

3. Соглашение стран СНГ от 03.11.1995 г. «О единой товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности Содружества Независимых Государств» [Электронный ресурс] Информационно-правовой портал «Bestpravo.ru» URL: <http://www.bestpravo.ru/federalnoje/eh-instrukcii/k8w.htm> [Дата обращения: 30.03.2015]
4. Постановление от 27 декабря 1996 г. №1560 «О товарной номенклатуре, применяемой при осуществлении внешнеэкономической деятельности, и о таможенном тарифе Российской Федерации» [Электронный ресурс] Информационно-правовая система «Консультант Плюс» URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102890/ [Дата обращения: 30.03.2015]
5. Приказ Государственного таможенного комитета Российской Федерации от 10 марта 2000 года №176 «О ТН ВЭД России и о внесении изменений и дополнений в отдельные нормативные акты ГТК России» [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт» URL: <http://docs.cntd.ru/document/901758400> [Дата обращения: 30.03.2015]
6. Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности Таможенного союза ЕАЭС [Электронный ресурс] Российский информационно-аналитический таможенный портал “TKS.RU” URL: <http://www.tks.ru/db/tnved/tree> [Дата обращения: 30.03.2015]
7. Таможенный кодекс Таможенного Союза [Электронный ресурс] Информационно-правовая система «Консультант Плюс» URL: http://www.consultant.ru/popular/custom_eaes/ [Дата обращения: 30.03.2015]
8. Федеральный закон №311-ФЗ от 27.11.2010 «О таможенном регулировании в РФ» [Электронный ресурс] Информационно-правовая система «Консультант Плюс» URL: http://www.consultant.ru/popular/custom_new/ [Дата обращения: 30.03.2015]

О применимости функции распределения прочности бетона для оценки технического состояния строительных материалов

Осипов С. П.¹, Подшивалов И. И.², Жантыбаев А. А.³ Абашкин А. Д.⁴
¹osip1809@rambler.ru, ²ivanpodchivalov@list.ru, ³drivesey1305@gmail.com,
⁴anthony.abashkin@gmail.com

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент, Осипов С. П., Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет

1. Введение. В настоящее время в России происходит бурный рост жилищного строительства с применением новых технологий. Обеспечение высокого качества строительства и поддержание технического состояния зданий и сооружений на уровне, отвечающем запросам потребителя, невозможно без применения современных методов неразрушающего контроля и диагностики [1–2]. Основной характеристикой, используемой для оценки технического состояния строительных объектов из бетона, является прочность базового строительного материала – бетона [3,4]. Существуют различные реализации разрушающих, прямых неразрушающих и

косвенных неразрушающих методов измерения прочности бетона [5]. Наиболее удобными в практической реализации для оценки прочности бетонов являются ультразвуковой метод и метод отскока [5]. Бетоны являются материалами неоднородными по структуре, поэтому значение прочности, полученное в результате единичного акта измерения, логично рассматривать как случайную величину. Далее указанную величину будем называть анализируемой случайной величиной. Наиболее полными характеристиками упомянутой случайной величины являются её функция распределения и плотность распределения. Существуют различные предположения о характере распределения анализируемой случайной величины, например, о её нормальности [6]. Очевидно, что в процессе эксплуатации бетонных сооружений происходит изменение характера распределения прочности бетона в поверхностном слое. Из вышесказанного следует, что проблема определения характера распределения анализируемой случайной величины во вновь возведённых строительных сооружениях и изменение этого характера в процессе длительной эксплуатации остаётся актуальной. Заметим, что эта проблема характерна и для металлических конструкций [7].

2. Теория

В научной литературе для описания функции распределения анализируемой и других случайных величин, характерных для строительства, применяют различные законы: нормальный [6], логнормальный [7], Вейбулла [8], Гумбеля [9].

Плотность нормального распределения описывается выражением

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{2\sigma^2}}, \quad -\infty < x < \infty, \quad (1)$$

здесь ξ – среднее отклонение, σ – стандартное отклонение.

Функция распределения случайной величины, распределённой по Вейбуллу, имеет следующий вид

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k}, \quad 0 < x < \infty, \quad (4)$$

где k и λ – параметры распределения Вейбулла.

Логнормальное распределение выводится из (1) заменой x на $\ln x$, а распределение Гумбеля выводится из (2) с помощью той же замены.

3. Эксперимент

Целью данной работы является определение направления дальнейших исследований, связанных с выбором характера распределения прочности бетона.

В процессе обследования ряда строительных сооружений измерялась прочность бетона колонн, диафрагм жесткости и перекрытий. Прочность бетона на сжатие оценивалась с помощью ультразвукового прибора «Пульсар-1.1». Данный прибор предназначен для измерения времени и скорости распространения ультразвуковых волн в строительных материалах. По измеренному значению скорости распространения ультразвуковых волн определяется прочность строительного материала.

Дополнительно для оценки анализируемой характеристики бетона использовался прибор «Оникс-2.4», который соответствует стандартам на измерение прочности строительных материалов на сжатие в соответствии с ГОСТ 22690-88, ГОСТ 18105-86, ГОСТ 530-95, ГОСТ 28013-89, ГОСТ 26633-91. Прочность строительных материалов оценивается методом отскока бойка. Калибровочные зависимости

внесены в память прибора, но допускается и настроечная калибровка по приложенному к образцу стандартному образцу прочности. Диапазон измерений прочности прибора «Оникс–2.4» находится в пределах от 1 МПа до 100 МПа.

