

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для лабораторной работы № 3

по дисциплине «Неразрушающие методы контроля строительных материалов и конструкций»

Ростов - на – Дону ДГТУ
2022

УДК 338.45:693.5

Составители: к. т. н., доц. Е.Ю. Романенко

Методические указания для лабораторной работы № 3 по дисциплине «Неразрушающие методы контроля строительных материалов и конструкций». – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2022. – 28 с.

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 3 по дисциплине «Неразрушающие методы контроля строительных материалов и конструкций».

Предназначены для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», профиль подготовки «Таможенная и судебная экспертиза строительных материалов и изделий» заочной формы обучения.

УДК 338.45:693.5

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор канд. техн. наук, доцент А.В. Налимова

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии» канд. техн. наук, доцент А.В. Налимова

В печать _____.2022 г.

Формат 60×84/16. Объем ____ усл.п.л.

Тираж ____ экз. Заказ № ____.

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г.Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
Технический университет, 2022

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

Ультразвуковой способ контроля бетона применяется при проверке конструкций толщиной до 5-15 м, ударный - при проверке конструкций значительной толщины и протяженностью до 30 м.

Приборы для контроля качества бетона ультразвуковым способом позволяют наблюдать процесс и измерять время распространения упругих колебаний в теле бетона. Обычно измерения производят в поперечном направлении (сечении) конструкции, для чего излучатель и приемник импульсов устанавливают соосно с двух ее сторон. К ультразвуковым относятся такие приборы, как УКБ-1М, УК-14ПМ (рисунок 1), Бетон-32 (рисунок 2), ПУЛЬСАР-1.0 (рисунок 3) и др.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПРИБОР УКБ-1М

Прибор УКБ-1М представляет собой переносный прибор для оценки качества бетона и определения внутренних дефектов в нем путем измерения акустических характеристик процесса распространения импульсов ультразвуковых колебаний в бетоне: скорости их распространения, степени затухания и формы огибающих импульсов. Основной искомой величиной является время распространения колебаний (м/с), определяемое по масштабу меток времени прибора между посланным и принятым сигналами. В итоге оценивается плотность, прочность (марка) конструкций, обнаруживаются дефекты в них.

БЕТОНОСКОП УК-14ПМ

УК-14ПМ бетоноскоп предназначается для измерения времени распространения продольных ультразвуковых колебаний и длительности фронта первого вступления принятого сигнала.

Принцип действия приборов бетоноскопы УК-14ПМ основан на ультразвуковом импульсном методе с отдельным вводом в материал и последующим приемом прошедших через него УЗК.



Рисунок 1 - Ультразвуковой бетоноскоп УК-14ПМ

Также этот прибор может называться: УК14ПМ, УК 14ПМ, УК14-ПМ, УК-14-ПМ, УК14 ПМ.

Бетоноскопы УК-14ПМ предназначаются для:

- определения прочности бетона в сборных и монолитных бетонных и железобетонных изделиях и конструкциях;
- контроля твердения бетона в сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкциях в процессе тепловой обработки и твердения их в естественных условиях;
- для контроля качества огнеупорных бетонных изделий;
- определения прочности при сжатии кирпича и камней силикатных;
- для определения скорости распространения упругих продольных волн в твердых горных породах.

УК-14ПМ может также использоваться для обнаружения дефектов типа несплошности (зон расслоения и нарушенного адгезионного сцепления) в изделиях из бетона.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УК-14ПМ:

Рабочие частоты - 0,06 МГц; 0,1 МГц.

Диапазон скоростей - от 330 м/с до 6500 м/с.

Диапазон измерения времени распространения УЗК - от 20 мкс до 8800 мкс.

Разрешающая способность шкалы индикатора:

- в диапазоне от 20 мкс до 899,9 мкс - 0,1 мкс;
- в диапазоне от 900 мкс до 8800 мкс - 1,0 мкс.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения времени распространения УЗК - $\pm (0,01t + 0,1)$ мкс, где t - измеренное время.

Диапазон измерения длительности переднего фронта импульса УЗК - от 3 мкс до 30 мкс.

Разрешающая способность шкалы индикатора УК-14ПМ при измерении длительности переднего фронта импульса УЗК - 0,1 мкс.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длительности переднего фронта импульса УЗК - $\pm(0,05 T_{\text{изм}} + 0,1)$ мкс, где $T_{\text{изм}}$ - измеренная длительность фронта.

Абсолютная чувствительность бетоноскопа УК-14ПМ - 110 дБ.

Источники питания - три гальванических элемента А343 типа ПРИМА с номинальным напряжением 4,5 В.

Ток, потребляемый электронным блоком - не более 100 мА.

