

- Яковлев // Труды ГипродорНИИ. – 1974. – Вып. 8. – С. 120–135.
5. Кизима С.С. Исследование изменения ровности нежестких дорожных одежд в условиях УССР как показателя их качества: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11 / Кизима Станислав Степанович – Киев, 1975. – 245 с.
 6. Елгонов А.Н. Обоснование мероприятий по ремонту нежесткой дорожной одежды на основе оценки ее прочности и ровности: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11 / Елгонов Амангельды Нигметович – Москва, 1992. – 152 с.
 7. Слободчиков Ю. В. Обоснование оценочных показателей выбора ремонтной стратегии автомобильных дорог с нежесткими дорожными одеждами в изменяющихся условиях эксплуатации: дис. ... доктора техн. наук: 05.23.11 / Слободчиков Юрий Васильевич – Москва, 1995. – 333 с.
 8. Казарновский В.Д. К вопросу о методике расчета усиления дорожных одежд / В.Д. Казарновский, И.В. Лейтланд, М.Л. Попов // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2004. – № 1. – С. 33–34.
 9. Бусел А.В. Ремонт автомобильных дорог: Учеб. пособие / А.В. Бусел. – Минск: Арт. Дизайн, 2004. – 208 с.
 10. Иванов Н.Н. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд / Н. Н. Иванов. – М.: Транспорт, 1973. – 328 с.
 11. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу: ВБН В.2.3-218-186-2004. – [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2005. – 176 с. – (Відомчі Будівельні Норми).

УДК 624. 012:53.09

Кравченко А.М.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФРАГМЕНТА КОКСОВЫХ БАТАРЕЙ

Постановка проблемы

По материалам IV Европейского конгресса по коксохимическому и доменному производствам результаты исследования, выполненного Международным институтом черной металлургии, подтверждают, что в новом тысячелетии мировая потребность в коксе, возможно, превысит его производство [1]. Общемировой дефицит кокса теоретически может достичь 25 млн. т/год в начале тысячелетия и затем возрасти до 40 млн. т/год. Оценивая техническую базу коксохимического производства, отмечено, что средний возраст коксовых батарей в мире достиг 22 лет, при этом в странах ЕС он составляет 22 года, а в Северной Америке 28 лет, что соответствует максимальному эффективному сроку службы коксовых батарей. В этих условиях бережное использование имеющихся мощностей по производству кокса с целью продления срока их службы становится особенно важным. Все новые процессы, разрабатываемые в коксохимической от-

расли разных стран, требуют еще подтверждения своей технической и экономической зрелости.

Сложившаяся обстановка позволяет ставить новые задачи по совершенствованию конструктивных решений сооружений коксовых цехов. Одной из актуальных задач является разработка конструктивных решений строительных конструкций фундаментов коксовых батарей, подвергающихся воздействию технологических температур, без применения футеровки в боровах для отвода продуктов горения.

Цель и задачи исследования

Цель экспериментальных исследований - выявление особенностей работы фрагментов монолитных железобетонных фундаментов коксовых батарей с боковым подводом отопительного газа, подтверждения разработанной методики их расчета.

Задачами экспериментов являлись:

- разработка экспериментальной модели фрагмента фундамента коксовых батарей;

– исследование прочностных и деформационных характеристик примененного жаростойкого бетона.

Проведенное исследование распределения температуры в конструкциях фундаментов коксовых батарей с боковым подводом отопительного газа и воздуха в сечении фундамента коксовой батареи без футеровки и с футеровкой свидетельствуют о возможности, с теплотехнической точки зрения, применения жаростойкого бетона в боровах для отвода продуктов горения без применения футеровки. Моделирование напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций фундамента без футеровки, с футеровкой из шамотной кладки ($\lambda=0.6$ Вт/м·К) и с футеровкой из теплоизоляционного гипотетического материала ($\lambda=0.03$ Вт/м·К) подтверждают выводы теплотехнической части исследований о целесообразности применения жаростойкого бетона без футеровки.

Экспериментальная модель фрагмента коксовых батарей

Проведены лабораторные экспериментальные исследования двух фрагментов коксовых батарей в натуральную величину: фрагмента №1 в виде борова с футеровкой шамотным кирпичом, фрагмента №2 - без футеровки (рис.1). Высота фрагментов равнялась 2180 мм, ширина 2940 мм, толщина 250 мм; ширина колонн фрагмента №1 составляла 500 мм (250 мм из бетона и 250 мм из кирпича), высота сечения из железобетона в коньке арки составляла 250 мм, фрагмента №2 – 500 мм из бетона. Радиус арки у фрагмента №1 (с учетом футеровки) и у фрагмента №2 $R = 970$ мм. Бетон принят жаростойкий класса С25 по прочности на сжатие, класса 7 (700°С) по предельно допустимой температуре применения. Состав на 1 м³ бетонной смеси: портландцемент П/ц - 400-350 кг; тонкомолотая добавка из боя обыкновенного глиняного кирпича – 120 кг; заполнитель базальтовый: крупный – 950 кг, мелкий – 850 кг.

