового движения и зоны повышенной насыщенности на фронте вытеснения. Характерным является наличие некоторой предельной насыщенности (в нашем случае, как показали эксперименты, она составляет 5 % по весу), при которой движение вытесняемого агента не влияет на движение вытесняющего.

Анализ показывает, что распространяется практически прямоугольный температурный фронт с уменьшающейся с ростом зоны пара скоростью движения. Качественно о темпе подъема температуры в данном сечении можно судить по величине критерия Кутеладзе

$$K_n = \frac{C_p^{\text{жс}} \rho_{\text{жс}} g_{\phi} H}{\lambda_T (1 - \varepsilon)} \quad (3)$$