Количество измерений за 1 час - не менее 300.

Габаритные размеры:

- электронного блока с автономным источником питания - 135×55×185 мм;
- преобразователя - 40×45×70 мм;
- устройства прозвучивающего с автономным источником питания и с преобразователями - 250×160×100 мм.

Масса:

- электронного блока с автономным источником питания - не более 1,3 кг;
- преобразователя - не более 0,2 кг;
- устройства прозвучивающего с автономным источником питания и с преобразователями - не более 1 кг.

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ УК-14ПМ:

Температура окружающего воздуха - от -10°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Относительная влажность при $+35^{\circ}\text{C}$ - до 95%.

Атмосферное давление - от 84 кПа до 106 кПа.

Высота над уровнем моря - до 1000 м.

В бетоноскопах УК-14ПМ предусмотрены два режима работы. В первом режиме работы прибор автоматически измеряет время, за которое передний фронт ультразвукового импульса проходит известную базу в материале образца и изделия, на основании чего рассчитывается скорость распространения волн. Во втором режиме работы УК-14ПМ измеряет длительность фронта первой полуволны принятого ультразвукового импульса.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕСТЕР БЕТОНА БЕТОН-32

Измеритель прочности Бетон-32, предназначен для:

- определения прочности бетона в сборных и монолитных бетонных и железобетонных изделиях и конструкциях по методике, изложенной в ГОСТ 17624;
- определения прочности при сжатии кирпича и камней силикатных по методике, изложенной в ГОСТ 24332.



Рисунок 2 - Ультразвуковой тестер бетона Бетон-32

Прибор может быть использован для определения прочности бетонов классов В 7,5 ÷ В 55 (М100 – М600) на сжатие при обязательном выполнении

условия, что погрешность определения прочности по методике ГОСТ 17624 не превышает 12%.

Принцип действия основан на измерении времени распространения УЗ колебаний в строительных материалах при сквозном и поверхностном прозвучивании на установленной базе, согласно методикам ГОСТ 24332 и ГОСТ 17624. Измерение производится контактным импульсным методом без сканирования поверхности объекта с цифровым отсчётом результатов измерений.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Диапазон измерения времени распространения УЗ колебаний от 15,0 до 9999,9 мкс.

Дискретность отсчета цифрового дисплея 0,1 мкс.

Погрешность измерений $\pm (0,01t + 0,1)$ мкс, где t - измеренное время распространения УЗ колебаний в мкс.

База для сквозного прозвучивания не менее 50 мм.

База для поверхностного прозвучивания $(120 \pm 1,0)$ мм.

Рабочая частота УЗ ПЭП для сквозного и поверхностного прозвучивания 100 кГц.

Максимальный размер контактной площадки УЗ ПЭП для сквозного прозвучивания ≤ 25 мм.

Время установления рабочего режима 1 сек.

Время непрерывной работы прибора от свежезаряженного аккумулятора типоразмера «PP3» (9,0 В) не менее 50 ч при температуре 20 °С.

Порог включения автоматической сигнализации разряда встроенного источника питания $(5,6 \pm 0,2)$ В.

Напряжение питания прибора от 5,6 до 10,0 В.

Диапазон рабочих температур от -10 °С до $+50$ °С.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕСТЕР МАТЕРИАЛОВ ПУЛЬСАР - 1.0

Ультразвуковой тестер материалов ПУЛЬСАР - 1.0 предназначен:

- для измерения времени и скорости распространения ультразвуковых волн в твердых материалах при поверхностном и сквозном прозвучивании.

- определения прочности, плотности и модуля упругости, а также звукового индекса абразивных материалов, по предварительно установленным зависимостям данных характеристик от скорости распространения УЗ колебаний.

Основные области применения:

- определение прочности бетона согласно ГОСТ 17624-87 "Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности при технологическом контроле, а также при обследовании зданий и сооружений, в том числе в сочетании с другими методами (ударно-импульсным, отрыв со скалыванием др.);
- поиск дефектов в бетонных сооружениях по аномальному снижению скорости;
- оценка пористости, трещиноватости и анизотропии композитных материалов;
- определение модуля упругости и плотности.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СОСТАВ

Диапазон измерения времени распространения УЗ колебаний, мкс 10...9999;

Дискретность измерения времени УЗ колебаний, мкс 0,1;

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения времени распространения УЗ колебаний, мкс $\pm(0.01t + 0.1)$, - где t - время распространения;

Предел допускаемой дополнительной погрешности измерения времени распространения УЗ импульсов при отклонении рабочей температуры окружающей среды на каждые 10°C в пределах рабочего диапазона от основной погрешности, не более 0,5;

