

Building Materials and Structures Production, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: vladim-bel@yandex.ru  
*ALI Rushdi Ahmed Ali* – Candidate of Technical Sciences, Researcher of Chair of Building Materials and Structures Production, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: rushdiahmad@mail.ru

#### CITATION FOR AN ARTICLE

Belov V.V., Ali R.A. Non-autoclave gas concrete with filled cement matrix // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2022. No. 2 (14), pp. 5–15.

УДК 691.327

### АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ БЕТОНА

*С.Н. Маклакова, М.А. Галкина, В.Н. Бровкин*

*ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»  
(п. Каравеево, Костромская область)*

© Маклакова С.Н., Галкина М.А.,  
Бровкин В.Н., 2022

**Аннотация.** В настоящее время бетон является одним из основных материалов для производства конструкций при строительстве зданий и сооружений. Однако прочность конструкций напрямую зависит от прочностных и деформативных характеристик этого материала. В статье даны рекомендации по отбору образцов, крупности заполнителя и проведению испытаний бетонных образцов на сжатие.

**Ключевые слова:** бетонные и железобетонные конструкции, исследования, деформативность.

**DOI: 10.46573/2658-7459-2022-2-15-20**

Согласно данным различных экспертов, наибольшее значение имеют бетонные и железобетонные конструкции, так как многие строительные элементы (балки, фермы, плиты, панели) изготовлены из бетона и железобетона, являющихся наиболее универсальными и экономически выгодными материалами. Поэтому проектированию, изготовлению и эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций посвящено наибольшее число исследований. В железобетонных (как и, естественно, в бетонных) конструкциях наименее прочным материалом является бетон. Так как бетон плохо сопротивляется растягивающим напряжениям и положительным линейным деформациям, т.е. по определению является хрупким материалом, то его прочностные и деформативные характеристики чаще всего определяются при помощи метода испытаний на сжатие. Однако этому методу присущ ряд недостатков, основным из которых можно считать

наличие сил трения на контактных поверхностях «образец – плита испытательной машины». Этот недостаток, как было установлено различными исследователями, оказывает существенное влияние на количественные значения характеристик прочности, так как ставит под вопрос соответствие условий испытания условиям работы бетона в конструкции. В настоящее время этой проблеме, на наш взгляд, не уделяется достаточного внимания, хотя указанный фактор, безусловно, играет значимую роль. Рассмотрению данного вопроса и посвящена статья.

Для подробного изучения проблемы нужно в первую очередь рассмотреть руководящие и нормативные документы, поскольку в практике проектирования и эксплуатации следует опираться в основном на них. Стандартом [1] предусмотрены контрольные проверки для трех видов нормируемой прочности:

прочность в проектном возрасте;

отпускная и передаточная прочность (для ненапрягаемых и напрягаемых железобетонных элементов и конструкций);

прочность в так называемом промежуточном возрасте (при снятии несущей опалубки, предварительном нагружении конструкций).

По каждому из обусловленных видов нормируемой прочности выполняют контрольные испытания по следующим вариантам:

1) расчет характеристик однородности бетона по 30 результатам испытаний на прочность с использованием экспериментальных данных по предыдущим партиям образцов;

2) расчет характеристик прочности бетона по 15 результатам испытаний на прочность с использованием экспериментальных данных по предыдущим партиям образцов;

3) расчет характеристик однородности бетона по прочности с использованием результатов неразрушающего контроля прочности в одной партии продукции;

4) без определения характеристик прочности бетона, когда не имеется возможности использовать первый или второй вариант испытаний.

Конкретные типоразмеры конструкций и элементов для выбора вариантов испытаний приведены в соответствующих нормативных документах.

В качестве критериев оценки однородности бетона по прочности рекомендовано вычислять коэффициенты вариации следующих видов:

средний коэффициент вариации ( $V_m$ ) при контроле по первому варианту;

скользящий коэффициент вариации ( $V_c$ ) при контроле по второму варианту;

текущий коэффициент вариации ( $V_T$ ) при контроле по третьему варианту.

В любом случае коэффициент вариации определяют по формуле

$$\bar{V}_m = (S_m / R_m) * 100,$$

где  $R_m$  – фактическая прочность бетона в партии, МПа, рассчитываемая по уравнению

$$R_m = \sum R_i / n,$$

где  $R_i$  – единичные значения прочности бетона, определяемые согласно [2];

$n$  – общее число единичных значений прочности бетона;

Величину  $S_m$  (среднеквадратическое отклонение прочности бетона в партии, МПа) находят из выражения

$$S_m = \sqrt{\sum (R_i - R_m)^2 / n - 1}.$$

По значению коэффициента вариации рекомендовано рассчитывать число образцов, которое используют при определении проектных значений классов бетона по прочности на сжатие [2] (табл. 1).

