

Для нахождения центра верхней части трубы устанавливают отъюстированный теодолит на станции 1 и наводят его визирную ось по очереди на боковые грани верха дымовой трубы, при каждом наведении снимают отсчёты по горизонтальному кругу теодолита. Затем по ним находят среднее арифметическое значение и устанавливают его на лимбе теодолита. Данное положение визирной оси теодолита будет соответствовать центру верхней части дымовой трубы. Затем это положение вертикально проектируют на основание фундамента дымовой трубы и отмечают его краской или мелом на фундаменте.

Аналогично находят центр нижней части дымовой трубы фундамента и отмечают центр нижней части трубы мелом. Измеряя рулеткой расстояние между центром нижней и верхней частей дымовой трубы, определяют линейную величину крена дымовой трубы. Затем переставляют теодолит на 90° и аналогично определяют величину крена со второй стоянки теодолита. Полное значение линейной и угловой величин крена дымовой трубы определяют по формулам, приведенным выше.

Определение крена высоких сооружений может быть разовым и систематическим. Целью разовых измерений является определение величины крена на момент наблюдения, которая используется для оценки состояния сооружения и составления заключения о возможности его эксплуатации.

Целью систематических наблюдений является определение величины крена и его изменения во времени. При организации систематических наблюдений точки установки теодолита или электронного тахеометра закрепляют на местности долговременными центрами и фиксируют ось сооружения двумя визирными марками для наблюдения за ней с каждой точки установки теодолита.

Для определения крена сооружения и его изменения во времени наблюдения выполняют периодически (по циклам), при этом обычно используют способ координат. В этом способе вокруг сооружения на расстоянии, равном полтора – два раза его высоты, закладывают не менее трёх опорных пунктов (стоянок теодолита или тахеометра) и определяют их координаты в условной системе. С этих пунктов через определенные промежутки времени (циклы) с помощью формул прямой угловой засечки определяют координаты оси сооружения в его нижнем и верхнем сечении. По разностям координат в двух циклах наблюдений находят составляющие крена Δx и Δy по осям координат и определяют линейную и угловую величины крена.

Точность определения линейной величины крена зависит от точности теодолита (тахеометра) и высоты сооружения H . В среднем допустимая величина крена при определении вертикальности для фабрично-заводских труб определяется по формуле

$$l = 0,002H.$$

Например, для дымовой трубы высотой $H = 20$ м линейная величина крена не должна превышать

$$l = 0,002 \cdot 2000 = 40 \text{ мм} = 4 \text{ см}.$$

Некоторые из приведенных геодезических методов определения крена инженерных сооружений были использованы авторами при наблюдениях за кренами дымовых труб на нескольких объектах хлебозаводов г. Гомеля и Гомельской области.

УДК 691.32:624.012.45/.46

НАЧАЛЬНАЯ КАРБОНИЗАЦИЯ БЕТОНОВ КЛАССОВ ПО ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ $C^{12}/_{15}-C^{50}/_{60}$ ДЛЯ ЖЕСТКИХ СМЕСЕЙ

*А. А. ВАСИЛЬЕВ, К. Э. АГЕЕВА, А. Ю. КРУПОДЕРОВ, В. Ю. СВЕРЖ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

На основании результатов исследования образцов бетонов классов по прочности на сжатие $C^{12}/_{15}-C^{50}/_{60}$ была получена зависимость начальной карбонизации бетона от количества использованного цемента $KC_0 = f(\Pi)$ [1]. Исследования проводились сразу после изготовления с применением ТВО на подвижных смесях марки по удобоукладываемости П1 (ОК = 4 см):

$$KC_0(l/t = 0) = (0,0077\Pi + 0,7932) + (1769\Pi + 409077)e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}. \quad (1)$$

Ввиду того что для производства железобетонных элементов (ЖБЭ) применяют жесткие смеси марок по удобоукладываемости (Ж1 (5–10 с) и Ж2 (11–20 с)), на основании зависимости (1) получили зависимости $KC_0 = f(\Pi_p)$ для жестких смесей с учетом расчетного содержания цемента Π_p (таблица 1).

Таблица 1 – Регрессионные зависимости начальной карбонизации $KC_0 = f(\Pi_p)$

Класс бетона по прочности на сжатие	Зависимость $KC_0 = f(\Pi_p)$	
	для смесей Ж1 (7 с)	для смесей Ж2 (15 с)
$C^{12}/_{15}$	$2,30 + 754110e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$2,23 + 739955e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{16}/_{20}$	$2,73 + 854966e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$2,65 + 835502e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{18}/_{22,5}$	$2,94 + 902740e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$2,86 + 883276e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{20}/_{25}$	$3,15 + 950513e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$3,05 + 9275116e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{22}/_{27,5}$	$3,35 + 996518e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$3,24 + 971746e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{25}/_{30}$	$3,54 + 1040753e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$3,42 + 1012442e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{28}/_{35}$	$4,01 + 1148686e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$3,85 + 1111529e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{30}/_{37}$	$4,18 + 1187613e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$4,02 + 1150456e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{32}/_{40}$	$4,46 + 1251311e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$4,27 + 12088466e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{35}/_{45}$	$4,90 + 1352167e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$4,70 + 1306163e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{40}/_{50}$	$5,33 + 11451254e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$5,11 + 1399941e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{45}/_{55}$	$5,74 + 1546801e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$5,50 + 1490180e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$
$C^{50}/_{60}$	$6,16 + 1642349e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$	$5,90 + 1582189e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}$

