

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра строительных конструкций

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ  
ЗАЩИТНОГО СЛОЯ И ДИАМЕТРА АРМАТУРЫ. КОНТРОЛЬ  
ТОЧНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ  
ЧАСТОТНЫМ МЕТОДОМ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу  
«Метрология, контроль качества и испытание в строительстве»  
для студентов специальности  
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Брест 2009

УДК 624.01:624.174.24(075.8)

Методические указания построены на электромагнитном методе определения местонахождения арматуры и толщины защитного слоя в железобетонных конструкциях при помощи приборов: ИЭС-10Н, ПОИСК 2.3, ИПА-МГ4 и на определении контроля величины предварительного натяжения арматуры частотным методом при помощи прибора ИПН-6.

Указания предназначены для студентов специальности 1-70 02 01 (ПГС) всех форм обучения, а также могут быть и использованы студентами других специальностей строительного факультета.

Составитель: В.П. Бранцевич, доцент, к.т.н.

Рецензент: директор Республиканского научно-исследовательского и опытно – конструкторского предприятия «Научно-технический центр» г. Брест Найчук А.Я.

## Лабораторная работа

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ И ДИАМЕТРА АРМАТУРЫ. КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ ЧАСТОТНЫМ МЕТОДОМ

*Цель работы:* изучить и освоить электромагнитный метод определения места нахождения арматуры и толщины защитного слоя в железобетонных конструкциях. Контроль величины предварительного напряжения арматуры частотным методом

*Оборудование:* электромагнитный прибор ИЗС-10Н, измеритель защитного слоя бетона ПОИСК-2.3, электронный измеритель защитного слоя бетона ИПА МГ4, штангенциркуль, железобетонные образцы размерами 15х15х60 см, армированные гладкой арматурой диаметром 6 мм или 8 мм, компьютер и программа связи прибора ПОИСК-2.3 с компьютером.

Стенд для создания предварительного напряжения арматуры, рычажная насосная станция, домкраты, прибор-измеритель предварительного напряжения, манометр.

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Величина защитного слоя бетона "с" определяет положение арматуры в поперечных сечениях элементов, которая учитывается в расчетах (рис.1). Во время изготовления железобетонной конструкции возможно смещение арматуры в сечении, а следовательно, и изменения величины защитного слоя бетона по сравнению с проектной. Если уменьшена величина защитного слоя, то ухудшается коррозионная стойкость и снижается срок службы конструкции (особенно при работе ее на изгиб)

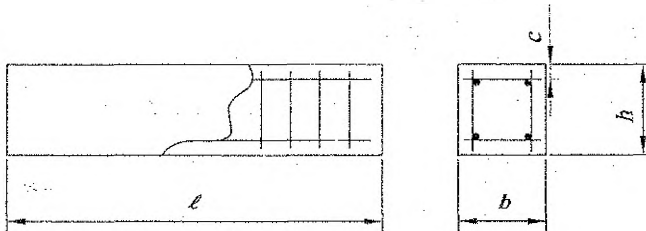


Рис.1 – Конструктивная схема балки

Определение толщины защитного слоя бетона и диаметра арматуры необходимо в следующих случаях:

- при освидетельствовании состояния железобетонных конструкций;
- при испытании и усилении конструкций;
- при контроле качества изготовленной конструкции;
- при установке приборов на арматуру.

В настоящее время измерение защитного слоя и диаметра арматуры в железобетонных конструкциях можно осуществить без разрушения бетона электромагнитным, магнитным, радиографическим или рентгенографическим методом.

Электромагнитный метод, на изучении которого мы и остановимся в нашей работе, основан на принципе взаимодействия поля с металлом. На этом принципе разработаны приборы марки ИЗС-10, ПОИСК-2.3 (измеритель защитного слоя), ИПА-МГ4 (измеритель толщины защитного слоя бетона).

## 1. Электронный прибор ИЗС-10Н

### а) Устройство и работа прибора

Электромагнитный прибор ИЗС-10Н, используемый в работе, позволяет определять толщину защитного слоя бетона в диапазоне от 0 до 150 мм. При диаметре арматуры 5...40 мм можно определить расположение арматурных стержней и диаметр арматуры при минимальном шаге 100 мм.

