

УСТАНОВЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ АРМАТУРЫ В ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Ю. Г. МОСКАЛЬКОВА, С. Д. СЕМЕНЮК, В. А. РЖЕВУЦКАЯ, Е. А. КАРАЧИНОВ
Белорусско-Российский университет, г. Могилев

В эксплуатируемых железобетонных конструкциях еще на стадии проектирования появляются некоторые запасы, связанные, например, с особенностями армирования, необходимостью проектировать жесткие конструкции. Однако в большинстве случаев имеют место повреждения материалов, вызванные особенностями эксплуатации.

Стальная арматура – материал более надежный и прочный, поэтому запасы по бетону как менее надежному материалу приводят к значительно большему повышению надежности системы в целом. В связи с этим для прочностных характеристик арматуры изначально применяются сравнительно небольшие коэффициенты надежности по материалу.

При оценке технического состояния эксплуатируемых железобетонных конструкций контроль прочности бетона не представляет затруднений, поскольку существует ряд вполне достоверных методов неразрушающего контроля прочности. Но для определения прочности арматуры часто используют значения сопротивлений, основанные на проектных данных или установленных классах арматурной стали. В поверочном расчете используют фактическую площадь поперечного сечения арматуры, определенную в местах вскрытия, но прочностные характеристики оценивают, как правило, статистическими методами.

За основные характеристики разброса, оценивающие однородность материала по прочности, согласно СН 2.01.01 [1] принимаются среднеквадратичное (стандартное) отклонение s и коэффициент вариации V .

При этом основным параметром, с нашей точки зрения, является коэффициент корреляции V , выражаемый обычно в %. В отличие от дисперсии D или стандартного отклонения s коэффициент корреляции является величиной безразмерной, но при этом также характеризует разброс данных относительно среднего значения (математического ожидания m), а значит с его помощью можно оценивать различные по величине и/или размерности данные.

В общей теории математической статистики принято, что, если значение коэффициента вариации менее 33 %, то совокупность считается однородной, если больше 33 % – неоднородной [2]. Однако в строительстве результаты считаются достоверными, если величина коэффициента вариации не превышает 13–15 % [1, 3].

Величина коэффициента вариации для арматуры считается величиной постоянной и в расчетах может приниматься равной 5 %. Это подтверждено эмпирически путем испытания арматурных стержней разного диаметра и разного класса в различные периоды времени. Испытания проводились в аккредитованной лаборатории завода ОАО «Могилевжелезобетон» (ранее СЖБ № 7) на универсальной испытательной машине УММ-50. Статистическая оценка проводилась по фактическим данным.

По результатам обработки опытных данных, накопленных в течение нескольких лет (2008–2020 гг.), стало очевидно, что принимать коэффициент вариации для стали равным 5 % – не вполне корректное решение. Оно обосновано для высокопрочных сталей, но для рабочей арматуры классов S400, S500, которые часто встречаются в эксплуатируемых конструкциях, величина коэффициента вариации объективно выше.

В связи с этим для ненапрягаемой арматуры в эксплуатируемых конструкциях рекомендуем принимать величину коэффициента вариации 7 % и исходя из этого рассчитывать стандартное отклонение и характеристическое значение физического предела текучести.

Вопрос в том, насколько значимы отклонения и как сильно они влияют на определение характеристического значения сопротивления арматурной стали.

Учесть это можно обратным расчетом для каждого рассматриваемого параметра X (f_y, f_p, f_b, δ) по следующим формулам:

– среднее квадратическое отклонение с учетом заданной величины коэффициента вариации $S_X = X_m \cdot V/100$;

– характеристическое значение по стандартной формуле $X_k = X_m - t_{1-p/2} \cdot S_X$.

Для напрягаемой арматуры условный предел текучести определялся как $f_{k0,1k} = 0,9f_{pk}$ [4].

В таблице 1 приведены результаты расчета.