Фиксированная база измерений при поверхностном прозвучивании, мм 120 ± 3 ;

Абсолютная чувствительность прибора, дБ 110;
Амплитуда напряжения генератора зондирующих импульсов, В 500 ± 100 ;
Рабочая частота колебаний, кГц 60 ± 20 ;
Память результатов, серий 200;
Питание от 2 аккумуляторов типа АА, В 2.5;
Потребляемый ток, не более, мА 50;
Продолжительность непрерывной работы, не менее, ч ;30
Средняя наработка на отказ, не менее, ч 4000;
Габаритные размеры электронного блока, мм 205x105x60;
Габаритные размеры плоского преобразователя, мм $\varnothing 36 \times 62$;
Масса прибора в сборе, не более, г 2100.

УСТРОЙСТВО ПРИБОРА

Принцип работы

Работа прибора основана на измерении времени прохождения ультразвукового импульса в материале изделия от излучателя к приемнику. Скорость ультразвука вычисляется делением расстояния между излучателем и приемником на измеренное время. Для повышения достоверности в каждом измерительном цикле выполняется 6 измерений, и результат формируется путем их статистической обработки и отбраковки выбросов. Далее оператор выполняет серию от 1 до 15 измерений (по его выбору), которая также подвергается математической обработке с определением среднего значения и коэффициента вариации.

Скорость распространения ультразвуковой волны в материале зависит от его плотности и упругости, от наличия дефектов (трещин и пустот), определяющих прочность и качество. Следовательно, прозвучивая элементы изделий, конструкций и сооружений можно получать информацию:

- о прочности и однородности;
- о модуле упругости и плотности;
- о наличии дефектов и их локализации.

Возможны варианты прозвучивания со смазкой и сухим контактом (протекторы, конусные насадки), представленные на рис. 4.

Устройство

Прибор (см. рис. 3) состоит из: электронного блока, имеющего на лицевой панели 9-ти клавишную клавиатуру и графический дисплей, в верхней торцевой части корпуса установлены разъёмы для подключения датчиков, под разъемами расположены элементы инфракрасного канала связи с компьютером для передачи и обработки информации. Доступ к аккумуляторам осуществляется через крышку батарейного отсека на нижней стенке корпуса.

Комплект датчиков, имеет в своём составе приемник и излучатель, подключаемые к электронному блоку посредством кабелей.



Рисунок 3- Прибор "Пульсар - 1.0"

1 – вход подключения приемного преобразователя;
– выход подключения излучающего преобразователя

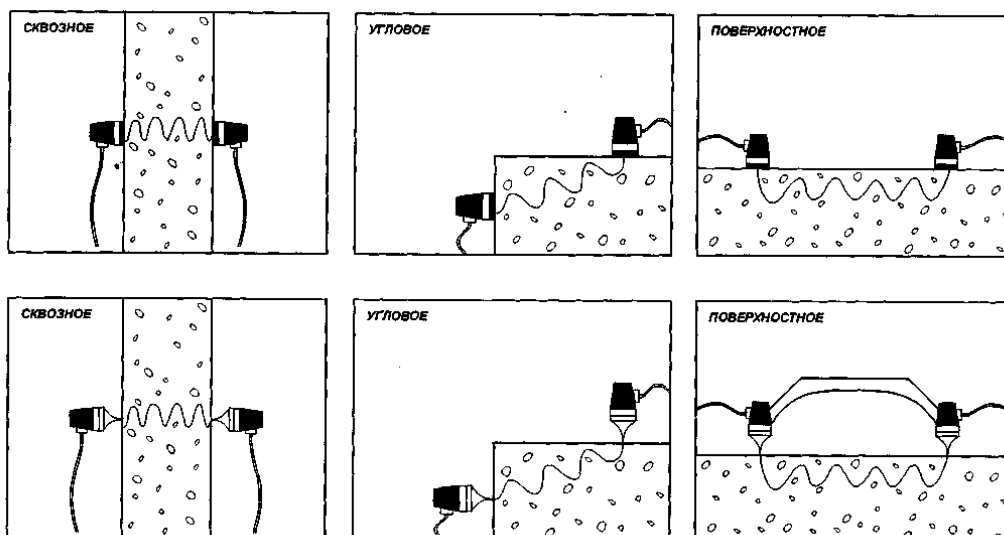


Рисунок 4- Способы прозвучивания

Клавиатура

Состоит из 9 клавиш (рисунок 3).

Нажатие любой клавиши сопровождается звуковым сигналом.

Клавиша «О» используется для включения и выключения прибора. Если измерения не выполняются, происходит автоматическое отключение прибора через заданное оператором время.