Прибор (рис.2) состоит из двух идентичных индукционных датчиков 1,2 трансформаторного типа, усилителя 3, индикатора с детектором 5, двухтактного генератора 4 и блока питания 6. Обмотка датчиков 1 (внутреннего- компенсационного) и 2 (внешнего- рабочего,) включенных встречно в мост Уитстона, обеспечивает высокую чувствительность прибора при разбалансировке рассматриваемой системы в случае приближения рабочей арматуры к внешнему датчику. При этом любое самое крайнее положение стрелки индикатора при движении её справа налево означает, что под датчиком находится максимальное скопление металла.

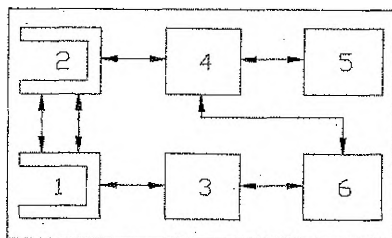


Рис. 2. Структурная схема прибора ИЗС-10Н

### б) Подготовка прибора к работе

1. Подключить преобразователь к разъему корпуса прибора.
2. При питании прибора от сети переменного тока подключить выносной блок питания к разъему ХЗ, расположенному на задней панели прибора. Нажать кнопку «Бл.ПИТ» на лицевой панели корпуса.
3. При питании прибора от батарей открыть заднюю крышку и установить батареи, закрыть крышку. Кнопка «Бл.ПИТ» должна быть отжата.
4. Включить прибор, нажав кнопку «ВКЛ» на лицевой панели.
5. Проконтролировать напряжение питания, нажать кнопку «Контр.ПИТ.» При этом стрелка индикатора должна находиться в поле черного сектора на шкале.
6. Дать прибору прогреться в течение 5 мин.
7. Провести калибровку чувствительности прибора в следующем порядке: нажать кнопку «КАЛИБР», при помощи переменного резистора «ЧУВСТВ» установить стрелку индикатора на точку, % 60 шкалы.

Примечание:

1. При проведении калибровки преобразователь должен быть удален от металлических предметов на расстояние не менее 500мм.
2. При недостаточности предела регулировки переменного резистора "ЧУВСТВ" на передней панели воспользуйтесь переменным резистором "ЧУВСТВ"ТРУБО", выведенным под шлиц на заднюю стенку прибора.
3. В процессе непрерывной работы не реже одного раза в два часа производить контроль калибровки (при нажатой кнопке "КАЛИБР"). В случае необходимости производить подстройку.

### **в) Порядок работы прибора**

1. Установить переключатель «ДИАМЕТР», мм в положение, соответствующее предполагаемому диаметру в контролируемом объекте.

2. Установить преобразователь на поверхности контролируемого объекта и, плавно перемещая его из стороны в сторону и поворачивая вокруг вертикальной оси, добиться минимума показаний индикатора прибора. При этом арматурный стержень располагается под центрами узких сторон преобразователя. Для определения расположения нужно поставить отметки на поверхность контролируемого объекта. Соединив между собой отметки, получим линию, показывающую положение стержня.

3. Глубина залегания стержня соответствует отсчету показаний индикатора прибора по верхней шкале.

4. При контроле конструкции с арматурой неизвестного диаметра следует производить измерение толщины защитного слоя бетона при любом положении переключается «ДИАМЕТР» мм, измерение повторяется при этом же положении переключателя, используя диэлектрическую прокладку (текстолит, оргстекло и др.) толщиной 10 мм. Прокладка помещается между преобразователем и поверхностью контролируемого объекта. Эта операция повторяется при всех положениях переключателя «ДИАМЕТР» мм.

То положение переключателя, для которого разница показаний индикатора при двух замерах наиболее близка к 10 мм, считается наиболее подходящим для проведения измерений на данной железобетонной конструкции.

5. Для выявления наличия арматуры в железобетонных конструкциях ручкой «ЧУВСТВ», установить стрелку на отметку шкалы «60». Установить преобразователь на контролируемую поверхность. Максимальное отклонение стрелки влево означает наличие арматуры в изделии.

