

**Семененко С.Я., Марченко С.С.**

ГНУ ПНИИЭМТ Россельхозакадемии, г. Волгоград, Россия

В настоящее время строительство новых оросительных систем в Российской Федерации практически прекратилось и особого внимания заслуживает модернизация многих действующих систем с учётом их эксплуатационной и экологической надёжности, что невозможно без выявления фактического состояния сооружений. При проведении различного рода реконструкций и ремонтно-восстановительных работ, в том числе и мелиоративных сооружений, и водохозяйственных объектов, требуется предварительное обследование их технического состояния. Общеизвестно, что самым применяемым материалом в гидротехническом мелиоративном строительстве является бетон и железобетон, работающий в условиях переменного или постоянного увлажнения. Определяющей характеристикой эффективной работы этого универсального материала в сооружениях водохозяйственного и мелиоративного комплексов, наряду с прочностью, является водонепроницаемость, разработка метода определения которой с помощью ультразвуковых методов и посвящена данная работа.

В настоящее время существует значительное количество способов определения показателей водонепроницаемости - коэффициента фильтрации и класса бетона по водонепроницаемости [1, 2, 3, 4]. Указанные методы контроля, обеспечивая достаточную точность, вместе с тем являются трудоемкими и не оперативными. Кроме того, определение показателей водонепроницаемости любым из перечисленных методов осуществляется при испытании образцов, извлечение которых из тела сооружения не всегда возможно и оправдано. Существует ряд работ, посвященных исследованиям неразрушающих методов измерений, но применительно к бетонным и железобетонным гидротехническим сооружениям мелиоративных систем, с учетом характера и режима их работы, количество таких исследований исчезающе мало.

Для проведения комплексных исследований было изготовлено по 15 серий образцов для классов (марок) бетона: В15 (М200), В20 (М250), В22,5 (М300), В25 (М350), В30 (М400), по 6 образцов в серии. Таким образом, всего было изготовлено 450 бетонных образцов. Непосредственно после изготовления образцов на них наносилась маркировка таким образом, чтобы не повредить образец и не оказывать влияния на результаты испытания.

Перед испытанием образцы взвешивались с целью определения их средней плотности по ГОСТ 12730.1, а также измерялась их влажность весовым методом и при помощи прибора ВИМС-2 для двух серий, для последующих серий, из-за высокого совпадения результатов измерения влажности двумя способами (87-96%), для измерений использовался только прибор ВИМС-2.

Для установления зависимости скорости прохождения ультразвуковых колебаний от марки бетона по водонепроницаемости за единичное значение (результат) принималось среднее значение скорости распространения ультразвука в серии и характеристика водонепроницаемости, определенная одним из стандартных методов (коэффициент фильтрации или сопротивление бетона проникновению воздуха).

При измерении скорости прохождения ультразвука использовался

ультразвуковой дефектоскоп Пульсар 1.2.

Для определения коэффициента фильтрации образцов использовался фильтратометр (в соответствии с ГОСТ 12730.5—84\*), для проведения испытаний по определению водонепроницаемости бетона по его воздухопроницаемости использовали устройство типа «Агама-2РМ» для определения воздухопроницаемости бетона.

В ходе проверки установлено, что определять водонепроницаемость бетона ускоренным методом с использованием АГАМА-2РМ требуется по зависимости

$$W = 1,49 + 9,39 \lg m_c, \quad (1)$$

где  $W$  – марка бетона по водонепроницаемости;

$m_c$  – сопротивление бетона прониканию воздуха,  $\text{с}/\text{см}^3$ .

Результаты исследований сводились в таблицу и статистически обрабатывались при помощи программы EXCEL. Получена следующая зависимость (рис. 1), математически описывающая взаимосвязь между скоростью распространения ультразвуковых колебаний:

$$K_\phi = 2E+34e^{-0,01C_j}, \quad (2)$$

где  $K_\phi$  – коэффициент фильтрации,  $10^{-9} \text{ см}/\text{с}$ ;

$C_j$  – средняя скорость распространения ультразвуковых колебаний,  $\text{м}/\text{с}$ .