Таблица 1

Число образцов в серии

Внутрисерийный коэффициент вариации $V_m$ , %	5 и менее	Более 5 и до 8 включительно	Более 8
Требуемое число образцов в серии, шт., не менее	2	3–4	6

Если внутрисерийный коэффициент вариации по прочности на сжатие бетона достигает 8 %, необходимо провести внеочередную аттестацию испытательной лаборатории. Так как однородность состава бетонной смеси существенно влияет на прочностные характеристики получаемого материала, то, во-первых, нормативные требования устанавливают для смеси одного номинального состава, а во-вторых, формирование образцов следует производить за один производственный цикл, продолжительность которого составляет не менее одной смены для сборных и не менее суток для монолитных конструкций.

Объединение образцов бетона одного и того же класса по прочности на сжатие в одну испытательную партию допускается в следующих случаях:

- 1) наибольший коэффициент вариации по прочности бетона объединительной партии не превышает 13 %;
- 2) отклонение между максимальным и минимальным значениями вариации объединительной партии не превышает 2 %;
- 3) крупность заполнителя в объединительной партии отличается не более чем в два раза;
- 4) расход цемента в различных партиях варьируется не более чем на 10 % от среднего арифметического значения.

Серию контрольных образцов при определении прочности бетона в сборных конструкциях рекомендуется изготавливать не менее чем из двух проб, отбираемых от одной партии в неделю, при классах бетонов не выше В30 или четырех проб, отбираемых от двух партий в неделю, при классах прочности бетонов на сжатие В35 и выше.

Следует отметить также требования к условиям твердения бетонных образцов для испытаний на сжатие. Образцы должны твердеть в одинаковых с конструкциями условиях до момента определения отпускной или передаточной прочности. Для определения прочности образцов в проектном состоянии их твердение должно происходить в нормальных условиях (при температуре  $20 \pm 5$  °С и относительной влажности  $95 \pm 5$  %). При производстве монолитных бетонных конструкций контрольные образцы следует изготавливать на строительной площадке в условиях, установленных проектом производства работ или технологическим регламентом на производство.

Особо следует отметить испытания по определению прочности бетонных образцов неразрушающими методами. Согласно стандарту [3], установлены методы определения механической прочности на сжатие для бетонов с использованием эффекта упругого отскока, ударного импульса, пластической остаточной деформации и других способов

неразрушающего контроля. Эти методы применяют для определения механических характеристик прочности в проектном возрасте бетона, а также при обследовании конструкций.

Вышеперечисленные методы основаны на некоторых косвенных характеристиках прочности бетона. Метод упругого отскока основан на эффекте зависимости прочности бетона от величины упругого отскока удаляемого бойка от поверхности испытываемой конструкции. В методе ударного импульса используется связь прочности бетона с величиной энергии удара. В методе классической деформации используется зависимость величины пластического отпечатка на поверхности бетонной конструкции от геометрических параметров отпечатка.

Существуют и другие методы неразрушающего контроля, основанные на более сложных физических эффектах (например, метод ультразвукового контроля). При применении всех перечисленных косвенных методов необходимо предварительно получить так называемые градуировочные зависимости. Следует учитывать, что их получают экспериментальным путем с использованием результатов по прочности на сжатие бетонов различных классов, что отражено в руководящих и нормативных материалах. В частности, в ГОСТ 22690-2015 рекомендуется выбирать метод испытания с использованием данных, приведенных в табл. 2.

Таблица 2

## Характеристики прочности бетона

Метод испытания	Предельное значение, МПа
Упругий отскок	5–50
Ударный импульс	5–150
Пластическая деформация	5–50

При определении прочности тяжелых бетонов (класса В60 и выше) следует учитывать особые условия, установленные стандартом [4]. Существуют и особые правила для построения и применения градуировочных зависимостей. Термодинамические условия (температура, давление) также должны быть соответствующими как при построении градуировочных зависимостей, так и непосредственно при испытании на прочность бетона в конструкции.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. ГОСТ 18105-2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. М.: Стандартинформ. 2013. 24 с.
2. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. М.: Стандартинформ. 2013. 30 с.
3. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. М.: Стандартинформ. 2010. 38 с.
4. ГОСТ 31914-2012. Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. М.: Стандартинформ. 2014. 22 с.
5. ГОСТ 17624-2012. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности. М.: Стандартинформ. 2014. 42 с.