### **в) Определение диаметра арматуры и глубины её залегания**

В случае полного отсутствия каких-либо предварительных данных обследования конструкции следует начинать с выявления расположения рабочей арматуры в последней, добиваясь получения на шкале прибора наименьшего показания. После достижения наименьшего показания при предполагаемом диаметре арматуры необходимо снять отсчеты при всех положениях переключателя диаметра арматуры. Затем под выносной датчик-преобразователь необходимо установить диэлектрическую прокладку толщиной 10 мм и снять опять отсчеты при всех переключателя диаметра арматуры. Положение переключателя, при котором разница в замерах диаметра арматуры без прокладки и с прокладкой составляет около 10 мм и указывает на искомый диаметр арматуры, а показания на шкале прибора без прокладки, соответствующие этому диаметру, говорят о толщине защитного слоя бетона.

Оценку точности результатов, полученных с помощью прибора ИЗС-10Н, возможно произвести с помощью специального тарировочного стенда или с помощью данных, полученных приборами ПОИСК-2.3 или ИПА-МГ4.

## **2. Измеритель защитного слоя бетона ПОИСК-2.3**

### **а) Назначение и область применения**

Измеритель защитного слоя бетона ПОИСК-2.3 предназначен для измерения толщины защитного слоя бетона, определения расположения и диаметра арматуры в диапазоне 3...50 мм в железобетонных изделиях и конструкциях в условиях предприятий, стройплощадок, эксплуатируемых зданий и сооружений. Информативным параметром прибора являются показания на графическом дисплее, соответствующие диаметру и толщине защитного слоя бетона в миллиметрах, а также тональный звуковой сигнал.

Прибор предназначен для работы в условиях умеренного климата при температуре окружающей среды от  $-10^{\circ}$  до  $+40^{\circ}$  С и максимальной влажности 90% при температуре  $+25^{\circ}$  С. Рабочий диапазон защитного слоя 0...150 мм, контролируемые параметры 3...50 мм. Питание от элементов аккумуляторов типа АА (3,0/2,5В). Масса измерителя и датчика 340 г.

Прибор ПОИСК-2.3 выполнен по структуре, приведенной на рис.3. Прибор состоит из индуктивного датчика, функционального преобразователя, дисплея, блока калибровки, микроконтроллера и клавиатурного блока.



Рис. 3 – Структурная схема прибора ПОИСК-2.3

#### б) Принцип работы с прибором

Принцип действия прибора заключается в фиксации изменения комплексного сопротивления датчика при взаимодействии его электромагнитного поля с арматурным элементом. Датчик с функциональным преобразователем формирует аналоговый сигнал, пропорциональный толщине защитного слоя. Этот сигнал воспринимается микроконтроллером и преобразуется по заложенному в программу семейству характеристик в значение толщины защитного слоя бетона.

Блок калибровки предназначен для автоматизированной настройки прибора, которая запускается нажатием клавиши "С" после предварительного удаления датчика от ферромагнитных материалов на расстояние не менее 0,5 м. При этом на дисплее появляется сообщение о калибровке и значение  $U$  начинает расти. При достижении уровня 2,000V калибровка завершается, формируется звуковой импульс, и прибор автоматически переходит в рабочий режим.

Звуковой поиск осуществляется изменением частоты тонального аудиосигнала и позволяет определять ориентацию арматурных стержней без непрерывного наблюдения за индикатором прибора. Поиск арматурных стержней осуществляется сканированием контролируемой поверхности датчиком в сочетании с его поворотом вокруг оси до получения минимально возможного для данного случая показания толщины защитного слоя. Процесс поиска отображается на дисплее показаниями  $H$  линейным индикатором. С приближением датчика к арматурному элементу тональность аудиосигнала снижается.

Определение толщины защитного слоя и неизвестного диаметра производится специальным алгоритмом процессора с использованием 20 мм эталона-прокладки из органического стекла. При этом первое измерение производится без прокладки и результат фиксируется; затем выполняется второе измерение с 20 миллиметровой прокладкой и результат выдается на дисплей.

Внешний вид прибора приведен на рис. 4. Прибор состоит из электронного блока с микроконтроллером, размещенного в корпусе, 9-клавишной клавиатуры и графического дисплея с подсветкой, расположенных на лицевой панели; датчика, соединяемого с прибором через разъем, расположенный в верхней торцевой части корпуса. Рядом с разье-

мом расположено окно инфракрасного канала связи с компьютером для передачи и последующей обработки полученных результатов измерений.