Клавиша «М» служит для перевода прибора из режима меню в режим измерения (measuring), а также для фиксации очередного результата в памяти (memory).

Клавиша «F» является функциональной и предназначена для:

- входа в главное меню из режима измерения;
- входа и выхода из пунктов главного меню и подменю.

Клавишами «←→», «→» управляется курсор (мигающий знак, цифра и т.п.) в режиме установки параметров работы и осуществляется просмотр памяти результатов по номерам из режима измерения.

Клавиши «↑», «↓» предназначены для:

- выбора строки меню;
- просмотра памяти результатов по датам из режима измерения;
- установки числовых значений (кратковременное нажатие изменяет значение

на единицу, а при удержании происходит непрерывное увеличение числа).

Клавишей «С» выполняется проверка на стандартных образцах, включение курсора при установке даты и времени, удаление результата непосредственно после его получения.

Система меню прибора

Прибор оснащен графическим дисплеем, формирующим текстовые и графические изображения. Требуемый режим работы пользователь задаёт через систему меню прибора (см. Приложение 3), ориентируясь по сообщениям дисплея.

При включении питания прибора на несколько секунд появляется сообщение о напряжении источника питания и температуре, затем прибор переключается в главное меню:

База измерения
Режим работы
Измер. параметр
Материал
Калибровка
Парам. преобраз.
Базовые парам.
Дополнительно ►

Требуемая строка выбирается клавишами «↑», «↓» и выделяется тёмным фоном.

При работе прибора в режиме главного меню на дисплее одновременно отображается только шесть пунктов меню. Остальные появляются при перемещении клавишами «↑», «↓» по пунктам меню.

Главное меню состоит из 8 пунктов: база измерения, режим работы, измеряемый параметр, материал, калибровка, параметры преобразования, базовые параметры, дополнительно. Для перехода к работе с данным пунктом меню необходимо выбрать его клавишами «↑», «↓» и нажать клавишу F. Для возврата в главное меню повторно нажать F.

Описание работы с меню.

Пункт главного меню "База измерений"

Предназначен для задания базы измерений от 0 до 999 мм. Стрелкой «→» выбирается разряд числа для его измерения, а стрелками «↑», «↓» устанавливается его значение. Для запоминания результата и возврата в главное меню нажать клавишу F.

Пункт главного меню "Режим работы"

Позволяет выбрать один из основных режимов: сквозное или поверхностное прозвучивание. Выбор производится любой клавишей со стрелкой.

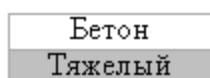
Пункт главного меню "Измеряемые параметры"

Предназначен для выбора параметра преобразования: прочности R, плотности ρ , модуля упругости E, звукового индекса C. Выбор производится любой клавишей со стрелкой.

Пункт главного меню "Материал"

Для задания требуемого материала выбираем пункт главного меню «Материал» нажимаем клавишу F, стрелками выбираем вид материала: бетон, кирпич, углеграфит, абразивы (например бетон). Нажимаем клавишу F и выбираем тип материала:

- для бетона: тяжелый, легкий, №№ 1,2,3;



- для кирпича: керамический, силикатный, №№ 1,2,3;
- для углеграфита №№ 1,2,3,4; -абразивы №№ 1,2,3,4.

Запоминание результата и возврат в главное меню осуществляется нажатием клавиши F.

Пункт главного меню "Калибровка"

При сквозном и поверхностном прозвучивании осуществляется на образце ОСО. Калибровку запускают нажатием клавиши "С", после ее завершения индицируется время аппаратной задержки Δt . Для запоминания результата калибровки и выхода в главное меню нажать клавишу "F" или "M".

Пункт главного меню "Параметры преобразования"

Если задан режим измерения прочности, то при выборе пункта «Параметры преобразования» на дисплее необходимо задать коэффициенты полинома для пересчёта зависимости «скорость распространения - прочность»:

Прочность
$A_0 = + 0,00E+0$ МПа
$A_1 = + 1.00E+0$ МПа с/м
$A_2 = + 0.00E+0$ МПа с ² /м ²
$A_3 = + 0.00E+0$ МПа с ³ /м ³
Разм: МПа

Курсор клавишами «←», «→» перемещается на требуемый знак или разряд для установки значения коэффициентов полинома третьей степени:

$$R = A_0 + A_1 V + A_2 V^2 + A_3 V^3 \quad (1)$$

$$A_i = +0,00 10^{+0}$$

где A_i - коэффициенты, размерность на базе МПа;

i - 1, 2, 3;

$E = 10$;

R - прочность, МПа (кг/см², Н/м²);

V - скорость ультразвука, м/с.

Размерность прочности выбирается пользователем.

