

Во всех современных дефектоскопах предусмотрена возможность реализации такого метода. Практическое использование метода В сканирования предполагает наличие системы определения координат пьезоэлектрического преобразователя в плоскости сканирования. Существует различные конструкции сканеров, различающихся своими точностными характеристиками, диапазоном перемещения пьезоэлектрических преобразователей и другими параметрами.

Список информационных источников

1. Балдев Радж, Раджендран В., Паланичами П. Физики и техники. Применение ультразвука// Москва: Техносфера, - 2006. – 576 с.

2. Капранов Б. И., Коротков М. М. Акустические методы контроля и диагностики. Часть 1: учебное пособие/ Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 186 с.

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НА СЖАТИЕ

Жантыбаев А.А., Осипов С.П., Осипов О.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный
сотрудник Российско-китайской научной лаборатории
радиационного контроля и досмотра*

1 Введение

Прочность бетона на сжатие является основной характеристикой, измеряемой в процессе неразрушающих испытаний строительных сооружений и конструкций [1]. Существует ряд косвенных методов, используемых для оценки прочности. К ним относятся методы, основанные на измерении механических, акустических, электромагнитных и других величин [2–4]. Традиционно в качестве результирующей оценки прочности применяется выборочное среднее прочности по ограниченному объему выборки. Значение прочности, полученное в результате единичного акта измерения, является случайной величиной [5]. Выборочное среднее значение прочности бетона, в свою очередь, является случайной величиной. Случайная величина является полностью определенной, если известна ее функция распределения или плотность распределения. В этом случае необходима выборка большого объема. В работах [5] для описания плотности

распределения прочности бетона на сжатие используют нормальное и логнормальное распределения, а также распределения Вейбулла и Гумбеля. В статье [6] для оценки технического состояния бетонов рекомендовано использовать суперпозиция распределений. Имеющихся в литературе данных недостаточно для разработки рекомендаций, связанных с повышением информативности измерения прочности бетона на сжатие для оценки его технического состояния в процессе эксплуатации, на основе анализа изменений соответствующих плотностей распределения.

2 Теория

Степень однородности бетонов по прочности наряду с усредненным значением прочности является важнейшей потребительской характеристикой. Повышение информативности измерения прочности бетонов связано со спецификой объекта испытаний. Бетоны состоят из нескольких основных ингредиентов. Из практических соображений и наглядности можно ограничиться двумя ингредиентами. Для классических бетонов одним ингредиентом является крупнозернистая составляющая (щебень, гравийно-галечная смесь) и мелкозернистая цементно-песчаная композиция. Асфальтобетоны состоят из крупнозернистой составляющей и битумно-минеральной композиции. Пенобетоны (газобетоны) состоят из цементного камня и пузырьков воздуха (газа). Ингредиенты бетонов имеют различные прочностные характеристики, которые могут меняться в процессе эксплуатации бетонов под воздействием негативных факторов [7]. В работе [6] подчеркнута, что повышение информативности измерения прочности бетона на сжатие связано с корректным использованием размерных уровней (сантиметры, миллиметры, десятые, сотые и тысячные доли миллиметра). Бетоны, асфальтобетоны и пенобетоны можно отнести к размерным группам – сантиметры, миллиметры и десятые доли миллиметров.

Замечание 1. Неоднородность прочности бетонов на сжатие определяется не только характерными размерами зерен ингредиентов, но и размерами чувствительного части измерительного прибора (детектора).

Значение прочности условно усредняется по площади контакта детектора с бетоном. Применение измерителей прочности бетонов с размером детектора, превышающим характерные размеры зерен ингредиентов, приводит к понижению информативности процесса измерения прочности. Осуществление оценок прочности с помощью детекторов, размеры которых значительно меньше характерных

размеров зерен ингредиентов, приводит к увеличению объема информации, что затрудняет ее обработку. В связи со сказанным выше можно сформулировать следующую рекомендацию.

Рекомендация 1. Размер контактной части измерителя прочности должен соотноситься с характерными размерами зерен ингредиентов и коррозионных повреждений различной природы на начальной стадии деградации бетонов.

Учет замечания 1 и соблюдение рекомендации 1 и отслеживание изменений технического состояния бетонов являются залогом оперативного обнаружения начальной стадии деградации бетонов, что позволит увеличить долговечность строительных сооружений и конструкций и безопасность их эксплуатации за счет своевременного и адекватного ремонта.

Очевидно, что неоднородность бетонов по прочности, не в последнюю очередь, определяется прочностными характеристиками ингредиентов бетонов. Отсюда следует замечание, которое аналогично замечанию, высказанному в работе [6].

Замечание 2. При оценке технического состояния бетонов в процессе эксплуатации необходимо учесть начальные прочностные характеристики основных ингредиентов бетона, причем представляют интерес не только средние показатели, но наиболее общие характеристики.

Из замечания следует весьма емкая по содержанию рекомендация.

Рекомендация 2. При анализе результатов измерений прочности бетона на сжатие необходимо представлять исследуемую случайную величину в виде смеси нескольких случайных величин, количество которых совпадает с количеством основных ингредиентов.

