

ЛАНКИНА Ю. А., МИТРОШИН И. А., САРАЙКИН А. С.
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. В статье проанализированы основные методы диагностики технического состояния строительных конструкций. На примере железобетонных строительных конструкций проведен сравнительный анализ различных методов для определения количественных характеристик технического состояния конструкций.

Ключевые слова: диагностика строительных конструкций, железобетонные строительные конструкции, класс бетона, механические методы неразрушающего контроля, методы локального разрушения.

LANKINA YU.A., MITROSHIN I. A., SARAYKIN A. S.
MODERN DIAGNOSTICS OF TECHNICAL CONDITION
OF BUILDING STRUCTURES

Abstract. The article analyzes the main methods of diagnostics of technical condition of building structures. By testing reinforced concrete building structures, the authors carried out a comparative analysis of different methods of determining the quantitative characteristics of technical condition of building structures.

Keywords: diagnostics of building structures, reinforced concrete building structures, concrete class, mechanical methods of nondestructive testing, methods of local destruction.

В настоящее время в связи с растущим числом зданий старой постройки особенно актуальной является проблема диагностики технического состояния строительных конструкций. Под диагностикой технического состояния строительных конструкций понимают установление и изучение признаков, характеризующих состояние строительных конструкций зданий и сооружений для определения возможных отклонений и предотвращения нарушений нормального режима их эксплуатации. Основной целью диагностики строительных конструкций является определение их действительного технического состояния, их способность воспринимать действующие в данный период расчетные нагрузки и обеспечивать нормальную эксплуатацию здания. При диагностике выявляют дефекты конструкций, отклонения от проекта и от действующих в настоящее время норм и технических условий, а также уточняют действительную работу конструкций на реальные нагрузки. Зафиксированная картина дефектов и повреждений (например: в железобетонных и каменных конструкциях – схема образования и развития трещин; в деревянных – места биоповреждений; в металлических – участки коррозионных

повреждений) может позволить выявить причины их происхождения и быть достаточной для оценки состояния конструкций и составления заключения [1].

В практике проведения диагностики технического состояния строительных конструкций существует множество методов оценки дефектов и повреждений конструкций (например, вследствие силовых, коррозионных, температурных или иных воздействий, в том числе неравномерных просадок фундаментов), которые могут снизить прочностные и деформационные характеристики конструкций и ухудшить эксплуатационное состояние здания в целом. Однако не все эти методы могут дать объективную оценку количественную и качественную оценку степени поврежденности и дефектности строительных конструкций.

Для монолитных железобетонных строительных конструкций одним из основных показателей качества является класс бетона, который определяется пределом прочности на сжатие. Согласно СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции», железобетонные строительные конструкции с требуемой надежностью должны быть обеспечены от возникновения всех видов предельных состояний расчетом, выбором материалов, назначением размеров и конструированием. Единственной характеристикой тяжелого бетона, используемой в расчетах всех железобетонных конструкций по всем группам предельного состояния, является прочность на сжатие. Таким образом, данная характеристика является основной при диагностике технического состояния любой монолитной железобетонной конструкции.

Для определения класса бетона в монолитных железобетонных строительных конструкциях используют различные методы, в том числе: механические методы неразрушающего контроля по ГОСТ 22690, ультразвуковые методы по ГОСТ 17624. Каждый из существующих методов имеет определенную область применения, свои достоинства и недостатки, требует использования простого устройства или сложного электронного прибора.

При проведении диагностики технического состояния строительных конструкций наиболее распространенными методами определения класса бетона являются механические методы неразрушающего контроля, к которым относятся склерометрический метод или метод пластических деформаций, метод упругого отскока, метод ударного импульса и др. Неразрушающие методы предусматривают такое воздействие на конструкцию, которое не отражается на ее эксплуатационной способности. В зависимости от применяемого метода, косвенными характеристиками прочности являются: значение отскока бойка от поверхности бетона (или прижатого к ней ударника), параметр ударного импульса, энергия удара, размеры отпечатка на бетоне (диаметр, глубина и т. п.) или соотношение диаметров

отпечатков на бетоне и стандартном образце при ударе индентора или вдавливании индентора в поверхность бетона [2].

Все вышеуказанные методы достаточно часто применяются при проведении диагностики технического состояния строительных конструкций, однако все они не дают объективной оценки прочности бетона всей конструкции в целом, а только лишь характеристику прочности поверхностного слоя бетона монолитной железобетонной конструкции. Кроме того, методы неразрушающего контроля прочности бетона могут дать объективные и точные результаты с невысокой погрешностью лишь в том случае, если были использованы тарировочные кривые, для построения которых использовались образцы с одинаковыми показателями бетона исследуемой конструкции (состав, технология изготовления, характеристики использованного сырья, условия твердения и т.д.), что в практике диагностики зданий, построенных задолго до проведения обследования, не представляется возможным.

Более применимыми в этом плане являются методы локального разрушения, которые основаны на исследовании бетона на определенном участке конструкции. К таким методам относятся [3]:

- метод отрыва со скалыванием (определение усилия, необходимого для вырывания анкерного стержня от прочности бетона);
- метод скалывания ребра (определение усилия, необходимого для скалывания угла в конструкции на определенной длине);
- огнестрельный метод (определение объема разрушенного бетона при соударении о него пули при стрельбе из пистолета).