При измерении плотности - задать коэффициенты полинома для пересчёта зависимости «скорость распространения - плотность»:

Плотность
$B_0 = +0.00E+0$ г/см ³
$B_1 = +1.00E+0$ г с/см ³ м
$B_2 = +0.00E+0$ г с ² /см ³ м ²
Разм: г/см ³

$$\rho = B_0 + B_1 V + B_2 V^2 \quad (2)$$

где $B_i = +0,00 10^{+0}$ - коэффициенты полинома;

ρ - плотность, г/см³, т/м³.

При измерении модуля упругости - задать коэффициенты для пересчёта зависимости «скорость распространения - модуль упругости»:

Модуль упругости
$\gamma = 0.0 \text{ г/см}^3$
$\phi = 0.0$
Разм.: Н/мм²

$$E = \frac{\gamma V^2}{9,81 \phi} 10^5 \quad (3)$$

где γ - объемный вес, г/см³

ϕ - коэффициент

При измерении звукового индекса - задать коэффициенты для пересчёта зависимости «скорость распространения - звуковой индекс»:

Звуковой индекс
$k = 1.00$

k - безразмерный коэффициент

Пункт главного меню "Базовые параметры".

Позволяет установить заводские настройки прибора (в случае, когда настройки отсутствуют, коэффициенты нулевые). Это не освобождает пользователя от проведения испытаний и ввода индивидуальных зависимостей «скорость распространения - прочность», «скорость распространения - плотность», «скорость распространения - модуль упругости», «скорость распространения - звуковой индекс».

Пункт главного меню "Дополнительно" позволяет:

- просмотреть использование ресурсов памяти прибором;
- очистить память прибора от всех результатов;
- установить (изменить) эталонное время для стандартного образца, например, в связи с его заменой на другой;
- установить период следования зондирующих импульсов;
- индицировать напряжение источника питания, выбрать вид элементов питания (аккумулятор или батарея);
- установить (изменить) дату и время;
- установить интервал времени для автоматического отключения прибора после прекращения измерений;
- выбрать русский или английский язык текстовых сообщений;

- получить краткие сведения о модификации прибора;
- произвести заводские установки (только для изготовителя).

Режим измерений

Для перехода из главного меню в режим измерений необходимо нажать клавишу «М».

Бетон тяжелый	№ 17
L = 100мм	T = 20,9 мкс
V = 4785 м/с	
R ₀₁ = 29,3 МПа	
Поверхностное прозвуч.	
* 11:04	31 окт.

В верхней строке дисплея указывается вид материала и номер текущего измерения заносимого в память прибора. В следующей строке указывается выбранная база измерений и время прохождения УЗ колебаний.

Далее в зависимости от установок в пункте главного меню «Измеряемые параметры» на дисплее индицируется одна из четырех зависимостей: «скорость распространения - прочность», «скорость распространения - плотность», «скорость распространения - модуль упругости» или «скорость распространения - звуковой индекс».

В нижней части дисплея индицируется режим работы (поверхностное или сквозное прозвучивание), текущие время и дата.

При установлении акустического контакта через контролируемый материал в нижней строке дисплея индицируется "*", а также значение коэффициента вариации для завершенной серии измерений, в %. При нарушении акустического контакта (при скорости менее 1000 м/с) для всех измеряемых параметров индицируется "?".

Режим памяти

Прибор оснащен памятью для длительного хранения результатов 200 серий. По каждой серии сохраняется следующая информация:

- среднее значение результатов серии и коэффициент вариации (по скорости ультразвука, прочности, плотности,...);
- до 15 результатов единичных измерений, формирующих серию, и данные по

их выбраковке;

- номер измерений, дата и время получения результата;
- режим измерений, вид материала, величина базы прозвучивания.

Данные заносятся в память подряд, начиная с 1 номера для каждой даты календаря. Когда память прибора заполняется полностью, ее можно очистить через пункт меню "очистка памяти", либо самые старые данные будут удаляться автоматически, освобождая место для каждого нового результата.

Просмотр содержимого памяти осуществляется только из режима измерения как по номерам (клавишами «←», «→»), так и по датам (клавишами «↑», «↓»). Пример окна дисплея с общими данными серии:

Бетон	№ 003
L = 100 мм	
$\bar{R} = 24,7$ МПа	
Поверхностное прозвуч.	
W = 2,3%	12:30 3 нояб.

R - среднее значение прочности после выбраковки,

W - коэффициент вариации.

Для получения единичных результатов нажать клавишу "F", при этом на дисплее появится изображение:

№	V, м/с	R, МПа	Бр
1	4230	24,1	
2	3443	14,4	✓
3	4270	24,4	
4	4341	24,9	
5	4332	24,8	↓

Посредством клавиши «↓»открывается поле окна с номерами единичных результатов от 6 до 15.