Таблица 1 – Результаты оценки влияния назначенной величины коэффициента вариации на получаемые характеристические значения прочностных характеристик арматурной стали

Контролируемый параметр	Класс арматуры	Опытное значение сопротивления арматуры, МПа	Расчетное значение контролируемого параметра при величине коэффициента вариации, %		
			5	7	10
Предел текучести, МПа	S400	378,48	378,24	360,16	333,04
	S500	521,20	562,15	542,55	513,15
	S800	977,99	1004,26	971,30	921,86
		952,83	974,70	941,10	890,70
Предел временного сопротивления, МПа	S400	650,43	644,77	628,77	604,77
	S500	608,02	651,12	631,52	602,12
	S800	1086,66	1057,35	1024,39	974,95
		1058,70	1032,52	998,92	948,52

Примечание – Для арматуры класса S800 приведены два значения, т. к. требования нормативных документов изменились, поэтому данные не могут быть объединены в вариационный ряд для обработки (коэффициент вариации $V = 47\% > 33\%$).

Согласно данным таблицы 1 для ненапрягаемой арматуры наиболее достоверным является назначаемое значение коэффициента вариации 7 % (отклонение от опытных данных – 0,05 %), тогда как для напрягаемой – традиционно принимаемое в расчете значение 5 % (отклонение от опытных данных – 0,05 %).

Список литературы

- 1 Основы проектирования строительных конструкций : СН 2.01.01–2019. – Введ. 08.09.2020 (взамен ТКП EN 1990-2011 (02250)). – Минск : М-во архит. и стр-ва, 2020. – 90 с.
- 2 Блохин, А. В. Теория эксперимента : курс лекций. В 2 ч. Ч. 1. [Электронный ресурс] / А. В. Блохин. – Минск, 2003. – Режим доступа : <http://anubis.bsu.by/publications/elresources/Chemistry/blohin1.pdf>. – Дата доступа : 9.09.20.
- 3 Усиление железобетонных конструкций : пособие П 1-98 к СНиП 2.03.01-84*. – Минск : М-во архит. и стр-ва, 1998. – 190 с.
- 4 Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий : ТКП EN 1992-1-1–2009* (02250). Еврокод 2 / М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – 205 с. – С изменением № 2.

УДК 691.32

ДЕФОРМАЦИИ УСАДКИ КЕРАМЗИТОБЕТОНА

В. А. РЖЕВУЦКАЯ, Ю. Г. МОСКАЛЬКОВА
Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Для керамзитобетонов присущи бóльшие деформации усадки, чем для тяжелых бетонов, ввиду относительно невысокого модуля упругости керамзита, причем модуль упругости керамзитобетона снижается с увеличением содержания керамзита в бетоне [1]. У тяжелого бетона с течением времени модуль упругости увеличивается, а у керамзитобетона – уменьшается. В [2] сделан вывод, что изменение модуля упругости керамзитобетона зависит от температурно-влажностных условий окружающей среды. В тяжелых бетонах усадка протекает в растворной составляющей цементного компонента, а в керамзитобетоне усадка возникает не только в растворной составляющей, но и в гранулах крупного заполнителя [3].

В работе [4] исследовали деформации усадки керамзитобетонных образцов при естественном твердении, опытные конечные величины деформаций усадки, которые составили 0,66–0,9%. В исследовании [5] отмечена усадка керамзитобетонов в пределах 0,58–0,65%. Авторы [6] исследовали усадку и ползучесть керамзитобетона в течение 360 суток в условиях естественного твердения и после пропаривания. В результате статистической обработки полученных данных сделаны выводы, что во всех рассмотренных случаях с увеличением прочности керамзитобетона деформации усадки увеличиваются.

Целью настоящего исследования является изучение влажностной и карбонизационной усадки, а также набухания керамзитобетона и керамзитожелезобетона на основе керамзитового гравия производства ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль». В керамзитожелезобетонных образцах в качестве продольного армирования использована стрежневая арматура класса S500 диаметром 12 мм.