Рис. 4 – Измеритель защитного слоя бетона

Датчик выполнен в виде прямоугольной призмы, на торце которой установлен ремешок и выведен гибкий соединительный кабель. На чувствительной части датчика установлены четыре стальных шарика для улучшения скольжения и контролируемой поверхности. Доступ к элементам питания открывается после снятия крышки батарейного отсека на задней стенке корпуса. На левой боковой стенке установлен кистевой ремешок для удобства работы с прибором.

#### в) Программа связи прибора ПОИСК-2.3 с компьютером

Программа предназначена для переноса результатов измерений в компьютер, их хранения, просмотра и выборки из полученного массива, а также печати отобранных результатов в табличной форме с указанием времени и даты проведения измерений, значений толщины защитного слоя  $H$ , диаметра арматуры  $D$ , вида арматуры.

Строки окна программы ПОИСК-2.3 содержат следующие режимы работы: проект,  $H$ ,  $D$ , сканирование.

Режим "проект" служит для создания информационного файла об условиях выполнения измерений, объект контроля и т.п.

Режим " $H$ " - основной вид измерений, по которому в табличной форме выдается информация по каждому измерению:

Дата	Время	№	$D$ , мм	$d$ , мм	$H$ , мм	Арматура	Группа
------	-------	---	----------	----------	----------	----------	--------

Режим "Неизвестный диаметр": выдается информация о выполненных измерениях с определением неизвестного диаметра.

Режим "Сканирование" предназначен для анализа результатов в цифровой и графической формах.

Таблица содержит: дату, время, № серии измерений, диаметр арматуры, а также для каждой серии № измерений (до 12) и результат  $H$ . На графике для каждой серии воспроизводится 12-цветная картина измерений толщины защитного слоя [в диапазоне 0...200 мм).

### 3. Электронный измеритель толщины защитного слоя бетона ИПА-МГ4

#### а) Назначение и область применения

Прибор предназначен для оперативного производственного контроля толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры в железобетонных конструкциях магнитным методом по ГОСТ 22904-93 (рис.5).

Прибор позволяет определить диаметр арматуры по известной толщине защитного слоя бетона.

Область применения прибора – контроль толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры в железобетонных изделиях и конструкциях на предприятиях стройиндустрии, в конструкциях эксплуатируемых зданий и сооружений.

Диапазон рабочих температур от минус 10°C до плюс 40°C, относительная влажность воздуха до 80%, атмосферное давление от 630 до 800 мм рт. ст. (86...106,7кПа).

Прибор соответствует обыкновенному исполнению изделий третьего порядка по ГОСТ 12997-84\*, относится к нестандартизированным средствам измерений и является рабочим средством измерений.

#### **б) Технические характеристики**

Прибор обеспечивает измерение толщины защитного слоя бетона и определение расположения арматуры диаметром от 3 до 25 мм класса А-I ГОСТ 5781-82\* и диаметром от 8 до 40 мм класса А-III ГОСТ 5781-82\* в железобетонных изделиях и конструкциях при параметрах армирования согласно ГОСТ 22904-93 (S240; S400; S500).

Диапазон измерения толщины защитного слоя бетона в зависимости от диаметра стержней арматуры должен находиться в следующих пределах:

- при диаметре стержней арматуры 3, 4, 5, 6, 8 и 10 мм - от 3 до 40 мм;

- при диаметре стержней арматуры 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36 и 40 мм - от 5 до 70 мм.

Диапазон определения расположения арматурных стержней:

- диаметрами от 3 до 10 мм при толщине защитного слоя бетона не более 40 мм;

- диаметрами от 12 до 40 мм при толщине защитного слоя бетона не более 70 мм.

Предел допускаемой основной погрешности измерения толщины защитного слоя бетона при параметрах армирования:

шаге продольной арматуры 100 мм и более при диаметре арматурных стержней от 12 до 40 мм - не более

$$\Delta h_{зс} = +(0,05h_{зс} + 0,5) \text{ мм}, \quad (3.1)$$

где  $\Delta h_{зс}$  - предел допускаемой основной погрешности измерения толщины защитного слоя бетона, мм;

$h_{зс}$  - толщина защитного слоя бетона, мм.