Одним из самых объективных из перечисленных методов является метод отрыва со скалыванием, который является единственным методом контроля прочности (из методов локального разрушения), для которого в стандартах прописаны градуировочные зависимости. Метод отрыва со скалыванием характеризуется наибольшей точностью, к тому же не требует обязательного наличия ровной поверхности бетона испытываемой строительной конструкции. Согласно ГОСТ 22690-88 прочность бетона определяют по предварительно установленным градуировочным зависимостям между прочностью бетонных образцов по ГОСТ 10180 и косвенным характеристикам прочности.

Для метода отрыва со скалыванием согласно ГОСТ 22690 такой косвенной характеристикой является значение усилия местного разрушения бетона при вырыве из него анкерного устройства. Метод отрыва со скалыванием основан на использовании зависимости величины усилия, необходимого для выдергивания из бетона анкерного стержня, от прочности этого бетона:

$$R_c = f(P), \quad (1)$$

где P – усилие, при котором вырывается анкерный стержень, кН или кгс;

f – аналитическая зависимость усилия от прочности бетона.

Кроме того, в настоящее время существуют электронные приборы для определения прочности бетона методом отрыва со скалыванием, которые позволяют определять не только косвенную характеристику, но и непосредственно прочность бетона.

Внешний вид прибора «ОНИКС-ОС» для определения прочности бетона методом отрыва со скалыванием приведен на рис. 1. Электронный блок прибора автоматически отслеживает процесс нагружения и запоминает экстремальные точки этого процесса. Преобразование усилия вырыва в прочность производится по заложенным внутри электронного блока прибора градуировочным кривым в зависимости от вида материала, условий его твердения, крупности заполнителя и ожидаемого класса прочности. Все это значительно сокращает время проведения исследования и упрощает процесс диагностики железобетонных конструкций. При этом, при оформлении результатов отпадает необходимость указания косвенной характеристики прочности и поправочных коэффициентов. В протоколе испытаний указываются показания прибора при измерении прочности бетона в МПа, а также среднее значение прочности бетона на участке в МПа, что позволяет объективно оценить результаты диагностики без специальной подготовки.



Рис. 1. Внешний вид прибора «ОНИКС-ОС»

В процессе проведения сравнительных экспериментальных исследований была проведена диагностика технического состояния железобетонной конструкции фундамента башни связи. Основной задачей данного исследования было определение фактического

класса бетона с целью дальнейшего использования этих данных при выполнении поверочного расчета фундамента при действии нагрузок от дополнительного оборудования.

При проведении экспертного исследования для обеспечения доступа экспертов к обследуемому бетону была произведена откопка фундаментов и зачистка верхнего слоя бетона. Измерение прочности бетона в фундаменте производили двумя методами: методом отрыва со скалыванием при помощи электронного прибора «ОНИКС-ОС» и методом ударного импульса с помощью электронного прибора «ИПС-МГ 4.01» по ГОСТ 22690 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля».

При исследовании прочности бетона методом отрыва со скалыванием использовалось анкерное устройство $\text{Ø}16 \times 35$ мм, входящее в основной комплект прибора «ОНИКС-ОС». Установка анкерного устройства производилась на глубину 30 мм, глубина отрыва для всех мест испытаний составляла 30 мм, т.к. конструкция прибора исключает проскальзывание анкера, что стабилизирует глубину отрыва. Методом ударного импульса класс бетона определяли в конструкции монолитного фундамента на расстоянии 40 см от верха фундамента. В качестве тарировочной кривой использовались зависимости, построенные в процессе контроля качества бетона при строительстве фундамента башни связи.

Для определения класса бетона использовалось среднее значение предела прочности бетона на сжатие на участке, получаемое путем измерения прочности в пяти местах. Места для определения предела прочности на сжатие выбирались путем изучения проектной документации и визуального осмотра монолитного фундамента.

Согласно данным проектной и исполнительной документации прочность бетона фундамента башни связи должна соответствовать классу В15. Кроме того, представленный в составе исходных данных технический паспорт на бетон, выданный заводом-изготовителем, подтверждает, что его прочность на сжатие должна соответствовать классу В15.

В результате проведенных экспериментальных исследований на основании протоколов испытания было установлено, что средняя прочность бетона в конструкции монолитного фундамента башни сотовой связи, определенная методом отрыва со скалыванием составляет 21,2 МПа, что соответствует классу бетона В15, а средняя прочность, определенная методом ударного импульса, составляет 37,3 МПа, что соответствует классу бетона В25.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что метод ударного импульса в отличие от метода отрыва со скалыванием не позволяет дать объективную оценку прочности бетона всей конструкции в целом, а дает только лишь характеристику прочности поверхностного слоя бетона в монолитной железобетонной конструкции. Кроме того, проведенные исследования подтверждают объективность и точность диагностики прочности

бетона методами локального разрушения, в том числе методом отрыва со скалыванием и свидетельствуют о том, что данный метод по праву занимает основное место в современной практике диагностики технического состояния строительных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих конструкций зданий и сооружений. – М., 2003. – 154 с.
2. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. – М., 2003. – 167 с.
3. Гончаров А. А., Копылов В. Д. Метрология, стандартизация и сертификация. – М., 2006. – 240 с.