Из любой точки просмотра можно выйти в режим измерения нажатием клавиши "M".

Любой результат можно удалить нажатием клавиши "C".

ПОРЯДОК РАБОТЫ

Подготовка к работе и включение

Для работы с прибором следует:

- подсоединить к прибору датчики (приемник и излучатель), которые в случае фиксированной базы должны быть установлены на специальной ручке;
- включить прибор нажатием клавиши "О", при этом на дисплее должно появиться сообщение о температуре и напряжении питания, а через несколько секунд - главное меню; если дисплей не работает или сообщает о необходимости зарядки аккумуляторов, следует произвести их зарядку.

Выбор режимов работы

До начала эксплуатации прибора необходимо выполнить установку режимов работы.

В "Пульсаре - 1.0" предусмотрено несколько режимов работы, выбираемых пользователем в зависимости от способа прозвучивания, измеряемых параметров, материала и базы измерения. Перед началом измерений пользователь должен выбрать указанные ниже пункты главного меню (выделены жирным шрифтом) и установить необходимые параметры:

Способы прозвучивания (пункт меню **Режим работы**): сквозное и поверхностное.

База измерения.

Основные виды материалов (пункт меню **Материал**):

- бетон (тяжелый, легкий);
- кирпич (керамический, силикатный);
- углеграфит;
- абразивы.

Измеряемый параметр: прочность R , плотность ρ , модуль упругости E , звуковой индекс C (только для абразивов).

Параметры преобразования. Если прибор ранее не эксплуатировался, следует провести самостоятельно испытания и определить коэффициенты преобразования скорости ультразвука в соответствующий параметр (R , ρ , E , C)

экспериментальным путем (для бетона по ГОСТ 17624-87), затем установить (или изменить) значения коэффициентов через пункт главного меню "Параметры преобразования".

В пункте главного меню "Дополнительно" подпункт "Период импульсов" можно изменить период следования зондирующих импульсов от 0,2 сек до 1 сек. Для повышения производительности контроля целесообразно устанавливать минимальный период, однако при контроле изделий небольших размеров с малым затуханием ультразвука период следует увеличивать, чтобы не допускать больших разбросов показаний прибора.

Перед началом испытаний рекомендуется проверить работу прибора на эталоне; если показания прибора отличаются от эталонного значения времени более, чем на 0,5 мкс. следует выполнить калибровку через пункт главного меню Калибровка.

Все произведенные установки при выключении прибора не теряются. При изменении условий измерений работы требуется только частичное изменение настроек.

Проведение измерений

Для перехода в режим измерения из режима меню необходимо нажать клавишу «М», на дисплее появится соответствующее режиму изображение окна.

Режим поверхностного прозвучивания с фиксированной базой. Установить датчик на контролируемый объект обоими преобразователями перпендикулярно поверхности изделия и прижать с усилием 5 - 10 кг.

Убедиться в отсутствии грубых отклонений показаний от ожидаемого уровня и при стабильных показаниях нажать клавишу "М", зафиксировав таким образом первый результат.

Для получения более точного результата измерений рекомендуется удерживать датчик на объекте в течение 10-30 секунд, наблюдая за сменой показаний и фиксируя результат по максимальной скорости ультразвука; разброс показаний вызван ненадежностью акустического контакта и помехами, поэтому при измерениях датчик должен быть неподвижен.

Далее повторить измерения на других участках объекта, каждый раз фиксируя результат нажатием клавиши "М", последний результат серии фиксируется клавишей "М" с выдачей среднего значения серии и коэффициента вариации.

Режим сквозного прозвучивания

Если измерения выполняются с конусными насадками, протекторами или со смазкой, то для этого варианта необходимо откалибровать прибор на эталоне.

Измерить линейкой или штангенциркулем толщину контролируемого материала и ввести ее значение через пункт главного меню "база измерения".

Установить датчик на контролируемый объект. В процессе измерений оператор двумя руками прижимает излучатель и приемник к контролируемому объекту до получения устойчивых показаний, а затем снимает датчик с объекта, при этом показания на дисплее автоматически удерживаются до очередного прижатия.

Если результат измерений требуется занести в память прибора, следует нажать клавишу "М".

Если при смене показаний значения скорости существенно отличаются друг от друга необходимо проверить правильность установки базы измерения и качество акустического контакта системы "датчик-объект".

Проверка работоспособности

Проверка работоспособности прибора должна выполняться при изменении условий измерения (смене протекторов и датчиков, износе конусных насадок, резком изменении температуры, влажности и т.п.), а также с целью периодической проверки исправности прибора.