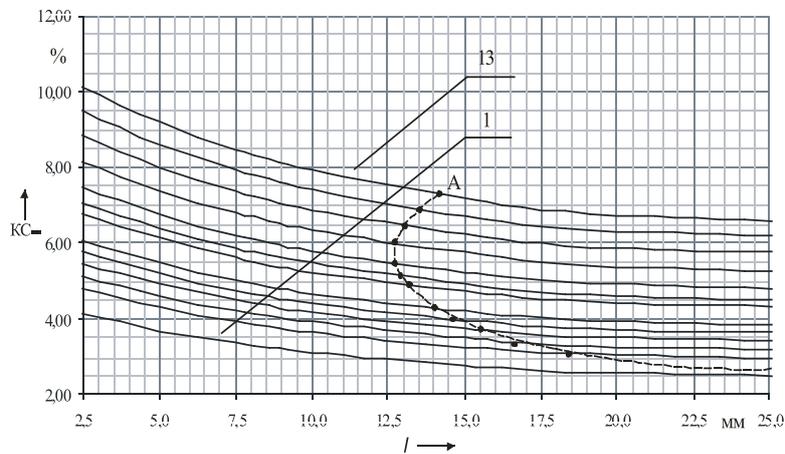
Полученные зависимости позволили оценить значимость начальной карбонизации для жестких смесей. С учетом того, что в обычном плотном бетоне, приготовленном на портландцементе, существует значительный запас $Ca(OH)_2$, до 10–15 % от массы цемента [2], рассчитаем значения карбонатной составляющей (KC_{10}) цементно-песчаной фракции бетона, приняв, что сразу после его изготовления в процессе гидратации образуется 10 % $Ca(OH)_2$ от массы цемента (таблица 2).

Таблица 2 – Значения KC_{10}

Класс бетона по прочности на сжатие	Значения KC_{10} , % для смесей		Класс бетона по прочности на сжатие	Значения KC_{10} , % для смесей		Класс бетона по прочности на сжатие	Значения KC_{10} , % для смесей	
	Ж1 (7 с)	Ж2 (15 с)		Ж1 (7 с)	Ж2 (15 с)		Ж1 (7 с)	Ж2 (15 с)
$C^{12}/_{15}$	2,381	2,284	$C^{25}/_{30}$	4,904	4,105	$C^{40}/_{50}$	6,901	6,242
$C^{16}/_{20}$	3,074	2,953	$C^{28}/_{35}$	5,128	4,704	$C^{45}/_{55}$	7,299	6,670
$C^{18}/_{22,5}$	3,706	3,275	$C^{30}/_{37}$	5,475	4,928	$C^{50}/_{60}$	4,904	7,068
$C^{20}/_{25}$	3,986	3,566	$C^{32}/_{40}$	5,994	5,258			
$C^{22}/_{27,5}$	4,271	3,847	$C^{35}/_{45}$	6,472	5,774			

Строим графически зависимости $KC_{10} = f(C, Ц_p)$ (рисунок 1). Выполняем (графически) анализ толщины карбонизированного бетона l_{TP} сразу после его изготовления (с применением ТВО), для чего, откладывая на графических зависимостях $KC_{10} = f(C, Ц_p)$ для каждого класса бетона по прочности на сжатие рассчитанные значения KC_{10} , проецируя их на ось абсцисс, получаем соответствующие им значения l_{TP} (см. рисунок 1). Линия «А» показывает зону полной карбонизации бетона (слева от линии «А»). В соответствии с ней сразу после изготовления бетонов (с применением ТВО) в верхних слоях бетон полностью карбонизирован и толщина прокарбонизированного бетона составляет от 13 до 42 мм.