#### **в) Подготовка прибора к работе**

Перед началом работы необходимо изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации прибора.

Подключить кабель преобразователя к прибору с помощью соединительного разъема. Удалить преобразователь от металлических предметов на расстояние не менее 500 мм и включить питание прибора.

При включении питания на индикаторе прибора высвечивается информация о готовности прибора к работе:

Очистить память?

Да(+),нет(-)

Нажать клавишу "+" если результаты измерений, выполненных ранее, не нужны, либо клавишу "-" если результаты предыдущих измерений необходимо сохранить в памяти «Записной книжки». При этом на индикаторе высвечивается информация:

Калибровка

СЧК=... Т=...

и прибор автоматически запускает режим настройки (калибровки).



По окончании настройки на индикаторе высвечивается информация о готовности прибора к работе в режиме измерения защитного слоя бетона «h»:

Замер защ. слоя  
кл. А3 d=12 h=

При других значениях диаметра и класса арматуры необходимо нажатием клавиши «+» («-») и «класс арматуры» ввести требуемые диаметр и класс.

### г) Порядок работы в режиме "защитный слой бетона"

1. Подготовить прибор к работе, для чего подключить преобразователи после включения питания, при необходимости, очистить память (или сохранить ранее полученные результаты); проследить, чтобы преобразователь находился на расстоянии не менее 500 мм от металлических предметов и после завершения автоматической настройки (калибровки) клавишами "d", "+" (" - ") и "класс арматуры" вывести требуемые диаметр и класс арматуры.

2. Установить преобразователь на поверхность контролируемого изделия и, плавно перемещая его из стороны в сторону и поворачивая вокруг вертикальной оси, добиться минимальных показаний цифрового кода на индикаторе прибора (максимальной тональности звукового сигнала), при этом арматурный стержень располагается под продольной осью преобразователя, а на индикаторе высвечивается информация

Поиск арм. 276

-----276 минимальное значение

Проверить работоспособность прибора приближением преобразователя к металлическим предметам, при этом индицируемое прибором значение должно уменьшаться.

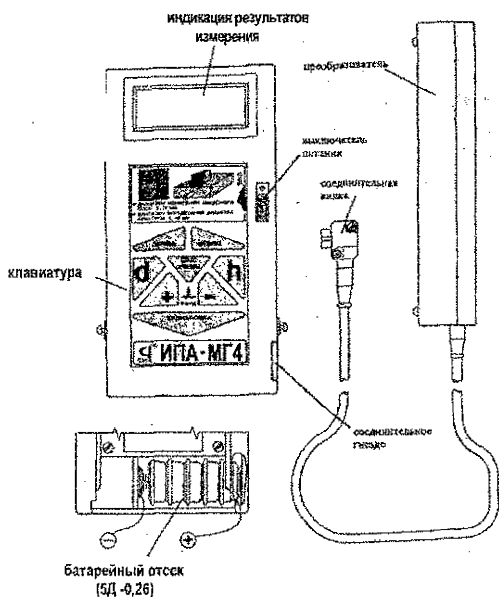


Рис. 5-- Прибор ИПА-МГ4

3. По окончании измерения снять преобразователь с изделия, при этом на индикаторе высвечивается значение измеренного защитного слоя «d» и введенные ранее значения класса и диаметра арматуры «d».

Замер защ. слоя  
кл. А3 d=14 h=23

При необходимости сохранения измеренного значения в памяти - нажать клавишу «запись».

**д) Порядок работы в режиме "определение диаметра арматуры «d».**

1. Подготовить прибор к работе, для чего подключить преобразователь, после включения питания, при необходимости, очистить память (или сохранить ранее полученные результаты).

2. Проследить, чтобы преобразователь находился на расстоянии не менее 500мм от металлических предметов и после завершения автоматической настройки (калибровки) нажатием клавиши "h" перевести прибор в режим определения диаметра арматуры, в результате чего на индикаторе высвечивается следующая информация:

Замер диаметра  
кл. А3 d= h=10

Изменение значений защитного слоя "h" и класса арматуры производится соответствующими клавишами.

3. Выполнить измерение. По окончании измерения снять преобразователь с изделия, на индикаторе при этом высвечивается значение диаметра "d", а также введенные ранее значения класса арматуры и защитного слоя "h"

Замер диаметра  
кл. А3 d=8 h=10

При необходимости сохранения измеренного значения в памяти - нажать клавишу «запись».

