

УДК 693.542

Х.Г. Аканов

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева
г. Алматы, Республика Казахстан)

**М.Н. Мухтарова, А.З. Нурмуханова, А.К. Данлыбаева, А.К. Нурсейтова,
Б.О. Қонакбаев**

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби
г. Алматы, Республика Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ СОСТАВА БЕТОНА

Аннотация. Анализируется состав бетона и прежде всего вяжущего, на основе которого он изготовлен, приводится сам процесс проведения испытания и обработка результатов в частности коэффициент химической стойкости определяемый по изменению прочности образцов на растяжение при изгибе после каждого срока испытаний, а также приводится прогноз величины коэффициента химической стойкости по результатам испытаний.

Ключевые слова: бетон, инертные материалы, цемент, щебень, песок, прочность, образцы, состав бетона, методы испытания, изделия, железобетонные конструкции, испытательные машины, растяжение при изгибе, химическая стойкость бетона.

Для определения состава бетона и прежде всего вяжущего, на основе которого он изготовлен, широко применяют классические методы качественного и количественного анализа: комплексно-метрический, фотоколлометрический, полярографический, пламенно-фотометрический, люминесцентный и другие методы. Некоторые из них нашли отражение в действующих нормативных документах (ГОСТ 5382-73) [1].

Методами химического анализа, разработанными применительно к исследованию бетона и его составляющих, можно определить содержание окиси кальция CaO , окиси магния MgO , закиси железа FeO , окиси железа Fe_2O_3 , окиси алюминия Al_2O_3 , серного ангидрида SO_3 , сульфидной серы S , окисей натрия и калия $Na_2O + K_2O$, двуокиси титана TiO_2 , закиси марганца MnO , фосфорного ангидрида P_2O_5 , окиси хрома Cr_2O_3 , фтора F , хлора Cl , окиси бария BaO , двуокиси углерода CO_2 , и др.

Однако эти методы химического анализа не дают возможности полностью исследовать изучаемый бетон и прежде всего определить минерально-фазовый состав цементного камня и бетона, поэтому для определения состава бетона также применяют различные физические и физико-химические методы исследования [1, 2].

Метод испытаний основан на определении химической стойкости полимербетонов и полимерсиликатных бетонов по изменению массы и прочности образцов после выдержки в среде в течение контрольного периода времени. Лица, допущенные к проведению испытаний, должны пройти курс обучения и инструктаж по безопасности труда и правилам эксплуатации испытательных машин, приборов и оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004-79 [3]. Образцы для испытания изготавливают размерами 40 × 40 × 160 мм. Допускается при экспертной оценке химической стойкости эксплуатируемых изделий использовать образцы тех же размеров, выпиленные или выбуренные из конструкции. Для испытания изготавливают семь серий образцов из одной пробы бетона (одну серию для каждого срока испытания). Число образцов в серии должно быть не менее 3. Перед формованием образцов внутренняя поверхность форм должна быть покрыта разделительным слоем из парафина, масла или другого материала по ГОСТ 25246-82. Образцы необходимо формовать не позднее чем через 20 мин после приготовления смеси. Общее время формования должно составлять 10-15 мин и заканчиваться до начала схватывания. Образцы уплотняют на виброплощадках с частотой (2900 ± 100) колебаний в минуту и амплитудой $(0,5 \pm 0,05)$ мм в течение 1-2 мин. Образцы должны распалубиваться через 24 ч отверждения при температуре не ниже 18 °С.

Последующие условия твердения образцов до погружения в среду должны быть аналогичны твердению изделий из этого бетона с учетом требований ГОСТ 25246-82.

Аппараты, материалы и реактивы. При проведении испытаний применяют следующее оборудование и приборы: испытательная машина или пресс по ГОСТ 8905-82, весы технические по ГОСТ 24104-80, штангенциркуль по ГОСТ 166-80, металлические линейки по ГОСТ 427-75, формы для изготовления контрольных образцов по ГОСТ 310.4-81, лабораторная виброплощадка типа 435А, противни (эмалированные), щипцы, емкости для погружения образцов в среду, реактивы по ГОСТ 25246-82, терморегулирующее устройство (термометры электроконтактные по ГОСТ 9871-75) [3].

Материал форм должен быть инертным к составляющим смесей полимербетонов и полимерсиликатных бетонов. Емкости должны быть из материала стойкого к воздействию применяемых сред, плотно закрываться крышками и иметь размеры, позволяющие разместить необходимое количество испытываемых образцов. Реактивы для получения химически агрессивных сред и их концентрацию выбирают в соответствии с условиями эксплуатации конструкции. Перечень наиболее распространенных химически агрессивных сред приведен в ГОСТ 25246-82.

Подготовка к испытанию. Образцы должны иметь маркировку, в которой указывают номер серии и порядковый номер образца в серии. Маркировка должна сохраняться в течение всего процесса испытаний. На поверхности образцов не должно быть загрязнений, следов смазки и других веществ. Загрязнения должны удаляться с помощью наждачной бумаги или растворителями, не оказывающими отрицательного влияния на поверхность образцов. Образцы не должны иметь внешних дефектов в виде трещин, вздутий и раковин диаметром и глубиной более 4 мм. Плотность отдельных образцов одной серии не должна различаться более чем ± 1 %. При отклонении в больших пределах образцы отбраковывают. Плотность образцов должна определяться в соответствии с требованиями ГОСТ 12730.1-78 [3].