Еще одна рекомендация касается кардинального изменения в подходе к механическим испытаниям. В значительной части методов неразрушающих испытаний результаты визуализируются. Это характерно для оптических методов испытаний, радиографии, тепловых методов, томографии, ультразвукового контроля и т.д.

Рекомендация 3. Необходимо визуализировать результаты измерений прочности бетонов.

Визуализация результатов измерения прочности позволит обнаружить начальный этап развития процессов деградации бетонов.

Реализация рекомендации 3 на современном уровне развития измерителей прочности бетонов требует значительных временных затрат. Первостепенной задачей является разработка многоканальных сканирующих систем измерения прочности.

3 Математическое моделирование

Целью экспериментальных исследований является обоснование рекомендации 2, то есть представление прочности бетона на сжатие смесью нескольких случайных величин.

На рис. 1 приведены результаты математического моделирования бимодального распределения прочности.

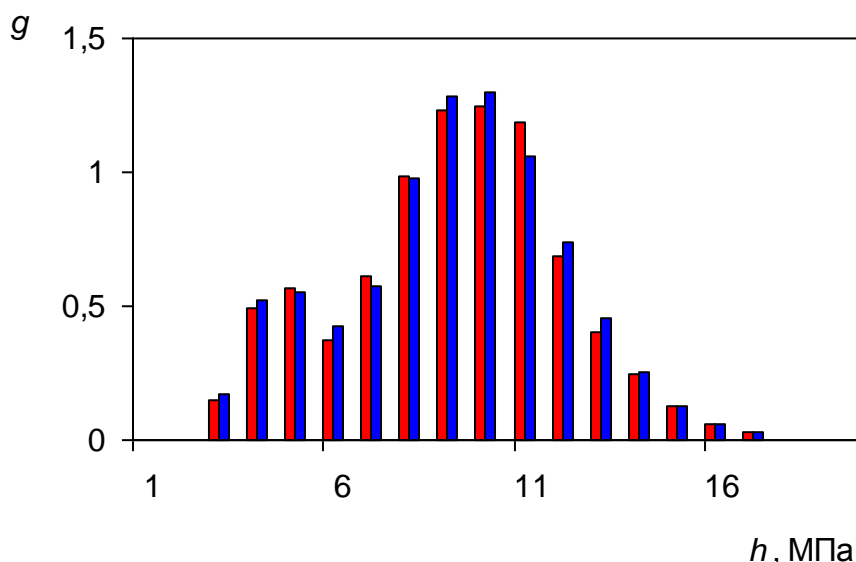


Рис. 1. Бимодальное распределение прочности бетона на сжатие:

- – исходное зашумленное распределение;
- – восстановленное распределение

Распределение представляет собой суперпозицию логнормальных распределений с весовым множителем 0,3. Аналогичные распределения приведены в работе [8]. Исходное распределение было зашумлено. Параметры распределений суперпозиции и значение весового множителя оценивались методом наименьших квадратов. Результаты восстановления также изображены на рис. 1. Сравнение исходной и восстановленной гистограмм подтверждает обоснованность рекомендации 2.

4 Заключение

Повышение информативности измерения прочности бетонов на сжатие может быть достигнуто на основе использования данных о прочностных характеристиках ингредиентов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

Список информационных источников

1. Баженов, Ю.М. Современная технология бетона //Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2010. – № 36. – С. 10–17.
2. Lin, H., Xiong, W. Review on the surface hardness of soft rock // Electronic Journal of Geotechnical Engineering. – 2014. – V. 19. – P. 4269–4279.
3. Фурса, Т.В. Неразрушающий электромагнитный метод определения механической прочности изделий из композиционных диэлектрических материалов // Физическая мезомеханика. – 2004. – Т. 7. – С. 307–310.
4. Akkaya, Y., Voigt, T., Subramaniam, K.V., Shah, S.P. Nondestructive measurement of concrete strength gain by an ultrasonic wave reflection method // Materials and Structures. – 2003. – V. 36. – P. 507–514.
5. Lu, C., Danzer, R., Fischer, F.D. Fracture statistics of brittle materials: Weibull or normal distribution // Physical Review E. – 2002. – V. 65. – 067102 (4 p.).
6. Осипов, С.П., Осипов, О.С., Жантыбаев, А.А., Подшивалов, И.И., Прищепа, И.А. Совершенствование методов оценки технического состояния бетонных изделий по прочности на сжатие // Ползуновский альманах. – 2015. – № 1. – С. 68–71.
7. Подшивалов, И.И., Мананков, А.В., Осипов, С.П. Обобщенная схема химических и биологических коррозионных воздействий на защищенное строительное сооружение // Известия вузов. Строительство. – 2008. – № 1. – С. 12–17.
8. Kilinc, K., Celik, A.O., Tuncan, M., Tuncan, A., Arslan, G., Arioz, O. Statistical distributions of in situ microcore concrete strength // Construction and Building Materials. – 2012. – Vol. 26. – P. 393–403.

КОНТРОЛЬ РАССТОЯНИЯ ДО ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Жевтун Е.С., Мэн Цинъян

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Гольдштейн А.Е., д. т.н., профессор
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Одной из областей применения вихретоковых преобразователей является буровые работы. Для получения корректных данных и для уменьшения трудоемкости контроля целостности оборудования,