4. Для просмотра записанных в память значений необходимо нажать клавиши «чтение» последовательно выводить на индикатор все записанные в память результаты измерения.

Информация на индикаторе имеет при этом вид

Запись №1 h  
кл. А3 d=14 h=23

Объем памяти прибора - 32 результата.

**е) Порядок работы в режиме "определение оси арматурного стержня"**

Определение оси арматурного стержня может производиться в любом режиме работы прибора независимо от диаметра d или величины защитного слоя, введенных в память прибора ранее.

1. Подготовить прибор к работе.

2. Установить преобразователь на поверхность бетона и, перемещая его из стороны в сторону, поворачивая вокруг вертикальной оси, добиться минимального значения цифрового кода нижней строки индикатора (максимальной тональности звукового сигнала), при этом значение цифрового кода нижней строки не меняется при дальнейшем перемещении преобразователя (прибор запомнил положение преобразователя при минимальном защитном слое бетона).

Поиск арм. 216

-----191

- вид индикатора при фиксации цифрового кода нижней строки

Затем, обращая внимание на верхнюю строку индикатора, продолжить перемещение преобразователя до тех пор, пока цифровой код верхней строки не совпадет с цифровым кодом нижней строки. При этом ось преобразователя совпадет с осью арматурного стержня

Поиск арм. 191

-----191

- вид индикатора в момент совпадения оси преобразователя с осью арматурного стержня

3. Отметить на поверхности бетона положение оси арматурного стержня.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться со структурной схемой, конструкцией и органами управления приборов ИЗС-10Н, ПОИСК-2.3, ИПА-МГ4.

2. Определить расположение арматуры и точек пересечения арматуры в каркасе железобетонной конструкции.

3. Произвести определение диаметра рабочей арматуры на стенде при известной толщине защитного слоя.

4. Определить толщину защитного слоя в железобетонной конструкции при известном диаметре рабочей арматуры.

5. Определить толщину защитного слоя и диаметр рабочей арматуры при полном отсутствии каких-либо исходных данных (табл. 1).

6. Оценить точность результатов, получаемых с помощью прибора марки ИЗС-10Н с данными, полученными приборами ПОИСК 2.3 и ИПА-МГ4.

7. Выполнить сравнение и анализ полученного материала с формулировкой последующих выводов.

Таблица 1. – Определение диаметра арматуры и толщины защитного слоя бетона

Диаметр арматуры d, мм	Отсчет по вертикальной шкале, C <sub>0</sub>	Толщина t	Суммарный отсчет C <sub>1</sub> = C <sub>0</sub> + t	Отсчет по вертикальной шкале, C <sub>2</sub>	$\Delta = C_2 - C_1$
16					
12					
10					
8					
6					

#### 4. Контроль точности предварительного натяжения арматуры частотным методом

Метод основан на зависимости частоты (периода) первого тона гармонических свободных (собственных) упругих поперечных механических колебаний натянутой арматуры от величины напряжения (усилия на растяжение) в ней. Используется для контроля  $\sigma_{sp}$  стержневой и проволоочной арматуры при механическом и электротермическом (после остывания стержней) способах натяжения арматуры на заводах ЖБИ согласно требованиям ГОСТ 22362-77.

Если арматурному стержню сообщить поперечное смещение с помощью удара, то указанная выше взаимозависимость параметров запишется

$$\frac{1}{T} = f = 1,77 \cdot L^{-1} \cdot \sqrt{\sigma} \quad (1)$$

Принцип дискретного отсчета числа собственных поперечных колебаний (N) арматурного стержня длиной (L) между точками закрепления за единицу времени (10 сек.) положен в основу работы приборов типа ИПН-6.

Преобразуя формулу (1) получим

$$\sigma = 0,3192 \cdot 10^3 \cdot L^2 \cdot N^2, \text{ МПа} \quad (2)$$

Данная зависимость характерна для однородной струны неподвижно закрепленными концами. Арматуру можно считать таковой не учитывая различную жесткость арматуры периодического профиля относительно главных осей инерции поперечного сечения и при выполнении требований табл. 2.