Проведение испытания. Перед погружением в среду измеряют размеры образцов всех серий металлической линейкой или штангенциркулем с погрешностью до 1 мм. Определяют массу образцов взвешиванием с погрешностью до 0,01 г. Образцы испытывают сериями: одну до погружения в среду, затем по одной серии после каждого срока. Образцы испытывают на растяжение при изгибе в соответствии с требованиями ГОСТ 310.4-81. Продолжительность выдерживания образцов в среде принимают равной 360 сут при промежуточных сроках 30, 60, 90, 180, 270 сут. Образцы для испытания помещают в емкость так, чтобы они не соприкасались друг с другом и со стенками емкости, заливают их заранее приготовленным раствором среды необходимой концентрации и температуры до полного погружения. Слой раствора над образцами должен быть не менее 2 - 3 см. Регулярно через 30 сут необходимо проверять концентрацию среды. В случае снижения концентрации более чем на 10 % от установленной, среду полностью заменяют. При истечении установленного срока нахождения в условиях воздействия среды образцы с помощью щипцов извлекают из емкости, устанавливают на противень, ополаскивают водопроводной водой, промокают фильтровальной бумагой или протирают тканью, затем измеряют, взвешивают и определяют прочность на растяжение при изгибе. Температура среды должна быть в пределах $(20 \pm 2) ^\circ \text{C}$. Испытания при повышенных температурах назначают в зависимости от условий эксплуатации конструкции, выбирая одну из величин следующего ряда температур: 40, 60, 80, 100 $^\circ \text{C}$. Емкости для проведения испытаний при повышенных температурах должны быть снабжены теплоизоляцией, теплоносителем и терморегулирующими устройствами, обеспечивающими поддержание заданного температурного режима в среде с погрешностью ± 2 $^\circ \text{C}$. Не допускается погружение в одну емкость образцов, изготовленных из химически стойких бетонов различных составов [3].

Обработка результатов. По результатам испытаний в пределах каждой серии находят среднеарифметическое значение показателей прочности образцов на растяжение при изгибе и их массы. Отбраковка аномальных результатов испытаний по прочности должна производиться по ГОСТ 10180-78. Химическую стойкость полимербетона и полимерсиликатного бетона оценивают путем сравнения фактического коэффициента химической стойкости $K_{х.с.}$, определяемого на серии образцов, выдержанных в среде в течение 360 сут, с требованиями ГОСТ 25246-82. Коэффициент химической стойкости $K_{х.с.}$ определяют по изменению прочности образцов на растяжение при изгибе после каждого срока испытаний по формуле

$$K_{x.c} = \frac{R_t}{R_0}, \quad (1)$$

где R_0 - предел прочности серии образцов на растяжение при изгибе, не погружавшихся в среду;

R_t - предел прочности серии образцов на растяжение при изгибе после выдержки в среде в течение времени t , сут.

Изменение массы образцов m после каждого срока испытания Δm в процентах вычисляют по формуле

$$\Delta m = \frac{m_1 - m}{m} * 100 \quad (2)$$

где m - масса серии образцов до погружения в среду, г;

m_1 - масса серии образцов после выдержки в среде, г.

Уменьшение массы образцов после выдержки в среде не должно превышать 1 %. При уменьшении массы образцов более чем на 1 % состав бетона относят к нестойким в данной среде независимо от результатов механических испытаний. Результаты полных и промежуточных испытаний заносят в журнал, который должен содержать: наименование испытываемого химически стойкого бетона, его состав, способ и режим изготовления образцов, наименование и температуру среды, срок выдерживания образцов в среде, массу образцов до и после выдерживания в среде и изменение массы в процентах, изменения поверхности образцов и внешнего вида в результате воздействия химической среды (наличие трещин, вздутий, раковин), прочность при изгибе до и после выдержки образцов в среде и их изменения (коэффициент химической стойкости), дату проведения испытаний (определение прочности на растяжение при изгибе и массы) [3].

Прогнозирование величины коэффициента химической стойкости по результатам испытаний

Исходя из конкретных условий эксплуатации конструкций рассчитывают экономически целесообразный срок их службы. Принимают, что под действием агрессивной среды в течение этого срока допустимое снижение химической стойкости бетона в конструкции должно соответствовать величине C . Для принятого периода эксплуатации химическая стойкость конструкции обеспечивается при условии [3]

$$K_{x.c} * 1 - C, \quad (3)$$

где $K_{x.c}$ - коэффициент химической стойкости, вычисленный путем потенцирования величины, полученной по формуле (3).

Для прогнозирования величины коэффициента химической стойкости $K_{x.c}$ в течение принятого срока эксплуатации используют зависимость (при $t \geq 30$ сут)

$$\lg K_{x.c} = a + b \lg t, \quad (4)$$

где $\lg K_{x.c}$ и $\lg t$ - логарифмы коэффициента химической стойкости и принятого срока эксплуатации [3];

a и b - постоянные для данного вида полимербетона и данной среды коэффициенты.

