

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ПРОЧНОСТИ АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ

*Докт. техн. наук, проф. ЛЕОНОВИЧ С. Н.,
докт. техн. наук РУДНИЦКИЙ В. А., канд. техн. наук КРЕНЬ А. П.*

*Белорусский национальный технический университет,
ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»*

Известен способ выявления класса прочности арматуры в железобетоне при обследовании строительных конструкций зданий и сооружений, согласно которому вскрывают арматуру в предполагаемом дефектном участке железобетонной конструкции, вырезают участки арматуры. Из них изготавливают специальные образцы для последующих испытаний на разрывных машинах, по результатам которых определяют класс прочности арматуры [1]. Недостатком способа являются большая трудоемкость и затратность, а также неизбежное снижение несущей способности конструкции в месте вырезки арматуры даже после заделки места вскрытия цементным раствором.

Наиболее близок к разработанному способ определения прочности материала, заключающийся в измерении значений твердости непосредственно залегающей арматуры, в месте ее вскрытия путем нанесения удара жестким индентором по зачищенной поверхности арматуры, регистрации зависимости контактного усилия P от глубины вдавливания α , определении твердости как отношения максимальной силы к максимальной глубине вдавливания $H = \frac{P_{\max}}{\alpha_{\max}}$,

по величине которой судят о прочности материала [2]. Недостаток этого способа при использовании его для определения класса прочности арматуры – неучтенная податливость арматуры, приводящая к значительной погрешности определения твердости и прочности.

Определение класса прочности арматуры в железобетоне. Техническая задача способа заключается в повышении точности и достоверности оценки прочности арматуры, принимая во внимание влияние неплотного прилегания арматуры к бетонному ложу на показания прибора.

Сущность настоящего подхода состоит в том, что арматуру вскрывают в предполагаемом дефектном участке железобетонной конструкции, фрезеруют в арматуре продольную лыску, наносят удар с заданной кинетической энергией жестким индентором с полусферическим наконечником по зачищенной лыске арматуры, получают зависимость контактной силы P от глубины вдавливания α , определяют по ней твердость как отношение максимальной силы к максимальной глубине вдавливания $H = \frac{P_{\max}}{\alpha_{\max}}$,

дополнительно наносят удар с той же кинетической энергией по той же лыске арматуры жестким индентором с плоским торцевым наконечником, регистрируют зависимость $P = f(\alpha)$,

определяют коэффициент $k = \frac{P_{\max}}{P_{\alpha_{\max}}}$ как отно-

шение максимальной контактной силы $P_{\max}$ к контактной силе при максимальной глубине вдавливания $P_{\alpha_{\max}}$, значение которого умножают на полученное ранее значение твердости H , и определяют действительное значение твердости $H_d = kH = \frac{P_{\max}^2}{\alpha_{\max} P_{\alpha_{\max}}}$, по которому судят

о классе прочности арматуры.

Положительный эффект данного способа достигается за счет того, что оценка класса прочности арматуры осуществляется с учетом местной подвижности арматуры из-за ее неплотного прилегания, учет которого осуществляется произведением твердости на поправоч-

ный коэффициент $k = \frac{P_{\max}}{P_{\alpha_{\max}}}$, что повышает точ-

ность измерения твердости и, как следствие, достоверность определения класса прочности арматуры.

На рис. 1 представлена схема устройства, реализующего предлагаемый способ, содержащего индентор с полусферическим наконечником; на рис. 2 – экспериментальные зависимости контактного усилия P от глубины вдавливания α индентора при контроле арматуры, имеющей плотное прилегание к бетонному ложу.

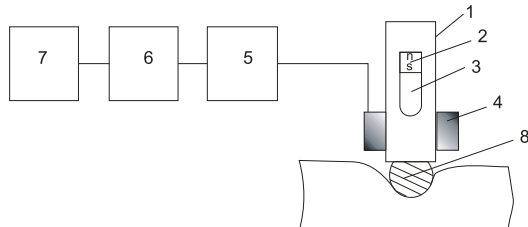


Рис. 1. Схема устройства, реализующего разработанный способ определения класса прочности арматуры в железобетоне

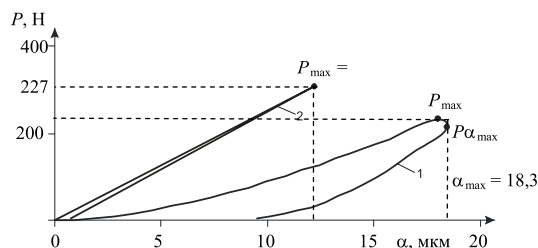


Рис. 2. Экспериментальные зависимости контактного усилия P от глубины вдавливания α индентора при плотном прилегании арматуры к бетонному ложу

На рис. 3 изображены экспериментальные зависимости контактного усилия P от глубины вдавливания α индентора при контроле арматуры, имеющей неплотное прилегание.