Таблица 2 – Минимальные длины арматурных элементов, при которых их можно рассматривать как струну

Напряжение в арматуре, МПа	Длина элемента в м при диаметре арматуры					
	5	12	14	20	28	36
300,0	3,0	7,2	8,4	12,0	16,8	21,6
500,0	2,32	5,56	6,5	9,26	13,0	16,7

Возбуждение арматурного элемента должно производиться только в одной точке - посередине пролета следующими способами: ударом поперек стержня, щипком механическим и щипком электромагнитным. При расстоянии между точками закрепления менее 3,0 м следует использовать удар, который выполняется металлическим молотком с резиновой поверхностью или деревянным молотом с целью исключения возбуждения нечетных форм колебания, искажающих основной результат.

Определение напряжения натяжения арматуры может быть выполнено и по номограмме. Номограмма учитывает усредненный модуль упругости ( $E = 2,1 \times 10^5 \text{ МПа}$ ) и характер закрепления концов арматуры; при шарнирном закреплении  $K= 1.0$ , при защемлении конца стержня цапговыми захватами  $K=0.3$ .

## ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ

1. Стенд для натяжения арматуры с гидравлической системой (насосная станция, домкрат, манометр Прибор ИПН-6, штангенциркуль, рулетка.

2. Прибор ИЗС-10Н, диэлектрическая прокладка толщиной 10+1 мм, удлинитель электрический. Приборы ПОИСК-2.3, ИПА-МГ4.2, ИПН-6.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучаются настоящие методические указания и устройство прибора по паспортным данным.

2. Ознакомление с установкой для натяжения арматуры, определяя при этом: класс точности манометра насосной станции, диаметр, тип закрепления концов и расстояние между точками закрепления натягаемой арматуры.

3. Производится натяжение арматуры. На каждом этапе фиксируются показания манометра и частота собственных колебаний стержня прибором ИПН-6, как среднее из пяти измерений.

4. Выполняется обработка данных и сопоставление величины напряжения в арматуре, полученной двумя способами с использованием: показаний манометра, гидродомкрата, показаний ИПН-6.

5. Группе студентов (2-3) человека предлагается определить ориентацию, диаметр арматуры и толщину защитного слоя.

6. Ознакомление с устройством приборов, порядком подготовки к работе.

7. Производится калибровка приборов, определение направления арматуры, ее диаметра и величина защитного слоя.

8. Выполняется обработка данных, анализ и сопоставление с фактическими величинами.

9. Составляется письменный отчет, который подлежит защите до начала следующей лабораторной работы.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие Вы знаете методы преднапряжения арматуры?
2. Оцените влияние снижения предварительного напряжения арматуры на эксплуатационные параметры ЖБК?
3. Назовите параметры, определяющие качество ЖБК?
4. Какие факторы влияют на величину преднапряжения?
5. Как влияет на надежность ЖБК толщина защитного слоя?
6. Объясните принцип работы приборов ИЗС-10Н, ПОИСК-2.3, ИПА-МГ4.2, ИПН-6.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Контроль натяжения арматуры предварительно-напряженных конструкций. Справочное пособие / Под ред. Н.М. Богина. – М.:Стройиздат, 1976. – 95с.
2. Конструкции железобетонные. Магнитный способ определения толщины, защитного слоя бетона и расположения арматуры: ГОСТ 22904-78. – М: 1978.
3. Землянский, А.А. Обследование и испытание зданий и сооружений. – М., 2004.

Учебное издание

Составитель: Бранцевич Владимир Петрович

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ  
ЗАЩИТНОГО СЛОЯ И ДИАМЕТРА АРМАТУРЫ. КОНТРОЛЬ  
ТОЧНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ  
ЧАСТОТНЫМ МЕТОДОМ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу  
«Метрология, контроль качества и испытание в строительстве»  
для студентов специальности  
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Ответственный за выпуск: Бранцевич В.П.  
Редактор: Строкач Т.В.  
Компьютерный верстка: Боровикова Е.А.  
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 1.09.2009 г. Формат 60 x 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага «Снегурочка».  
Уч.-изд. л. 0,93. Усл. печ. л. 1,0. Тираж 50 экз. Заказ № 810.  
Отпечатано на ризографе Учреждения образования  
«Брестский государственный технический университет».  
224017. Брест, ул. Московская, 267.