Проверка работоспособности производится в двух режимах работы прибора:

- при сквозном прозвучивании;
- при поверхностном прозвучивании.

Для проверки работоспособности следует:

Включить прибор, установить "Режим работы" (сквозное или поверхностное прозвучивание), базу измерений (меню "База измерений") и проверить правильность установки эталонного времени через пункт главного меню "Дополнительно" подпункт "Эталонное время". Это время должно соответствовать времени, указанному на образце для режимов поверхностного (сквозного) прозвучивания.

Выбрать режим работы «Калибровка». Установить преобразователи на эталон, прижать с усилием 5 - 10 кг и, удерживая их неподвижно, нажать клавишу "С". Калибровка выполняется автоматически и на дисплей выдается сообщение о завершении калибровки с указанием времени аппаратной задержки $\Delta\tau$ (с конусными насадками $\Delta\tau \approx 20...22$ мкс, без насадок $\Delta\tau \approx 1 ...3$ мкс)*.

Если аппаратные задержки существенно отличаются от указанных значений, необходимо проверить качество акустического контакта (преобразователя с конусной насадкой или преобразователя с объектом) и стабильность показаний на образце.

Для фиксации результата калибровки нажать клавишу Использование памяти.

Вывод результатов на компьютер

Прибор оснащен каналом инфракрасной оптической связи с компьютером.

Для передачи информации с прибора на компьютер (предварительно установить на компьютер программу "Пульсар -1.0") необходимо:

Включить компьютер и вызвать программу "Пульсар -1.0", подключить на СОМ-порт блок сопряжения "БСК - 4".

Установить прибор и "БСК - 4" так, чтобы окна оптического канала связи находились напротив друг друга на расстоянии 10 ± 3 см; обеспечить защиту окон от прямого попадания солнечного света и яркого освещения.

Включить прибор "Пульсар - 1.0" и оставить его в режиме главного меню, мышкой нажать клавишу «файл - считывание» в окне программы, - на экране появится изображение линейного индикатора процесса считывания.

После завершения сеанса связи (около 1 минуты) на мониторе появится информация о считанных результатах.

ГРАДУИРОВКА ПРИБОРА

Градуировка прибора производится потребителем под свои виды сырья и материалов в соответствии с действующими методиками и ГОСТами, которые регламентируют получение характеристик, связывающих скорость ультразвука с прочностью (плотностью, модулем упругости). В частности, градуировка зависимости «Скорость ультразвука - прочность» производится по ГОСТ 17624-87 "Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности".

Экспериментально полученные зависимости скорости от прочности, плотности и модуля упругости заносятся в память прибора индивидуально для каждого вида материала.

КРАТКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

"Пульсар - 1.0" является универсальным прибором с большим набором сервисных функций, поэтому для его успешной эксплуатации необходимо внимательно изучить настоящее техническое описание, опробовать работу прибора в различных режимах, а затем выбрать наиболее удобный вариант его применения.

При узкоспециализированном применении прибор не требует перенастроек и его работа значительно упрощается.

Для контроля однородных материалов с качественной поверхностью можно ограничиться единичными измерениями в серии, а для грубых материалов целесообразно выполнять статистическую обработку и увеличивать серию до 15 измерений.

При испытаниях строительных изделий и конструкций контрольные зоны следует выбирать в наиболее ответственных участках, определяющих несущую способность.

Оценочные испытания можно выполнять с базовыми коэффициентами преобразования.

УКАЗАНИЕ МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

По способу защиты человека от поражения электрическим током прибор «Пульсар - 1.0» соответствует классу III ГОСТ 12.2.007.0-75.

При работе с прибором необходимо соблюдать общие правила техники безопасности, действующие в условиях работы конкретного производства, технологии, оборудования и т.п.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НА ФРАГМЕНТЕ КОНСТРУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО И РАЗРУШАЮЩЕГО МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ.

Выполнение работы:

1. Подготовить образцы-кубики из тяжелого бетонов разного класса прочности исходя из условий 1 кубик на одного студента для бригад из 3 человек.
2. Подготовить средства измерения линейных размеров:
 - линейку металлическую.
3. Подготовить средства измерения и приборы определения прочности бетона неразрушающими методами:
 - прибор УК-14ПМ;
 - прибор Бетон-32;
 - прибор «Пульсар-1,0».
4. Выполнить измерения прочности бетона с использованием различных средств измерения исходя из следующих условий – минимальное количество измерений – 5.
5. Результаты испытаний занести в таблицы 1-4.