а)



б)

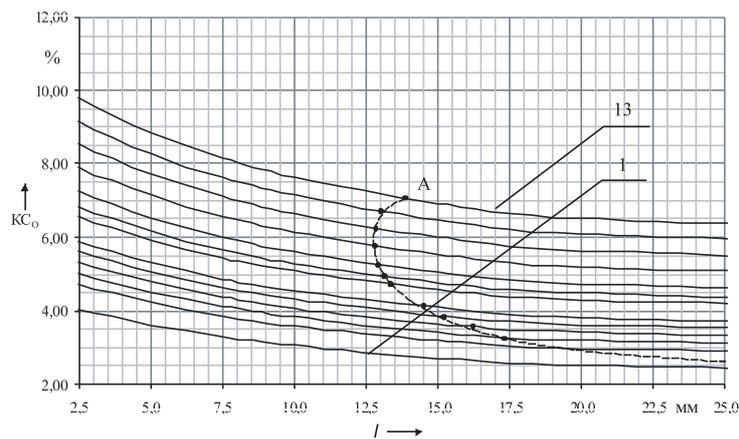


Рисунок 1 – Анализ распределения показателя KC_{10} по сечению образцов бетона составов:

а – Ж1 (7 с) и б – Ж2 (15 с) сразу после ТВО для классов бетона по прочности на сжатие:

1 – $C^{12}/_{15}$; 2 – $C^{16}/_{20}$; 3 – $C^{18}/_{22,5}$; 4 – $C^{20}/_{25}$; 5 – $C^{22}/_{27,5}$; 6 – $C^{25}/_{30}$; 7 – $C^{28}/_{35}$; 8 – $C^{30}/_{37}$; 9 – $C^{32}/_{40}$; 10 – $C^{35}/_{45}$; 11 – $C^{40}/_{50}$; 12 – $C^{45}/_{55}$; 13 – $C^{50}/_{60}$;
А – граница полной карбонизации для KC_{10}

Предложенная методика позволяет оценивать начальную карбонизацию бетона для любого проектируемого состава бетонной смеси, любого класса бетона по прочности на сжатие, а также любой марки по удобоукладываемости.

Проведенные исследования начальной карбонизации жестких смесей бетонов различных классов по прочности на сжатие (марки по удобоукладываемости Ж1 и Ж2) показали:

- на начальных этапах эксплуатации ЖБЭ, т. е. сразу после изготовления (с применением ТВО), значительная часть защитного слоя бетона полностью карбонизируется, при этом в бетонах класса по прочности на сжатие $C^{12}/_{15}$ и ниже полностью карбонизируется защитный слой;
- толщина карбонизированного слоя зависит от состава бетонной смеси (в первую очередь от количества использованного цемента).

Список литературы

- 1 **Васильев, А. А.** Прогнозирование фактической карбонизации с учетом технологических параметров бетона : монография / А. А. Васильев, А. М. Нияковский. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 206 с.
- 2 **Баженов, Ю. М.** Технология бетона / Ю. М. Баженов. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2002. – 499 с.

УДК 621.01.004.58

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А. А. ВАСИЛЬЕВ, М. И. ТКАЧЕВА, В. А. ДОЛЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Значение проблем технической диагностики строительных конструкций возрастает из года в год. Это объясняется рядом причин. Во-первых – значением обеспечения безопасности существующих зданий и сооружений. Данная проблема чрезвычайно многообразна. Наиболее ярко её значение для крупных инженерных сооружений (мосты, плотины, АЭС, торговые и развлекательные центры и т. п.), аварии которых могут привести к катастрофическим последствиям, включая массовые человеческие жертвы [1, 2].

Достаточно очевидно значение этой проблемы для промышленных, многоэтажных и общественных зданий, с одной стороны, количество которых растет из года в год во всех странах мира, с другой – значительная часть которых ежегодно перепрофилируется при реконструкции.

Во-вторых, практически во всех странах мира с каждым годом возрастает объем работ, связанный с реконструкцией зданий и сооружений. Непременные компоненты этих работ – проведение обследований с технической диагностикой строительных конструкций.

В-третьих, важнейшей задачей является объективное определение степени повреждения конструкций, пострадавших вследствие пожаров, взрывов, землетрясений и других неэксплуатационных воздействий.

Задачей технической диагностики железобетонных конструкций является определение таких качественных показателей, от которых максимально зависит эксплуатационная пригодность и долговечность конструкций. В первую очередь это относится к несущим конструкциям, для которых основные показатели качества – прочность, жесткость и трещиностойкость.

И если соответствие эксплуатируемых железобетонных конструкций требованиям жесткости и трещиностойкости при действующих на момент обследования нагрузках устанавливается прямым измерением, то более сложной задачей является оценка трещиностойкости и жесткости конструкций, имеющих дефекты и повреждения при изменяющихся во времени нагрузках. Еще более сложная задача – определение несущей способности эксплуатируемых железобетонных конструкций.

А самой важной и сложной задачей является прогнозирование несущей способности эксплуатируемых железобетонных конструкций для различных атмосферных сред.

Диагностика железобетонных конструкций – относительно молодая отрасль строительной науки. В связи с этим существует много вопросов, обязательных к разрешению. Три группы необходимых (первоочередных) исследований [1, 3]:

- разработка методов определения качественных признаков, от которых зависят прочность, жесткость и трещиностойкость эксплуатируемых конструкций;
- разработка методов поверочного расчета эксплуатируемых железобетонных конструкций;
- разработка методов расчета остаточного ресурса эксплуатируемых железобетонных конструкций.