

В. Я. ПЕВНЕВ, зав. каф., Харьковский нац. ун-т внутренних дел;
М. В. ЦУРАНОВ, ассистент, Харьковский нац. ун-т внутренних дел;
М. В. КРИВОБОК, Харьковский нац. ун-т внутренних дел

МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

У статті розглянуті існуючі методи контролю якості будівельних споруд. Запропонований неруйнівний метод контролю, заснований на використанні звукових генераторів і расфокусованого лазерного випромінювання.

The existing methods of quality control of building structures are given. Non-destructive testing method based on the use of sound generators and defocused laser beam have been proposed.

Постановка проблемы. Появление современных крупномасштабных объектов – атомных электростанций, терминалов со сжиженным газом, морских буровых установок, химических комбинатов, небоскребов и других жилых зданий – привело наряду с экономическими выгодами к большим негативным последствиям в случае выхода их из строя. Техногенные катастрофы показали насколько важно своевременно проводить контроль строительных сооружений, поскольку дефекты, возникающие в них, могут привести к значительному материальному ущербу и гибели людей.

Известно, что развитые страны ежегодно теряют 10 % своего национального дохода из-за низкого качества выпускаемой продукции. Потери только от дефектов усталости металла в США составляют более 100 млрд. дол. в год, а от коррозии — более 200 млрд. дол. в год [1]. Убытки от низкого качества материалов и изделий в нашей стране значительно выше. Проведение работ по реконструкции зданий без контроля прочности фундамента и бетонных перекрытий приводит к все более частым случаям разрушения реконструированных объектов.

Согласно правилам обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений [2] следует контролировать следующие параметры в строительных конструкциях: геометрические размеры, прочность бетона конструкций, проницаемость бетона, щелочность бетона, морозостойкость бетона и камней, ширина раскрытия трещин, вид арматуры, прогибы, толщина защитного слоя бетона, диаметры, количество и расположение арматуры, прочность арматуры, состояние стыков или узлов сборных конструкций, тип и качество выполнения кладки, вид и марки камней и раствора, прочность камней и раствора, величина пустошовки, влажность кладки.

В случае обнаружения дефектов следует проводить отдельно контроль параметров дефектов и повреждений [2]: ширина раскрытия и глубина трещин, их расположение и характер, размеры и расположение сколов с оголением и без оголения арматуры, степень повреждения арматуры и состояние ее

сцепления с бетоном, степень повреждения закладных деталей и состояние стыков и узлов сопряжений сборных конструкций, размеры и глубина пропитки нефтепродуктами, глубина преобразованного слоя бетона, глубина и размеры местных повреждений кладки.

Для обнаружения дефектов в строительных конструкциях, как правило, используются методы визуального обследования контролируемых материалов. Так, например, в процессе визуальной оценки прочности бетона используется метод простукивания поверхности конструкции молотком массой 0,4-0,8 кг непосредственно по очищенному участку бетона или по зубилу, установленному перпендикулярно поверхности элемента. При этом для оценки прочности принимают минимальные значения тембра звука, полученные в результате 10 ударов. Более звонкий звук при простукивании соответствует более прочному и плотному бетону [3].

Для определения степени коррозионного разрушения бетона используются физико-химические методы контроля. Исследование изменений химического состава производится с помощью дифференциально-термического и рентгеноструктурного методов, выполняемых в лаборатории на образцах, отобранных из эксплуатируемых конструкций [4].

Изучение структурных изменений бетона производится с помощью ручной лупы, дающей небольшое увеличение. Такой осмотр позволяет изучить поверхность образца, выявить наличие крупных пор, трещин и других дефектов [5].

С помощью микроскопического метода, выявляют взаимное расположение и характер сцепления цементного камня и зерен заполнителя, состояние контакта между бетоном и арматурой, форму, размер и количество пор, размер и направление трещин [6].

Большинство методов контроля дефектов в строительных конструкциях были разработаны еще в прошлом столетии [3-6], однако до сих пор используются. Некоторые виды контроля прошли небольшую модернизацию [6], элементная база приборов стала современной, но суть методов осталась прежней. Большинство используемых на практике методов контроля строительных сооружений используют методы разрушающего контроля. Данные методы хоть и позволяют обнаружить дефекты в конструкциях, однако их использование может привести к появлению новых дефектов и значительному ухудшению качества конструкций. Также следует заметить, что большинство методов разрушающего контроля используют субъективные оценки качества материалов, например как в вышеизложенном методе простукивания бетона. Данные оценки могут не отображать реальное качество изделий. Для устранения недостатков вышеперечисленных методов контроля следует применять методы неразрушающего контроля.

Целью статьи является разработка метода неразрушающего контроля (НК), который способен устранить недостатки используемых разрушающих и неразрушающих методов контроля строительных конструкций.

НК – это регулярная проверка прочности деталей и оборудования, которые требуют особой надежности. Он используется при строительстве крупных

объектов, при эксплуатации опасных производственных объектов в таких сферах, как машиностроение, энергетика, металлургическое производство и других.

В настоящее время НК — одно из необходимых условий безопасности. Во всем мире ему уделяется самое пристальное внимание.

Методы НК основываются на наблюдении, регистрации и анализе результатов взаимодействия физических полей (излучений) или веществ с объектом контроля, причем характер этого взаимодействия зависит от химического состава, строения, состояния структуры контролируемого объекта и т.п. Все методы НК являются косвенными методами. Настройка, калибровка должны осуществляться по контрольным образцам, имитирующим измеряемый физический параметр. Универсального метода, который бы мог обнаружить самые разнообразные по характеру дефекты, нет. Каждый отдельно взятый метод НК решает ограниченный круг задач технического контроля.

