

УДК 620.169.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АРМАТУРЫ И БЕТОНА ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Т.Г. КОЗЬЯНИНА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А. И. КОЛТУНОВ)

На сегодняшний день разработка и совершенствование методов и средств контроля технического состояния железобетонных конструкций существующих зданий и сооружений является одним из наиболее актуальных направлений. В данной статье приведен анализ основных методов определения класса арматуры и бетона при обследовании конструкций железобетонных зданий и сооружений.

При детальном обследовании железобетонных элементов зданий и сооружений одной из приоритетных задач является определение прочностных параметров стальной арматуры и прочности бетона. Прочность бетона на сжатие является одним из наиболее часто контролируемых параметров при строительстве и обследовании железобетонных конструкций. Что касается определения параметров арматуры, самым сложным в плане определения, а также первоочередным для выполнения проверочных расчетов является установление принадлежности арматуры к определенному классу, и соответственно присвоение ей определенных прочностных характеристик, так как она всегда скрыта под защитным слоем бетона. Имеется большое число методов контроля, применяемых на практике (табл. 1.).

Таблица 1. – Классификация методов контроля прочностных характеристик арматуры и бетона

Методы контроля	Бетон	Арматура
Разрушающие (путем отбора проб)	Испытание образца на сжатие	Испытание образца на растяжение
Неразрушающие. Прямые	Отрыв Отрыв со скалыванием Скалывание ребра	Испытания на твердость стационарными твердомерами Спектральный анализ
Неразрушающие. Косвенные	Ультразвуковой Упругого отскока Ударного импульса Пластической деформации	По внешним признакам Определение твердости Динамическим Ультразвуковым Статическим твердомерами

Для отбора образцов требуется частичное разрушение конструкции, а, следовательно, и последующее восстановление, что приводит к дополнительным затратам, необходимо также отметить высокую стоимость оборудования, большую трудоемкость процесса извлечения образцов и, конечно, данные методы иногда применить практически невозможно.

Предпочтение отдается неразрушающим методам контроля прочностных характеристик арматуры и бетона. Для определения класса арматуры перспективным считается неразрушающий метод, позволяющий определить класс арматуры по измерению твердости стали. Исследованиям зависимости между прочностью и твердостью сталей на сегодняшний день посвящено много работ. Основополагающая зависимость для сталей отражена в ГОСТ 2276-77 «Металлы и сплавы. Метод измерения прочности по Бринеллю переносными твердомерами статического действия» [1, 2].

Возможность применения данного метода основывается на известной зависимости параметров прочности стали с ее твердостью. Имеется большой выбор портативных приборов, которые позволяют определять твердость стали в полевых условиях. При использовании данной методики нет необходимости в извлечении образцов, что уменьшает трудоемкость работ по определению класса арматуры путем испытания на растяжение, а также по восстановлению несущей способности поврежденного элемента.

На сегодняшний день много ученых занимаются вопросом определения зависимости «твердость – прочность», например, работы таких авторов как Дрозд М.С. «Определение механических свойств металла без разрушения», Хомич В.М., Логвинов Д.Н. «Экспериментальное исследование взаимосвязи предела текучести и некоторых чисел твердости строительных сталей» и другие, направленные на уточнение и анализ зависимости «твердость – прочность» [3, 4].

Однако большинство исследований основано на измерении твердости в лабораторных условиях по отобраным образцам, что также неизбежно приводит к повреждению конструкции при отборе образцов и необходимости последующего усиления [5].

В большинстве изданий указаны зависимости «твердость-прочность стали», полученные при исследовании прокатных профилей (швеллер, двутавр и др.), применяемых для элементов строительных конструкций [3]. Эти стали характеризуются относительно узким диапазоном прочности, небольшим

разнообразием марок и простыми способами термического упрочнения. Всего этого нельзя сказать об арматурной стали различных классов.

Однако, несмотря на всю привлекательность метода определения класса арматуры через зависимость «твердость-прочность», на результаты измерений и их выполнение влияет целый ряд факторов.

- расположение участка измерения (торцевой срез, боковая поверхность);
- ограничения применяемых методов измерения (статический, динамический, ультразвуковой);
- влияние на твердость исследуемого слоя способа подготовки поверхности (обрезка, зачистка, шлифовка, полировка);
- выбор частной градуировочной зависимости между твердостью и прочностью;
- влияние марки стали, упрочнения арматуры (термомеханическое, холодная деформация, вытяжка) на применяемую зависимость;

Пока нет однозначных результатов о влиянии различных видов стали, из которых изготавливаются арматурные стержни, а также видов термомеханического упрочнения арматуры, напряженного состояния и других факторов на существующую зависимость.

Так же влияние на показания твердомера оказывает глубина срезаемой поверхности, т.к. по сечению арматурного стержня твердость распределяется не равномерно, ближе к поверхности образца значения выше, по сравнению с остальными показаниями. Это обусловлено способом изготовления арматурного стержня.

Также часто можно встретить понятие конструкционная прочность. Конструкционная прочность часто зависит от состояния материала в поверхностных слоях детали. Одним из способов поверхностного упрочнения стальных деталей является поверхностная закалка. В результате поверхностной закалки увеличивается твердость поверхностных слоев изделия с одновременным повышением сопротивления истиранию и предела выносливости, что и обуславливает более высокие показания прочности у поверхности сечения и уменьшение к сердцевине арматурного стержня.