На рисунках 1 и 2 для иллюстрации приведены типичные гистограммы для анализируемой случайной величины, полученные с помощью приборов «Оникс–2.4» и «Пульсар–1.1».

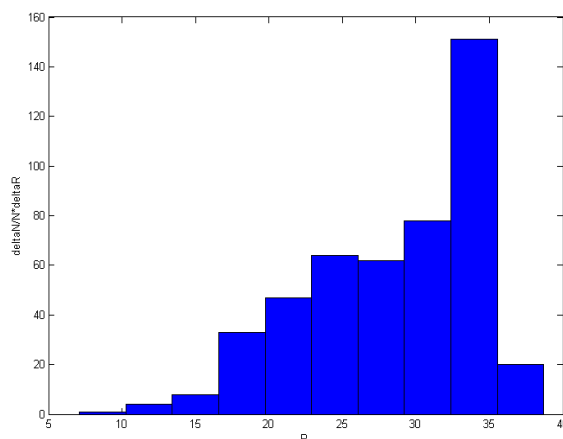


Рисунок 1 – Гистограмма распределения прочности бетона (Оникс–2.4)

По внешнему виду гистограмм можно сделать предварительный вывод о невозможности отнесения анализируемой случайной величины к классу случайных величин, распределённых нормально. Второй предварительный вывод связан с похожестью гистограмм прочности бетона, полученных для приборов «Оникс–2.4» и «Пульсар–1.1», что, вероятнее всего, свидетельствует о воспроизводимости измерений. Для подтверждения или опровержения гипотез, связанных с характером распределения анализируемой случайной величины, необходимы дальнейшие исследования.

4. Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что вероятное изменение плотности распределения прочности бетона в процессе эксплуатации строительных конструкций и сооружений позволит оценивать их текущее техническое состояние.

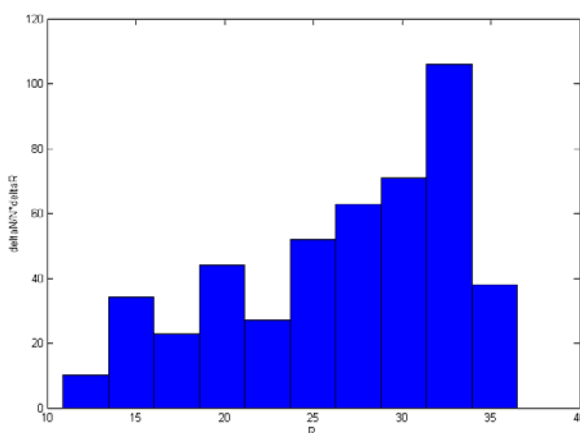


Рисунок 2 – Гистограмма распределения прочности бетона (Пульсар–1.1)

Список литературы:

1. Фаренюк Г.Г., Маликов С.В., Галинский А.М., Кривошеев П.И. Использование научно-технического сопровождения в обеспечении безопасности и эффективности технических решений в строительстве // Будівельні конструкції. – 2014. – №. 81. – С. 53–74.
2. Улыбин А.В., Зубков С.В., Федотов С.Д., Кукушкина Г.А., Черненко Е.В. Техническое обследование строительных конструкций комплекса производственных зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 7 (22). – С. 194–217.
3. Рапопорт П.Б., Рапопорт Н.В., Полянский В.Г., Соколова Е.Р., Гарибов Р.Б., Кочетков А.В., Янковский Л.В. Анализ срока службы современных цементных бетонов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – 8 с.
4. URL: www.science-education.ru/104-6559
5. Баженов Ю. М. Современная технология бетона // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2010. – № 36. – С. 10–17.
6. Улыбин А. В. О выборе методов контроля прочности бетона построенных сооружений // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 4. – С. 10–15.
7. Кириленко А.М. Статистические особенности определения прочности бетона при мониторинге эксплуатируемых строительных конструкций // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – Выпуск № 1. – С. 22–28.
8. Осипов С.П., Осипов О.С., Подшивалов И.И., Берженару Н.В., Жантыбаев, А.А. Оценка технического состояния металлических изделий по плотности распределения твердости по Роквеллу // Вестник ТГАСУ. – 2015. – № 1 (48). – С. 122–131.
9. Замятина О. М., Мозгалева П. И., Лычаева М. В. Проектно-ориентированное обучение в системе элитного технического образования в ТПУ // В сборнике: Уровневая подготовка специалистов: государственные и международные стандарты инженерного образования : сборник трудов научно-методической конференции. Томск: Изд-во ТПУ. 2013. С. 160-163.
10. Uva G., Porco F., Fiore A., Mezzina M. The assessment of structural concretes during construction phases // Structural Survey. – 2014. – Vol. 32. – No. 3. – pp. 189–208.
11. Caspeele R., Taerwe L. Influence of concrete strength estimation on the structural safety assessment of existing structures // Construction and Building Materials. – 2014. – Vol. 62. – pp. 77–84.