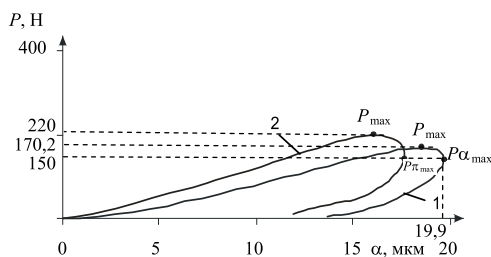


Рис. 3. Экспериментальные зависимости контактного усилия P от глубины вдавливания α индентора при неплотном прилегании арматуры к бетонному ложу

Устройство, реализующее способ (рис. 1), состоит из цилиндрического корпуса 1, внутри которого помещается индентор 2, со сферическим или плоским торцевым наконечником

и вмонтированным на другом конце постоянным магнитом 3. В нижней части корпуса, охватывая его, размещается катушка индуктивности 4, электрически связанная последовательно с блоком аналого-цифрового преобразования (АЦП) 5, микропроцессором 6 и дисплеем 7. Цифрой 8 обозначена контролируемая арматура. Согласно предлагаемому способу определение класса прочности арматуры происходит следующим образом. В месте железобетонной конструкции, наиболее опасном с точки зрения действующих напряжений или наличия дефектов, вскрывают слой бетона до залегания арматуры, фрезеруют лыску на арматуре, приставляют к ней корпус устройства и производят удар по испытуемому участку арматуры индентором, который под действием пружинного механизма (на рисунке не показан) разгоняется до момента контакта с арматурой. Затем скорость индентора в процессе удара резко замедляется до полной остановки, после чего меняет знак в фазе отскока. При движении индентора в катушке индуктивности 4 постоянным магнитом наводится аналоговый сигнал, пропорциональный скорости движения индентора, который поступает в блок АЦП, оцифровывается и далее в микропроцессоре 6 обрабатывается согласно принятому алгоритму. В результате обработки сигнала в микропроцессоре 6 получают зависимости контактного усилия P от глубины вдавливания α , которые представлены на рис. 2 и 3.

Рассмотрим примеры конкретной реализации предложенного способа. Сначала рассмотрим случай плотного прилегания арматуры, доступ к которой получен путем вырезки бетонного слоя. После выфрезерования лыски производят удар по арматуре индентором с полусферическим наконечником. Кривая 1 на рис. 2 отображает зависимость $P = f(\alpha)$, из которой находим значения $P_{\max}$ и $\alpha_{\max}$ и определяем

$$\text{твердость } H = \frac{P_{\max}}{\alpha_{\max}} = \frac{227}{18,3} = 12,41 \text{ Н/м}^2. \text{ Допол-}$$

нительно наносим по той же лыске удар индентором с плоским торцевым наконечником, регистрируем кривую $P = f(\alpha)$ (кривая 2). Кривая свидетельствует о том, что точки, соответствующие максимальной силе $P_{\max}$ и силе $P_{\alpha_{\max}}$, при максимальном вдавливании $\alpha_{\max}$ практически совпадают. Отношение этих сил $k =$

$= \frac{P_{\max}}{P_{\alpha_{\max}}} = 1$. Так как коэффициент k для нашего

случая равен 1, действительное значение твердости $H_d = H$. Рассмотрим случай плохого прилегания арматуры к бетону. Арматура взята из того же участка железобетона, что и в первом случае. Как и в предыдущем случае, наносим удар по лыске арматуры сначала индентором с полусферическим наконечником, получаем зависимость $P = f(\alpha)$ в виде кривой 1 на рис. 3 и

определяем твердость $H = \frac{P_{\max}}{\alpha_{\max}} = \frac{170,2}{19,9} = 8,6$

Н/м². Дополнительно наносим по той же лыске удар индентором с плоским торцевым наконечником, регистрируем кривую $P = f(\alpha)$ (кривая 2 на рис. 3). Видно, что точки, соответствующие значениям сил $P_{\max}$ и $P_{\alpha_{\max}}$ находятся на достаточном существенном расстоянии друг от друга. Определяем отношение сил: $k = \frac{P_{\max}}{P_{\alpha_{\max}}} \approx$

$\approx \frac{200}{150} = 1,33$, из которого находим значения

$P_{\max}$ и $\alpha_{\max}$. Умножаем значение твердости H на коэффициент $k = 1,33$ и получаем $H_d = 11,4$ Н/м². Для этого случая значение действительной твердости H_d несколько отличается от H , однако, как можно видеть, действительные твердости для двух рассмотренных случаев очень близки, что говорит о полезности предложенного способа

Предлагаемый способ определения класса прочности арматуры по сравнению с используемым в настоящее время обладает более высокой точностью и достоверностью. Кроме того, он экономит затраты в связи с тем, что отпадает необходимость вырезки арматуры и изготовления специальных образцов.

ВЫВОДЫ

Разработанный способ определения класса прочности арматуры в железобетоне, заклю-

чающийся в том, что вскрывают арматуру в предполагаемом дефектном участке железобетонной конструкции, фрезеруют в арматуре продольную лыску, наносят удар с заданной кинетической энергией жестким индентором с полусферическим наконечником по зачищенной лыске арматуры, получают зависимость контактной силы P от глубины вдавливания α , определяют по ней твердость как отношение максимальной силы к максимальной глубине

вдавливании $H = \frac{P_{\max}}{\alpha_{\max}}$, дополнительно наносят

удар с той же кинетической энергией по той же лыске арматуры жестким индентором с плоским торцевым наконечником, регистрируют зависимость $P = f(\alpha)$, определяют коэффици-

ент $k = \frac{P_{\max}}{P_{\alpha_{\max}}}$ как отношение максимальной

контактной силы $P_{\max}$ к контактной силе при максимальной глубине вдавливания $P_{\alpha_{\max}}$, зна-

чение которого умножают на полученное ранее значение твердости H и определяют действительное значение твердости $H_d = kH =$

$= \frac{P_{\max}^2}{\alpha_{\max} P_{\alpha_{\max}}}$, по которому судят о классе проч-

ности арматуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по обследованию строительных конструкций производственных зданий и сооружений тепловых электростанций: РД 153-34.1-21.326-2001. – М., 2001.
2. Рудницкий, В. А. Метод динамического индентирования для оценки механических характеристик металлических материалов / В. А. Рудницкий, А. В. Рабцевич // Дефектоскопия. – 1997. – № 4. – С. 79–86.

Поступила 22.01.2010