6. Александров В.М., Чеванов М.Н. Введение в механику контактных взаимодействий. М.: Наука. 2007. 114 с.
7. Айзикович С.М. Контактные задачи теории упругости для неоднородных сред. М.: Физматгиз. 2006. 240 с.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

*МАКЛАКОВА Светлана Николаевна* – старший преподаватель кафедры строительных конструкций, ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА», 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, Караваевская с/а, Учебный городок, д. 34. E-mail: aviapetra@mail.ru

*ГАЛКИНА Марина Александровна* – старший преподаватель кафедры строительных конструкций, ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА», 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, Караваевская с/а, Учебный городок, д. 34. E-mail: aviapetra@mail.ru

*БРОВКИН Виктор Николаевич* – аспирант, ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА», 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, Караваевская с/а, Учебный городок, д. 34.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Маклакова С.Н., Галкина М.А., Бровкин В.Н. Анализ методов испытаний образцов строительных материалов из бетона // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2022. № 2 (14). С. 15–20.

---

#### ANALYSIS OF TEST METHODS FOR SAMPLES OF BUILDING MATERIALS FROM CONCRETE

*S.N. Maklakova, M.A. Galkina, V.N. Brovkin*  
*Kostroma State Agricultural Academy*  
*(Karavajevo, Kostroma region)*

**Abstract.** Currently, concrete is one of the main materials for the production of structures in the construction of buildings and structures. However, the strength of structures directly depends on the strength and deformation characteristics of this material. The article gives recommendations on sampling, aggregate size and compression testing of concrete specimens.

**Keywords:** concrete and reinforced concrete structures, research, deformability.

#### REFERENCES

1. GOST 18105-2010. Concrete. Strength Control and Evaluation Rules. M.: Standartinform. 2013. 24 p. (In Russian).
2. GOST 10180-2012. Concrete. Methods for determining strength from control samples. M.: Standartinform. 2013. 30 p. (In Russian).
3. GOST 22690-2015. Concrete. Determination of strength by mechanical methods of NDT. M.: Standartinform. 2010. 38 p. (In Russian).

4. GOST 31914-2012. High-strength heavy and fine-grained concretes for monolithic structures. M.: Standartinform. 2014. 22 p. (In Russian).
5. GOST 17624-2012. Concrete. Ultrasonic method of strength determination. M.: Standartinform. 2014. 42 p. (In Russian).
6. Aleksandrov V.M., Chevanov M.N. Vvedenie v mekhaniku kontaknykh vzaimodejstvij [Introduction to Contact Mechanics]. M.: Nauka. 2007. 114 p.
7. Ajzikovich S.M. Kontaknyye zadachi teorii uprugosti dlya neodnorodnykh sredh [Contact problems of the theory of elasticity for heterogeneous media]. M.: Fizmatgiz. 2006. 240 p.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*MAKLAKOVA Svetlana Nikolaevna* – Senior Lecturer of the Department of Building Structures, Kostroma State Agricultural Academy, 34, Karavajevo, Kostroma region, 156530, Russia.  
E-mail: aviapetra@mail.ru

*GALKINA Marina Aleksandrovna* – Senior Lecturer of the Department of Building Structures, Kostroma State Agricultural Academy, 34, Karavajevo, Kostroma region, 156530, Russia.  
E-mail: aviapetra@mail.ru

*BROVKIN Victor Nikolaevich* – Graduate Student, Kostroma State Agricultural Academy, 34, Karavajevo, Kostroma region, 156530, Russia.

#### CITATION FOR AN ARTICLE

Maklakova S.N., Galkina M.A., Brovkin V.N. Analysis of test methods for samples of building materials from concrete // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2022. No. 2 (14), pp. 15–20.

УДК 624.21.033.6:624.131.2

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА АЭРОДРОМНЫХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

*В.И. Трофимов, В.И. Гультияев*

*Тверской государственный технический университет (г. Тверь)*

© Трофимов В.И., Гультияев В.И., 2022

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности возведения аэродромного комплекса в районах Крайнего Севера, когда необходимо учитывать суровые природно-климатические условия строительства, вечномерзлое состояние грунтов и высокую себестоимость работ. Показано, что кроме учета особенностей грунтовых условий, влияющих на устойчивость дорожного и аэродромного полотна, необходимо совершенствовать конструкцию последнего, особенно при использовании высокольдистых грунтов, повсеместно распространенных в этих районах. Затрагиваются вопросы совершенствования технологии строительства аэродромного комплекса в сложных инженерно-геологических условиях Арктической зоны. Предложена новая оригинальная конструкция наземного аэродромного комплекса повышенной устойчивости, позволяющая исключить