

Беленцов Ю. А., д-р техн. наук, проф.,
Рощупкин А. А., аспирант

Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I

ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ВАРИАЦИИ ПРИ ПРИЕМКЕ БЕТОНА МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

TurichArt@yandex.ru

В настоящее время приемка монолитных конструкций должна проводиться по результатам сплошного контроля прочности неразрушающими методами с учетом коэффициента вариации по прочности. В настоящей статье рассмотрена необходимость учета коэффициента вариации при определении прочности бетона монолитных конструкций и предложено проводить приемку бетона конструкций по минимальной прочности.

Ключевые слова: прочность бетона, коэффициент вариации прочности бетона, требуемая прочность бетона, приемка монолитных конструкций.

Оценка прочности на данный момент в соответствии с ГОСТ 18105 [1] осуществляется с учетом коэффициента вариации прочности каждой партии бетона. При проведении контроля прочности бетона на объектах г. Санкт-Петербург часто возникают спорные вопросы относительно приемки монолитных железобетонных конструкций, имеющих высокий коэффициент вариации прочности бетона. Возникает вопрос о том, насколько важным показателем является данный коэффициент при определении надежности конструкций.

В условиях современной реальности при

контроле прочности бетона бывает тяжело определить границы партий, особенно, если речь идет об обследовании объектов прошлых лет. Зачастую при строительстве используется бетон, поставляемый различными заводами-изготовителями. В таких случаях весь Объект объединяют в единую партию и производят оценку прочности по действующим нормам, но это увеличивает коэффициент вариации, что в свою очередь увеличивает требуемую прочность бетона и, соответственно, ужесточает требования к приемке данных конструкций.

Таблица 1

Данные результатов определения прочности бетона

№ объекта	Среднее значение прочности бетона на сжатие, определенной ультразвуковым методом, МПа	Минимально значение прочности бетона на сжатие, определенной ультразвуковым методом, МПа	Коэффициент вариации прочности бетона на сжатие, определенной ультразвуковым методом, %	Среднее значение прочности бетона на сжатие, определенной методом «отрыв со скалыванием», МПа	Минимальное значение прочности бетона на сжатие, определенной методом «отрыв со скалыванием», МПа	Коэффициент вариации прочности бетона на сжатие, определенной методом «отрыв со скалыванием», МПа	Коэффициент корреляции между значениями прочности бетона, определенной ультразвуковым методом и методом «отрыв со скалыванием»
1	38,4	36,8	2,1	37,9	35,7	3,3	0,621
2	30,9	23,6	15,9	31,2	23,4	19,3	0,848
3	33,2	20,5	23,8	35,6	22,8	18,1	0,803
4	28,6	22,4	9,8	28,7	19,4	15,4	0,773
5	35,8	29,4	16,2	35,0	28,7	16,5	0,979
6	36,4	26,8	11,4	36,3	27,2	13,0	0,812
7	38,6	32,3	11,0	37,9	31,7	11,8	0,926
8	39,8	32,7	11,2	39,1	31,5	11,3	0,958
9	42,5	35,9	9,7	42,2	33,2	13,3	0,810
10	41,9	32,2	11,8	42,7	34,2	12,6	0,745
11	32,1	19,6	11,6	32,9	18,8	16,2	0,843
12	30,7	18,0	19,9	30,8	20,4	20,1	0,982
13	33,7	30,0	4,7	33,3	30,3	7,0	0,659
14	34,2	27,7	9,1	34,2	25,5	10,1	0,906
15	32,8	28,5	7,3	32,3	29,6	5,5	0,761

Для определения коэффициента вариации прочности бетона железобетонных монолитных конструкций проведены испытания методом «отрыв со скалыванием» (Фото 1) и ультразвуковым методом (Фото 2) на 15 объектах г. Санкт-Петербург. Проверенные конструкции изготовлены из бетона класса В25 по прочности

на сжатие, поставляемого различными бетонно-растворными заводами или узлами. Для каждого объекта определена минимальная прочность, вычислены средняя прочность, коэффициент вариации по обоим методам, а также коэффициент корреляции между методами. Данные представлены в таблице 1.



Фото 1. Испытание монолитной плиты перекрытия метом «отрыв со скалыванием» прибором ОНИКС-ОС



Фото 2. Испытание монолитной плиты перекрытия ультразвуковым методом прибором Пульсар-2М

Из таблицы 1 видно, что коэффициент вариации прочности бетона на сжатие на трех объектах на основе ультразвуковых измерений и на пяти на основе метода «отрыв со скалыванием» превышает допустимые значения. При этом минимальное значение менее 25 МПа встречается у объектов с допустимым коэффициентом вариации (объект №4), а минимальное значение более 25 МПа – у объектов с недопустимым коэффициентом вариации (объект №5).

Следует понимать, что коэффициент вариации увеличивается в связи с разбросом значений не только в меньшую, но и в большую сторону. Поэтому при приемке конструкций с высоким коэффициентом вариации по прочности и достаточной средней прочностью конструкций необходимо оценивать минимальное единичное значение прочности. Если это значение будет не

ниже минимальной требуемой прочности, то партия конструкций должна подлежать приемке без дополнительных расчетов и мероприятий по усилению.