Коэффициенты a и b уравнения (5, 6) рассчитывают по результатам испытаний по следующим формулам:

$$a = \lg \bar{K}_{x.c} - b \lg \bar{\tau} \quad (5)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (\lg \bar{K}_{x.c} - \lg K_{x.c})(\lg \bar{\tau} - \lg \tau_1)}{\sum_{i=1}^n (\lg \bar{\tau} - \lg \tau_1)^2} \quad (6)$$

где $\lg \bar{K}_{x.c} = \frac{\sum_{i=1}^n \lg K_{x.ci}}{n}$ - средние значения логарифма коэффициента химической стойкости;

$\lg \bar{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^n \lg \tau_i}{n}$ - средние значения логарифма времени испытаний;

где $\lg K_{x.ci}$ и $\lg t_i$ - соответственно логарифмы коэффициентов химической стойкости и времени испытаний в 1-й серии образцов.

n - число серий образцов, испытанных в промежуточные сроки.

Пример прогнозирования величины коэффициента химической стойкости по результатам годовых испытаний. При испытаниях аглопоритополимербетона ФАМ в 10 %-ной серной кислоте были получены следующие средние величины коэффициентов химической стойкости в принятые сроки испытаний, указанные в таблице-1.

Таблица 1. Средние величины коэффициентов химической стойкости в принятые сроки

| | | | | | | |
|--|------|-----|------|------|------|------|
| Срок испытания t_i , сут | 30 | 60 | 90 | 180 | 270 | 360 |
| Коэффициент химической стойкости $K_{x.c}$ | 0,85 | 0,8 | 0,78 | 0,72 | 0,69 | 0,68 |

Таким образом расчет показывает, что для принятого периода эксплуатации коэффициент химической стойкости полимербетонных конструкций выше минимально допустимого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лещинский М.Ю. Испытание бетона: Справ. пособие. - М.: Стройиздат, 1980.-360 с.
2. ГОСТ 25246-82 Бетоны химически стойкие. Технические условия.
3. ГОСТ 25881-83 Бетоны химически стойкие. Методы испытаний.

REFERENCES

1. Leszczynski M. Testing of concrete: Ref. the manual. - M: stroiizdat, 1980.-360 C.
2. GOST 25246-82 Concrete chemical resistant. Technical conditions.
3. GOST 25881-83 Concrete chemically resistant. Test methods.

Аканов Х.Г., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Данлыбаева А.К., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О.

Бетон құрамының физико-химиялық әдістерін зерттеу

Аннотация. Осы мақалада бетон құрамы және ең алдымен негізінде жасалынған байланыстырғыштардың құрамы талданады, әр сынау мерзімінен кейін майысқан кезде созылуға үлгілердің беріктілігін өзгерту бойынша анықталатын химиялық орнықтылық коэффициент нәтижесін өңдеу және сынау жүргізу процесі келтірілген, сонымен қатар сынау нәтижесі бойынша химиялық орнықтылық коэффициент шамаларының болжамдары келтірілген.

Түйінді сөздер: бетон, инертті материалдар, цемент, шағыл, құм, беріктілік, үлгілер, бетон құрамы, сынау әдістері, бұйым, темірбетонды құрылымдар, сынау машиналары, майысқандағы созылу, бетонның химиялық орнықтылығы.

Akanov H.G., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Danlybaeva A.K., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.

Investigation of physical-chemical methods of concrete structure

Abstract. This article analyzes the structure of concrete and first of all binder on the basis of which it is made, is the process of testing and processing of results in particular the chemical resistance coefficient determined by the change in the strength of the samples on Flexural after each period of trials, as well as the forecast values of the coefficient chemical resistance test results.

Keywords. concrete, aggregates, cement, rubble, sand, strength, samples, the structure of concrete, test methods, products, reinforced concrete construction, testing machine, tensile bending, chemical resistance of concrete.



Поиск

Посмотреть номер

Номер журнала: №4 (110)

Дата публикации: 2015-08-19

Количество статей: 126

СПИСОК СТАТЕЙ

Установление рациональной номенклатуры контролируемых параметров втулок

Автор: Жетесова Г.С., Жаркевич О.М., Утепова Г.А., Плешакова Е.А.

[Скачать](#)

Захоронение отходов производства в недрах

Автор: Ыбырайымқұл С.С., Керейбаева Г.Х., Аденова Д., Наврузова А.

[Скачать](#)

Новые перспективы развития процесса обогащения полиметаллических руд двойной упорности

Автор: Алимжанова А.М., Ешмолдаева А.Б., Айменова Ж.А., Баудагулова Г.Т., Козлов В.А.

[Скачать](#)

Эффективность исследования гидродинамики массообменной тарелки с закрученным газовым потоком

ОНЛАЙН ЖУРНАЛ



[Open publication - Free publishing](#)

[Скачать](#)

LEARNING MANAGEMENT SYSTEM