

К. В. Микрюков, И. А. Абдуллин, П. В. Порхачев,
Р. Р. Кочкин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Ключевые слова: тепловые составы, разрушение, железо-бетонные конструкции.

Лабораторными испытаниями показано, что для оценки эффективности теплового метода разрушения железобетонных конструкций с использованием энергии пиротехнического состава целесообразно использовать снижение прочности на раскол.

Ключевые слова: thermal compositions, destruction, reinforced concrete structures.

Laboratory tests show that for assessment of efficiency of the thermal method of destruction of concrete structures using energy pyrotechnic composition is advisable to use a decrease of strength of the split.

Бетон и железобетон широко применяют во всех странах для возведения самых разнообразных объектов. В ближайшее время эти материалы останутся наиболее используемыми во всех областях строительства. Достаточно часто появляется необходимость демонтажа бетонных конструкций. На данный момент наиболее распространенным методом разрушения бетонных конструкций является дробление при помощи отбойных молотков и гидромолотов. Существуют также и альтернативные способы разрушения. Это подрыв заряда взрывчатого вещества, электроимпульсное разрушение, ударное разрушение и ряд других. Авторы для разрушения бетонных материалов предлагают использовать тепловые пиротехнические составы термитного типа [1]. Эти составы имеют широкую сырьевую базу, просты и безопасны в обращении, достаточно дешевы, что выдвигает тепловой способ разрушения бетонных материалов их из ряда других способов.

В предыдущих работах [2] методами физического и математического моделирования процессов взаимодействия высокоинтенсивных тепловых потоков с бетонными элементами установлено, что при критических градиентах температуры в опасном сечении после достижения критической температуры (для тяжелого бетона 600 °С) возникают сквозные трещины и объемное разрушение элемента конструкции. Для количественной характеристики явления возникновения и развития трещин предложен температурно-градиентный критерий:

$$\frac{|\text{grad}T|}{T_{\text{кр}}} = K \frac{\xi}{2\sqrt{a\tau}}$$

где $|\text{grad}T|$ – градиент температуры на подвижной границе ξ , на которой достигается значение критической температуры $T_{\text{кр}}$; K – константа; a – температуропроводность бетона; τ – огнестойкость.

В работе [1] показано, что прочность на сжатие модельных образцов бетона после воздействия тепловым пиротехническим составом

значительно снижается. При испытании мы решили использовать составы термитного типа, реализующие различные режимы подвода тепла. В качестве окислителя использовалась железная окалина, горючие – порошки магния, алюминия и сплава АМ (алюмино-магнийевый сплав), в качестве связующего использовали жидкое натриевое стекло (ЖНС).

Рецептура экспериментальных составов:

Состав №1 Fe_3O_4 - 74%, А1 - 21%, ЖНС - 5%;
Состав №2 Fe_3O_4 - 71%, Mg - 24%, ЖНС - 5%;
Состав №3 Fe_3O_4 - 71%, ПАМ- 5 %, Mg - 24%.

Для изучения прочностных характеристик были изготовлены образцы – кубы с размером ребра 100 мм (ГОСТ 10180-90 – Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам) во время заливки бетонной смесью, в центре куба делали сквозное отверстие диаметром 21 мм для размещения шашек.



а)



б)

Рис. 1 - Образец до (а) и после (б) испытаний

При воздействии составов, во всех случаях визуально наблюдалось появление магистральной трещины. Старт макротрещины, обусловленный хрупким зарождением разрушения в ее вершине, в общем случае не является «гарантом» глобального разрушения элемента конструкции.

Таблица 1 - Характеристика образцов при испытаниях на раскол

Условия испытаний	$G \pm \Delta$, МПа	Описание
Исходный образец без отверстия	10.7 ± 0.14	Образцы разрушились полностью
Исходный образец с отверстием, испытание на раскол	4.86 ± 0.14	Образцы раскололись на две части
Образец, прошедший испытания составом №1	1.41 ± 0.14	Образцы раскололись на две части
Образец, прошедший испытания составом №2	0.82 ± 0.14	Образцы разрушились полностью
Образец, прошедший испытания составом №3	0.19 ± 0.14	Образцы раскололись на две части

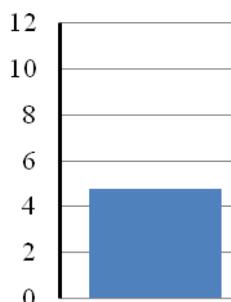


Рис. 2 - Пределы прочности исходных образцов (с отверстием и без) при испытании на раскол

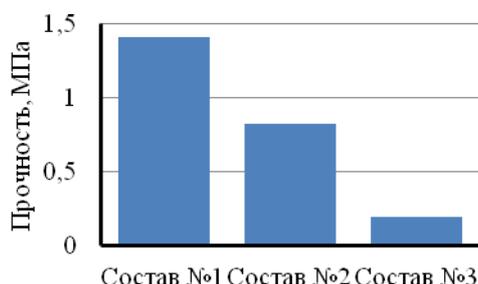


Рис. 3 - Пределы прочности образцов, прошедшие испытание ПС

После воздействия тепловым составом при испытаниях бетонных образцов прочность на раскол понизилась в 4-6 раз, потому что при воздействии высокоинтенсивных тепловых потоков в бетоне образуется система трещин. Визуально можно увидеть 2-3 магистральные трещины, что позволяет полностью разрушить конструкции при небольшом механическом воздействии.

По данным рисунка 3 можно отметить, что воздействие любым рассмотренным тепловым составом понижает прочность на раскол в несколько раз. Шлаки состава №1 были жидкими, и стекли на дно образца. Поэтому после сгорания пироэлементов дальнейший нагрев образца осуществлялся только в нижней части отверстия. Прочность бетонных кубиков на раскол снизилась в 2,5 раза. Шлаки состава №2 сохранили исходную форму пироэлемента и распределились по всему шпuru. Вследствие этого тепловой поток по высоте отверстия стабилизировался и прочность на раскол снизилась в 4 раза. Чтобы увеличить тепловой поток в составе №3 часть магнезия была заменена на более теплотворное горючее (сплав АМ), что привело к улучшению результата. Шлаки также сохранили форму исходного пироэлемента. Таким образом, наибольшее падение прочности получено на составе №3 – в 5 раз по сравнению с исходным.

Так как раскалывание бетона после высокотемпературного воздействия является основным показателем работоспособности теплового метода разрушения, то для сравнительной оценки эффективности различных пиротехнических композиций предлагается использовать снижение прочности на раскол.

Литература

1. *Абдуллин И.А., Микрюков К.В., Харитонова О.Ю.* Использование тепловых составов для разрушения железобетонных конструкций // Вестник Казанского технологического университета. - 2006. - № 6. - ч.2 - С. 156-163
2. *Еналеев Р.Ш., Теляков Э.Ш., Харитонова О.Ю., Тучкова О.А.* Разрушение элементов строительных конструкций при высокоинтенсивном нагреве // Современные проблемы химической и радиационной физики. – М., Черногловка: ОИХФ РАН – 2009. - С. 377-380.

© **К. В. Микрюков** – канд. техн. наук, доц. каф. технологии изделий из пиротехнических и композиционных материалов КНИТУ, начальник ЦУП КНИТУ, **И. А. Абдуллин** – д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии изделий из пиротехнических и композиционных материалов КНИТУ, проректор КНИТУ, ilnur@kstu.ru; **П. В. Порхачев** – начальник отдела ОАО «Чебоксарское производственное объединение им. В.И. Чапаева», **Р. Р. Кочкин** - магистр каф. технологии изделий из пиротехнических и композиционных материалов КНИТУ.