Таблица 1– Результаты определения прочности бетона с использованием ультразвукового прибора

Поверхностное прозвучивание

	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R _{min}	R _{ср.}	Проектный класс бетона
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Результат единичного измерения, МПа								

Таблица 2 – Результаты определения прочности бетона с использованием ультразвукового прибора

Сквозное прозвучивание

	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R _{min}	R _{ср.}	Проектный класс бетона
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Результат единичного измерения, МПа								

Если результатом измерения является время прохождения звуковой волны (через образец - табл. 3, через фрагмент конструкции – табл. 4), то в журнал испытаний записывают номер точки и отсчет времени по прибору. При обработке результатов испытаний скорость распространения ультразвуковых волн подсчитывают для каждой точки по формуле:

$$v = h / (t - t_0) \quad (4)$$

где: h – база прозвучивания (толщина изделия), см;

t_0 – нулевой отсчет времени, одинаковый для всех точек и равный полусумме нулевых отсчетов, взятых перед началом и по окончании испытания, с;

t – время прохождения ультразвука через образец, с.

Расстояние между двумя точками пары служит базой прозвучивания. База прозвучивания должна быть одинаковой для всех мест измерения в испытываемой конструкции и равна 16...40 см. Направление прозвучивания должно быть перпендикулярно арматуре. В журнал испытаний записывают время, которое является косвенным показателем прочности бетона.

Таблица 3 – Результаты испытаний образцов-кубов

№ образца	Геометрические размеры, см			Масса образца, кг	Ультразвуковые испытания		
	длина	ширина	высота		Время прохождения ультразвука, мкс		Средняя скорость прохождения ультразвука, м/с
					отдельное	среднее	

Таблица 4 - Результаты испытаний фрагментов конструкции

№ контр. участка	Ширина фрагмента на контролируемом участке, мм	Время прохождения ультразвука, мкс	Скорость прохождения ультразвука, м/с	Прочность бетона на контролируемом участке, МПа	Средняя прочность бетона, МПа	Коэффициент вариации прочности, V, %	Класс бетона по прочности при сжатии

Прочность бетона определяется по тарировочным кривым или в соответствии с Расчетной градуировочной зависимостью «Скорость УЗК – прочность», установленной в соответствии с ГОСТ 17624-87, приложение 4.

После определения прочности бетона неразрушающими методами, образцы-кубики испытывают на прессе разрушающим методом.

Результаты испытаний представлены в табл. 5.

Таблица 5 – Результаты определения прочности бетона разрушающими методами

№ образца	Размеры, см			Масса, кг	Средняя плотность, кг/м ³	Разрушающее усилие, кгс	Предел прочности при сжатии, МПа	
	длина	ширина	высота				фактически	с учетом масшт. коэфф.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
R _{ср.}								

Вывод: анализируются результаты испытания всеми методами и на их основе дается оценка достоверности результатов оценки прочности бетона в образцах-кубах каждой из серий.

Контрольные вопросы

- 1 Какие приборы относятся к ультразвуковым?
- 2 Какие виды прозвучивания используются при ультразвуковых испытаниях?
- 3 Какие косвенные характеристики определяются при ультразвуковых измерениях?
- 4 Какие средства измерений использованы при определении прочности бетона на контрольных образцах?
- 5 Как определяется прочность бетона если результат испытания время прохождения ультразвуковой волны?
- 6 Как производится подготовка к испытаниям с использованием ультразвуковых приборов?
- 7 В чем разница в подготовительных работах при определении прочности бетона методом сквозного прозвучивания и при поверхностном прозвучивании?

Литература

1. Калинин В. М., Сокова С. Д. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений: учебник; М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014.
2. Ушаков И. И., Бондарев Б. А. Основы диагностики строительных конструкций: Учебное пособие для студентов строит. спец.; Ростов н/Д: Феникс, 2008.
3. Ткаченко Г. А. Нормативно-техническое обеспечение и управление качеством в промышленности строительных материалов: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Строительство"; Ростов н/Д: Ростовский государственный строительный университет, 2003.
4. Электронная библиотечная система: www.znanium.com.
5. Электронная библиотечная система РГСУ: <http://lib.rgsu.ru/MegaPro/Web>.
6. Комплект лазерных дисков с примерами испытаний конструкций неразрушающими методами.
7. Проспекты на приборы и системы контроля качества.
8. ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»;
9. ГОСТ 17624-87 (с попр. 1989). «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности»;
10. МДС 62-2.01. Методические рекомендации по контролю прочности бетона монолитных конструкций ультразвуковым методом способом поверхностного прозвучивания (ГУП «НИИЖБ»);
11. МДС 62-1.2000 (Уточненная редакция). «Методические рекомендации по статистической оценке прочности бетона при испытании неразрушающими методами»;