Армирование верхней части фрагмента №1 высотой 250 мм производилось стальным каркасом с верхней арматурой

2Ø16 А400, нижней 2Ø16 А400. Армирование боковых частей, прилегающих к наружным поверхностям, осуществлялось снизу на высоту 710 мм стальными каркасами с установкой по углам арматуры 4Ø16 А400 в пределах бетонного сечения размерами 250х250 мм. Внутренняя поверхность арки окаймлялась арматурной сеткой из 2Ø16 А400. Установлена также арматура раскрепления вутов – верхних угловых бетонных массивов 4Ø16 А400.

Армирование фрагмента №2 проведено аналогично, с той лишь разницей, что верхняя часть имела высоту 500 мм, а бетонное сечение нижней части составляло 500х250 мм.

Бетонирование проведено в горизонтальном положении, после которого в 7 сечениях расставлены 45 каналообразователи для дальнейшей зачеканки термопар. Изготовлены также кубы и призмы для определения физико-механических характеристик бетона.



Рис.1 Армирование: фрагмента №1- с футеровкой и №2 - без футеровки

Исследование прочностных и деформационных свойств жаростойкого бетона

Принят жаростойкий бетон класса 7 по предельно допустимой температуре применения (700°С). Класс бетона 7 выбран по СП 52-10-2009 ... 52-00-2011 [2-5]. Состав на 1 м³ бетонной смеси: портландцемент П / ц - 400-350 кг; тонкомолотая

БУДІВНИЦТВО

добавка из боя обыкновенного глиняного кирпича - 120 кг; заполнитель базальтовый: крупный - 950 кг, мелкий - 850 кг.

Проведено исследование прочностных и деформационных характеристик бетона. Стандарт ДСТУ Б Б.2.7-217[6] позволяет определить параметры диаграмм бетона при сжатии на восходящей ветви, то есть до относительных деформаций ε_{c1} , соответствующих максимальным напряжением $f_{c,m}$ на существующих гидравлических прессах. Исследования, проведенные в работах [7-9] показывают, что снижение коэффициентов прочности бетонов γ_{bt} и модуля упругости β_{bv} в нагретом состоянии не существенно отличаются от бетона после нагрева и охлаждения. Это позволяет провести исследования на предварительно нагретом и охлажденном бетоне с достаточной для практики точности.

Испытано 6 призм - по две для температур 20, 180 и 350°C. Характеристики и результаты испытаний показаны в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний

№ призм	Температура, °С	Сечение, мм	Высота, мм	База измерения, мм	Нагрузка, кг	Прочность, МПа
П1	20	100×102	300	140	24500	24,01
П2	20	100×103	300	140	22500	21,84
П3	185	100×99	297	150	17100	17,27
П4	185	100×99	302	150	20750	20,95
П5	350	100×102	295	150	11000	14,8
П6	350	100×9	297	150	16400	16,8

Призмы и кубы нагревались со скоростью 150°C / ч, выдерживались при заданной температуре 4 ч и охлаждались вместе с печью (рис.2).

После охлаждения призм и кубов проведены испытания по определению диаграмм напряжение-деформации в соответствии с ДСТУ [6] (рис.3) и прочности.

На рис.4 приведены восходящие ветви диаграмм « $\sigma_c - \varepsilon_c$ » при сжатии для температур 20, 185 и 350°C. Промежуточные значения могут быть получены путем интерполяции и экстраполяции, используя зависимость $\varepsilon_{c10}/\varepsilon_{c120}$ от температуры θ (рис.5). Модули упругости бетона определены из диаграмм (рис.4).



Рис.2. Нагрев образцов в электрических печах



Рис.3. Испытания прочности и деформационных характеристик бетона: и) общий вид призм и кубов из жаростойкого бетона, б) определение диаграммы « $\sigma_c - \varepsilon_c$ » бетона на призмах.

На 28 сутки твердения бетона фрагменты фундамента коксовых батарей перемещены в лабораторию кафедры железобетонных и каменных конструкций ХНУБА для проведения испытаний.

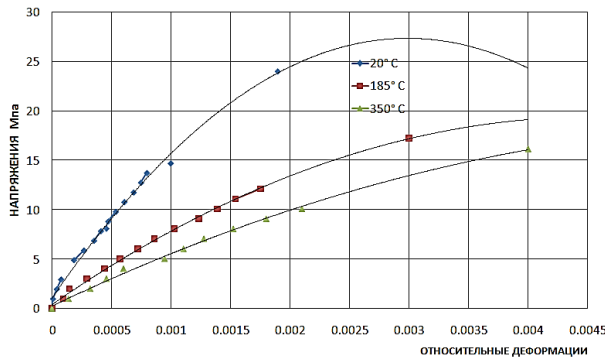


Рис. 4. Диаграммы « $\sigma_c - \epsilon_c$ » жаростойкого бетона при нагреве

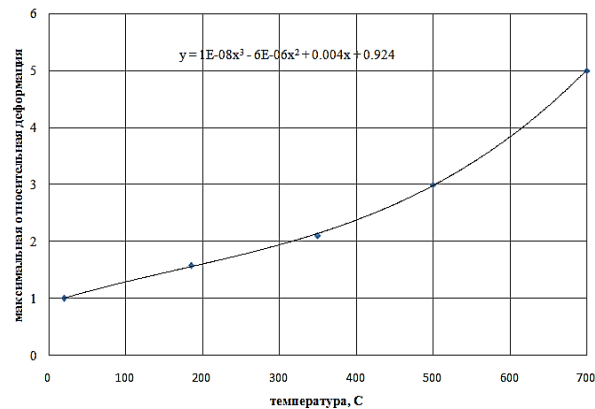


Рис.5. Зависимость относительных деформаций $\epsilon_{c1\theta}/\epsilon_{c120}$ от температуры θ