Возможны следующие причины высокого коэффициента вариации прочности бетона: различные поставщики бетона, различные условия твердения, различное уплотнение смеси, погрешность при измерении прочности (погрешность метода измерений, погрешность средства измерений, погрешность из-за погодных условий, человеческий фактор и т.п.).

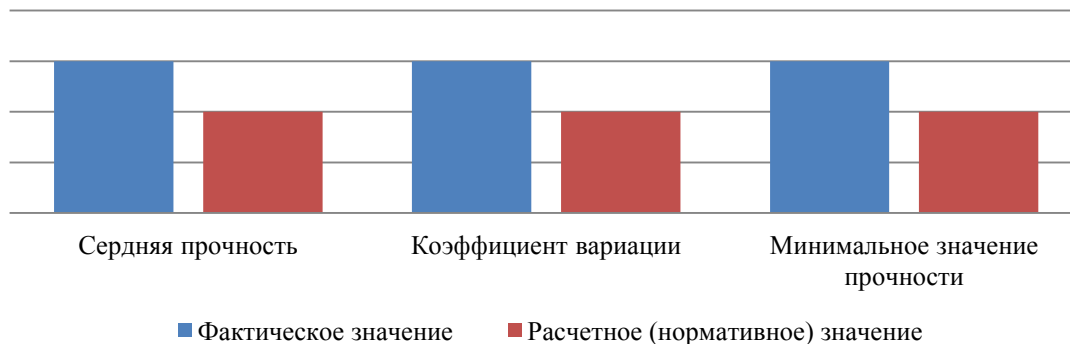
В связи с высокой неопределенностью результатов измерений, которую демонстрирует низкий коэффициент корреляции на некоторых объектах в таблице 1, необходимо закладывать коэффициент запаса в зависимости от применяемого метода при определении прочности.

При оценке надежности партии конструкций необходимо рассматривать несколько сценариев по трем показателям: средняя прочность (R_m), коэффициент вариации прочности (V_m) и минимальное единичное значение прочности (R_{min}). Для реальной оценки надежности необхо-

димо каждое из этих значений сравнивать с расчетными и нормативными данными (R_T, V_{norm}). При сравнении с расчетными и нормативными значениями возможны следующие шесть сценариев:

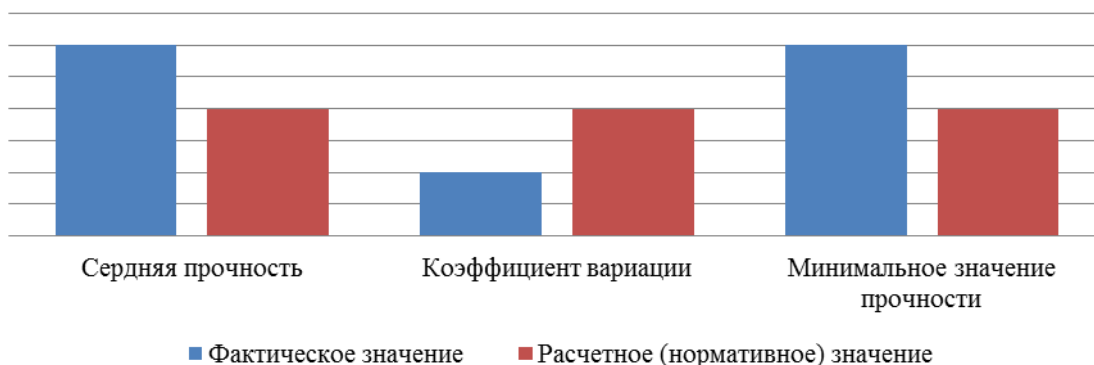
Сценарий 1

$$R_m \geq R_T; V_m \geq V_{norm}; R_{min} \geq R_T$$



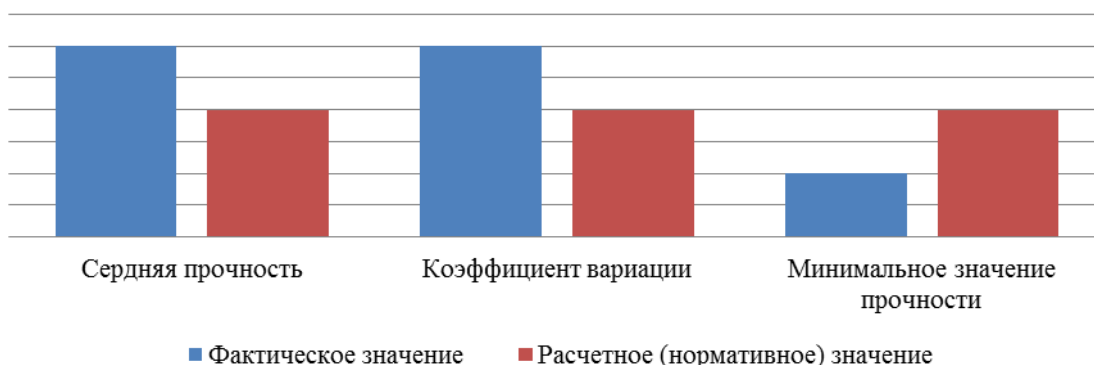
Сценарий 2

$$R_m \geq R_T; V_m \leq V_{norm}; R_{min} \geq R_T$$



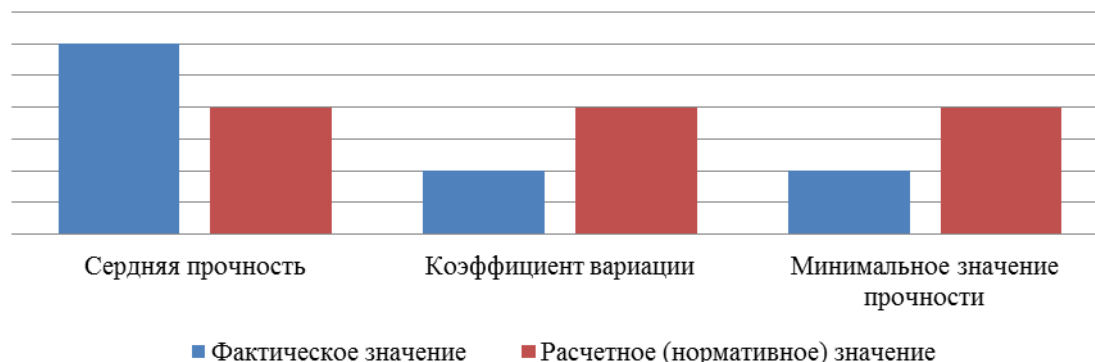
Сценарий 3

$$R_m \geq R_T; V_m \geq V_{norm}; R_{min} \leq R_T$$



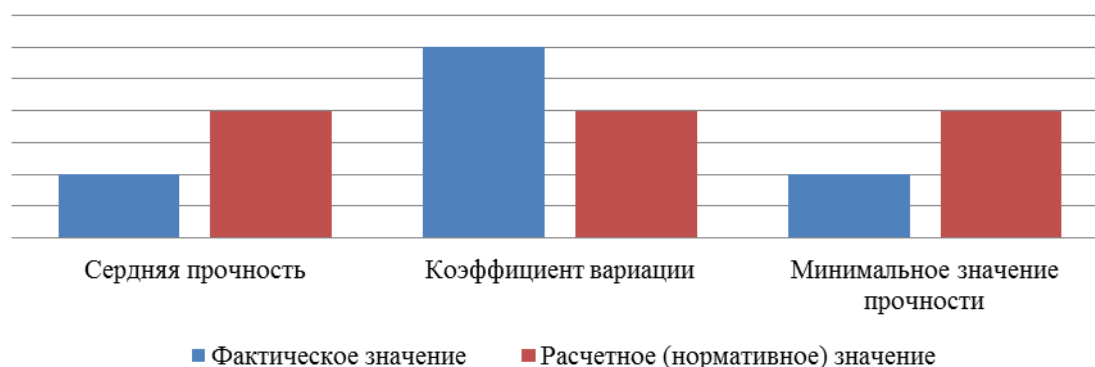
Сценарий 4

$$R_m \geq R_T; V_m \leq V_{\text{норм}}; R_{\text{min}} \leq R_T$$



Сценарий 5

$$R_m \leq R_T; V_m \geq V_{\text{норм}}; R_{\text{min}} \leq R_T$$



Из графиков видно, что приемка конструкций без дополнительных расчетов и мероприятий по усилению производится в сценариях 1 и 2 (сценарий 2 – идеален). При этом коэффициент вариации может быть как больше, так и меньше нормативного значения, а средняя прочность и минимальное значение прочности должно быть больше значения требуемой прочности для того, чтобы все конструкции смогли выдержать эксплуатационные нагрузки.

При наступлении сценариев 3 и 4 прочность бетона одной или нескольких конструкций приемку конструкций следует производить по детальному расчету несущей способности с учетом прочностей конкретных конструкций, т. к. разрушение лишь одной конструкции может быть достаточным для разрушения всего здания.

При наступлении сценариев 5 и 6 прочность бетона большинства конструкций менее требуемой прочности, следовательно, необходимо оценить возможность нести проектную нагрузку всеми конструкциями и принимать решение об их усилении.

Как видно из анализа возможных сценариев

коэффициент вариации прочности бетона не определяет несущую способность конструкций, поэтому приему бетона конструкций на основе коэффициента вариации не имеет смысла.

Вывод

При сплошном контроле прочности железобетонных конструкций можно не учитывать коэффициент вариации прочности, а производить оценку лишь по средней и минимальной прочности всех конструкций, сравнивая с расчетной требуемой прочностью.

Требуемую прочность следует рассчитывать с учетом изменчивости эксплуатационных нагрузок и условий эксплуатации, а также закладывать коэффициент запаса связанный с высокой неопределенностью результатов измерений в зависимости от применяемого метода контроля при определении прочности бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности, М. Изд. Стандартинформ, 2012, 11 с.
- Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Изд. АСВ, 2002. 500 с.