Среди наиболее распространенных на сегодняшний день методов определения прочности бетона в конструкциях являются методы третьей группы: ультразвуковой метод по ГОСТ 17624-2012 [6], методы ударного импульса и упругого отскока по ГОСТ 22690-88 [7].

По технике проведения испытаний можно выделить сквозное ультразвуковое прозвучивание, когда датчики располагают с разных сторон тестируемого образца, и поверхностное прозвучивание, когда датчики расположены, с одной стороны. Метод сквозного ультразвукового прозвучивания позволяет, в отличие от всех остальных методов неразрушающего контроля прочности, контролировать прочность не только в приповерхностных слоях бетона, но и прочность тела бетона конструкции. Ультразвуковые приборы могут использоваться не только для контроля прочности бетона, но и для дефектоскопии, контроля качества бетонирования, определения глубины. На зависимость «прочность бетона – скорость ультразвука» влияют следующие факторы, колебания которых нужно учитывать при применении ультразвукового метода контроля:

- количество и зерновой состав заполнителя;
- изменение расхода цемента более, чем на 30%;
- способ приготовления бетонной смеси;
- степень уплотнения бетона;
- напряженное состояние бетона.

Ультразвуковой метод позволяет осуществлять массовые испытания изделий любой формы многократно, вести непрерывный контроль нарастания или снижения прочности. Недостатком метода является погрешность при переходе от акустических характеристик к прочностным. Нельзя ультразвуковые приборы использовать для контроля качества высокопрочных бетонов. Метод сквозного ультразвукового прозвучивания позволяет контролировать прочность не только в приповерхностных слоях бетона, но и прочность тела бетона конструкции [8].

Метод ударного импульса заключается в регистрации энергии удара, возникающей в момент соударения бойка с поверхностью бетона. Приборы, использующие данный метод, отличаются небольшим весом и компактностью, а определение прочности бетона методом ударного импульса является достаточно простой операцией. Результаты измерений выдаются в единицах измерения прочности на сжатие. Также с их помощью можно определять класс бетона, производить измерение прочности под различными углами к поверхности объекта, переносить накопленные данные на компьютер.

Метод упругого отскока, как и метод пластической деформации, основан на измерении поверхностной твердости бетона. Метод упругого отскока заимствован из практики определения твердости металла. Для испытания бетона применяют приборы, называемые склерометрами, представляющие собой пружинные молотки со сферическими штампами. Молоток устроен так, что система пружин допускает свободный отскок ударника после удара по бетону или по стальной пластинке, прижатой к бетону. Прибор снабжен шкалой со стрелкой, фиксирующей путь ударника при его обратном отскоке. При проведе-

нии испытаний после каждого удара берут отсчет по шкале прибора (с точностью до одного деления) и записывают в журнал. Требования к подготовке участков для испытаний, к расположению и количеству мест удара, а также к экспериментам для построения тарировочных кривых такие же, как в методе пластической деформации. [8]

Все выше перечисленные методы являются косвенными методами неразрушающего контроля. Для каждого из них необходимо построение градуировочных зависимостей для каждой конструкции непосредственно, что приводит к неизбежному использованию методов первой и второй группы (разрушающих методов контроля и прямых методов неразрушающего контроля).

Все выше описанные методы имеют свои достоинства и недостатки, каждый из них может применяться в определенных условиях. Однако все они имеют определенную погрешность, которая влияет в результате на расчетную несущую способность конструкции.

На проведение испытаний по контролю прочности бетона неразрушающими методами влияют такие факторы как категория бетонной поверхности, тип цемента, состав цемента, тип заполнителя, условия твердения, возраст бетона, влажность и температура поверхности, карбонизация поверхностного слоя бетона, качество приборов, опыт человека, проводящего испытания и еще ряд других менее значимых факторов.

На основании изложенного ранее можно сделать следующие выводы:

1. Определение класса арматуры портативными твердомерами требует соблюдения определённых условий, изучение которых необходимо в каждом частном случае.
2. При определении прочности бетона и арматуры методами неразрушающего контроля необходимо учитывать допускаемую погрешность измерений, зависящие от прибора, которым выполняется исследование, человеческого фактора, условий проведения испытаний.
3. При определении несущей способности конструкций необходимо учитывать влияние изменчивости физико-механических характеристик бетона и арматуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Улыбин, А.В. Методы контроля параметров армирования железобетонных конструкций / А.В. Улыбин // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 1 (27).
2. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. – М. : ЦНИИПРОМЗДАНИЙ, 1997. – 179 с.
3. Хомич, В.М. Экспериментальное исследование взаимосвязи предела текучести и некоторых чисел твердости строительных сталей / В.М. Хомич, Д.Н. Логвинов // Известия вузов. Строительство. – 1999. – № 11. – С. 133–137.
4. Дрозд, М.С. – М. : Металлургия, 1965. – 171 с.
5. Ремнев, В.В. Обследование технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений : учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / В.В. Ремнев, А.С. Морозов, Г.П. Тонких. – М. : Маршрут, 2005. – 196 с.
6. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности : ГОСТ 17624-2012.
7. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля : ГОСТ 22690-88.
8. Бербеков, Ж.В. Неразрушающие методы контроля прочности бетона / Ж.В. Бербеков // Молодой ученый. – 2012. – № 11. – С. 20–23.