После разгрузки фрагментов фундаментов коксовых батарей образцы по очереди установлены на силовом полу установки для испытания. Для фрагмента №1 выполнена футеровка шамотным кирпичом, (рис.6).

Для испытания фрагмент помещают в П-образную силовую металлическую раму для создания вертикальной нагрузки (рис. 7).

Для создания двумерного температурного поля в нижней части проема борова размещается электрический нагреватель, до этого выполнены раздвижные рамы с теплоизолятором жаростойкими матами из минеральной ваты, которые при исследовании влияния нагрева или при совместном воздействии температуры и нагрузки, плотно придвигаются к задней и передней поверхностям образца, препятствуя образованию тепловых потоков по толщине образца (рис. 8).



Рис. 6. Футеровка модели фрагмента №1 фундамента коксовых батарей



Рис. 7. Силовая металлическая рама для создания вертикальной нагрузки



Рис. 8. Раздвижные рамы с теплоизолятором - матами из минеральной ваты для проведения испытаний при воздействии температуры

Выводы

1. Разработана методика проведения экспериментальных исследований железобетонных фрагментов фундаментов коксовых батарей с боковым подводом отопительного газа при статической нагрузке и нагреве.

2. Разработана и выполнена новая установка для проведения огневых испытаний, опытные образцы, моделирующие фрагменты фундамента в натуральную величину, которые позволят выявить

новые особенности работы железобетонных конструкций и усовершенствовать характер армирования, доказать целесообразность конструктивных решений фундаментов из жаростойкого бетона без футеровки бортов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Hoffherr K. State of the art in cokemaking and future development//4-th European Coke and Ironmaking Congress Proceedings. 2000. Paris, France. V.2. P. 686-692.
2. СП 52-110-2009 Бетонные и железобетонные конструкции, подвергающиеся технологическим повышенным и высоким температурам. Москва, 2009.
3. СП 27 13330.2011. Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур. Актуализированная редакция СНиП 2.03.04-84. Москва, 2011.-115 с.
4. СТО 36554501-006-2006 Правила по обеспечению огнестойкости и огнестойкости железобетонных конструкций ФГУП «НИЦ «Строительство» Москва 2006. – 81 с.
5. СП 52-00-2011 Бетонные и железобетонные конструкции, подвергающиеся технологическим температурным воздействиям. Актуализированная редакция СНиП 2.03.04-84 Москва, 2011.
6. ДСТУ Б Б.2.7-217:2009 Бетони. Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона.
7. Милованов А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций после пожара. Москва, 2005. – 121 с.
8. Милованов А.Ф. Железобетонные температуростойкие конструкции. Москва, 2005. - 234 с.
9. Ильин Н.А. Техническая экспертиза зданий, поврежденных пожаром. – М.: Стройиздат, 1983. – 200 с., ил.

УДК 69.002.5

Кугаєвська Т.С., Шутьгін В.В.,

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Сопов В.П.

Харківський національний університет будівництва і архітектури

ТЕПЛОВІ БАЛАНСИ КАМЕРИ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ БЕТОННИХ ВИРОБІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОТИ ГІДРАТАЦІЇ ЦЕМЕНТУ

Вступ. Застосування хімічних добавок - прискорювачів твердіння бетонних виробів дозволяє не тільки зменшити тривалість їх теплової обробки, а у деяких випадках відмовитися від використання теплоносія. Аналіз умов, за яких доцільно здійснювати теплову обробку бетонних виробів тільки з використанням теплоти, що виділяється при гідратації цементу, здійснюється на основі низки досліджень, серед яких – аналіз теплових балансів камери.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Теплові баланси камер для теплової обробки бетонних або залізобетонних виробів із використанням пари та інших теплоносіїв наведено, зокрема, в джерелах [1–5]. Дослідження процесів тепло-

і масообміну в цих виробках при теплово-логісній обробці відображено зокрема, в роботах [1,6–9].

Процеси тепло- і масообміну під час теплової обробки бетонних та залізобетонних виробів тільки з використанням внутрішнього джерела теплоти – екзотермічних реакцій гідратації цементу, мають певні відмінності порівняно з прискоренням твердіння цих виробів із застосуванням теплоносія.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. У статті [10] показано основні складові теплових балансів камери, в якій теплова обробка гідроізолюваних бетонних виробів здійснюється тільки з використанням теплоти, що виділяється при гідратації цементу. У цій статті аналізується можливість експериме-