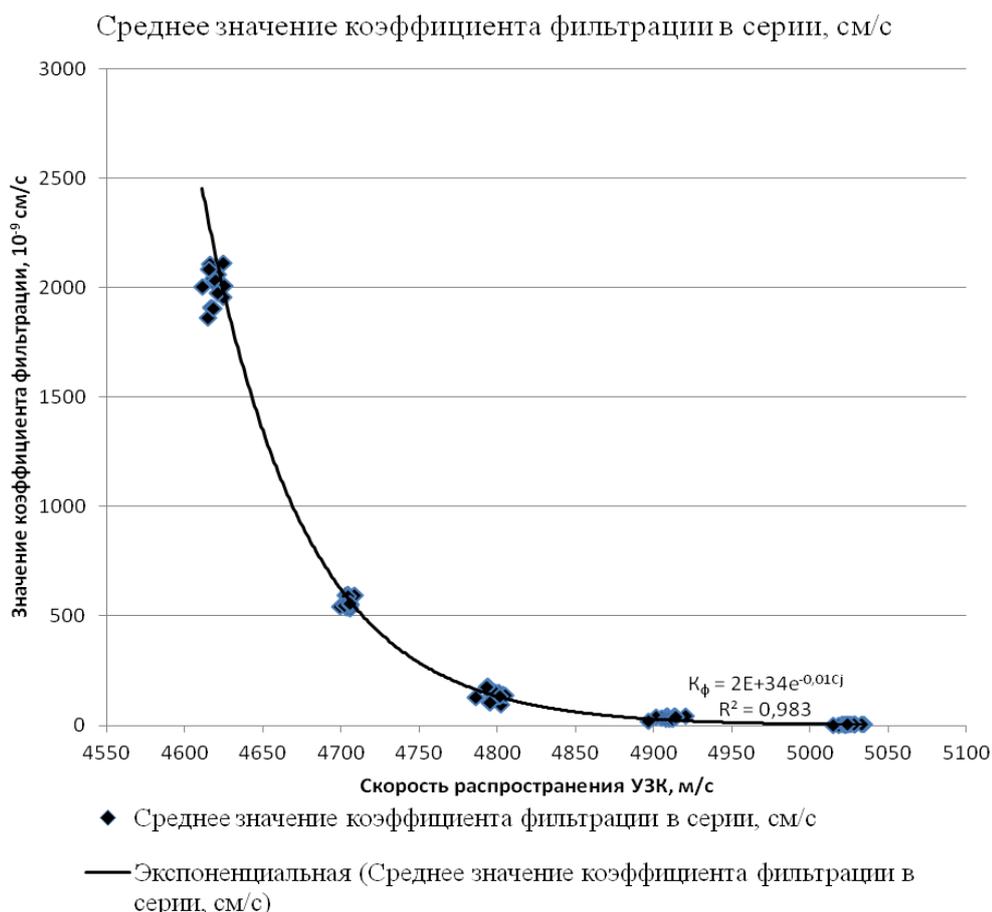


Рисунок 1 - Зависимость между скоростью распространения УЗК и водонепроницаемостью бетона

Формула (2) является основой для разработанного ультразвукового метода определения водонепроницаемости бетона в гидротехнических сооружениях, который включает следующие положения:

1. Ультразвуковой метод определения водонепроницаемости бетона основан на корреляционной зависимости между скоростью распространения ультразвуковых колебаний и водонепроницаемостью бетона.

2. Ультразвуковые измерения производят способом поверхностного прозвучивания.

3. Водонепроницаемость определяют по экспериментально установленной зависимости «скорость распространения ультразвука – коэффициент фильтрации».

4. Водонепроницаемость определяют на участках, не имеющих видимых повреждений.

5. Испытания проводят при положительной температуре бетона.

6. Между бетоном и рабочими поверхностями ультразвуковых преобразователей должен быть обеспечен надежный акустический контакт.

7. Перед проведением испытания необходимо определить положение рабочей арматуры, и выбрать участки прозвучивания таким образом, чтобы расстояние от ультразвуковых преобразователей до проекции арматуры на поверхность конструкции было не менее 60% базы прозвучивания.

8. В конструкции намечается не менее 12 участков, в которых измеряется скорость распространения ультразвуковых колебаний.

9. Результаты измерений фиксируются и подвергаются математической обработке, при которой исключаются максимальное и минимальное значение скорости, а для оставшихся определяется среднее значение.

10. По среднему значению скорости распространения ультразвуковых колебаний, используя формулу (2), вычисляется значение коэффициента фильтрации и по ГОСТ 12730.5-84\* определяется марка бетона по водонепроницаемости.

Предложенный метод определения водонепроницаемости бетона в гидротехнических сооружениях позволяет почти в 20 раз снизить трудоемкость и временные затраты на проведение испытаний, повысить качество мониторинга гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации, обеспечить экономию 15-20% водных ресурсов.

#### **Литература**

1. ГОСТ 12730.5-84\*. Бетоны. Методы определения водонепроницаемости. М.: Изд-во стандартов, 1986.

2. А.с. SU №1619157 А 1. М. кл<sup>3</sup>. G 01 №29/00. Способ контроля водонепроницаемости бетона и устройство для его осуществления / Ю.В. Лушкарев, В.М. Кабыш, А.И. Шубс, Г.А. Гришко и Н.И. Сытник // Бюллетень изобретений. 1991. №1.

3. Зоценко А.Ф. Измерение потерь воды приборами фильтромерами // Мелиорация и водное хозяйство. 1990. №10. С.44-46.

4. ГОСТ 17624-87. Бетоны: ультразвуковой метод определения прочности. М.: Изд-во стандартов, 1987.