В зависимости от физических явлений, положенных в основу методов НК, они подразделяются на девять основных видов: акустический, магнитный, вихретоковый, проникающими веществами, радиоволновый, радиационный, оптический, тепловой и электрический. Наибольшее распространение на практике получили следующие методы: акустический, магнитный вихревой и тепловой [6].

Следует заметить, что в дефектоскопии строительных конструкций наибольшее применение получили акустические методы контроля, в котором чаще всего применяют звуковые и ультразвуковые частоты, т.е. используют диапазон частот приблизительно от 500 Гц до 30 МГц.

НК осуществляют с помощью средств неразрушающего контроля: приборов (дефектоскопов, толщиномеров, структуроскопов и т.д.) и установок. А также дефектоскопических веществ и материалов (проникающих и проявляющих жидкостей, магнитных порошков и суспензий, паст и т.д.), стандартных образцов, вспомогательного оборудования.

С развитием оптических технологий, в частности лазеров, стал получать новый метод дефектоскопии фотоакустический. Данный метод основан на генерировании акустических колебаний пьезоэлементом, который возбуждается импульсами лазерного излучения.

В сравнении с другими методами контроля акустические и фотоакустические методы обладают следующими преимуществами: быстрота, дают немедленные результаты, могут быть использованы на различных материалах, не требует доступа к обеим сторонам шва.

Основными недостатками перечисленных выше методов являются: требуется хороший контакт преобразователя с поверхностью, трудно увидеть дефекты, параллельные звуковому лучу, требуется специальный навык для правильной интерпретации данных на дисплее, оборудование требует регулярной настройки. Также одним из существенных недостатком акустических методов дефектоскопии является достаточно малая область контроля (ОК). Данный недостаток существенно затрудняет комплексный анализ дефектов конструкции в целом и заставляет применять поэлементный анализ дефектов строительных

конструкций.

Для увеличения ОК при дефектоскопии строительных конструкций наиболее подходит метод описанный в [7]. Данный метод использует комбинирование оптических и акустических методов контроля. Используя вышеописанный метод перед ОК ставится тонкая светонепроницаемая пленка, которая подсвечивается когерентным излучением. С обратной стороны стены, где находится ОК ставится звуковой генератор. Данные с ОК снимаются путем видеосъемки. Метод достаточно прост в использовании и позволяет быстро найти дефекты в стенах помещений. Недостатком указанного метода является сложность анализа данных полученных в результате видеосъемки, поскольку необходимо проводить детальный по кадровый анализ. Также одним из недостатков метода следует признать влияние внешних звуковых волн на тонкую пленку, находящуюся между стеной и источником когерентного излучения.

Для устранения недостатков вышеописанного метода можно применить метод описанный в [8]. Суть метода заключается в замене видео съемки фотосъемкой и отказа от использования тонкой светонепроницаемой пленки. Метод позволяет получить спекл-картину непосредственно на объекте исследования, что позволяет значительно увеличить точность обнаружения дефектов в строительных конструкциях. Недостатком данного метода является использование формата файлов jpeg в котором применяется сжатие данных, что приводит к появлению ложных дефектов на ОК [9]. Также недостатком метода является использование выдержки в фотоаппарате значительно меньше, чем период используемых звуковых колебаний.

Для устранения недостатков вышеописанных методов авторы предлагают использовать фототехнику с большим временем выдержки и возможностью сохранения данных в несжатом виде. Большое время выдержки позволяет накопить информацию о дефектах в строительных конструкциях за счет суммирования изменения в расположении спеклов на картинках. Данные изменения получаются за счет использования гармонических звуковых колебаний. Сжатие информации в исследуемых файлах в предлагаемой задаче приводит только к увеличению его объема, либо к потере информации.

Комбинирование оптического и акустического методов дефектоскопии позволяет существенно увеличить ОК и скорость нахождения дефектов в строительных конструкциях.

Список литературы: 1. Руководство для подготовки инспекторов по визуальному и измерительному контролю качества окрасочных работ. – Екатеринбург: ООО «ИД Оригами», 2009. – 202 с. 2. СП-13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – М.: ФГУП ЦПП, 2003. 3. *Лужин О.В., Злочевский А.Б.* и др. Обследование и испытание сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. 4. *Алексеев С.Н.* Коррозия и защита арматуры в бетоне. – М.: Стройиздат, 1968. 5. *Москвин В.И., Иванов Ф.М.* и др. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980. 6. *Лужин О.В., Злочевский А.Б.* и др. Обследование и испытание сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. 7. Спосіб визначення внутрішніх дефектів в стінах приміщень. Патент на корисну модель №32620. Зареєстровано 26 травня 2008 р. – 48 с. 8. *Певнев В.Я.* Способ определения внутренних дефектов в стенах помещения / *В.Я. Певнев, М. Н. Борзов* // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х: 2009. – №7. – С. 38-40. 9. *Громыко И. А.* Использование цифровых фотоаппаратов для определения смещения спеклов / *И.А. Громыко, М.В.*

Дуранов // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Тези доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції, Ч. IV (12-14 травня 2010 р., Харків) / За ред. проф. Товажнянського Л.Л. – Харків, НТУ «ХПІ». – 336 с.

Поступила в редколлегию 21.03.2011.