

Д.В. ПОПОВ

ассистент кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

**ОПЕРАТИВНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА НА БАЗЕ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ**

*THE OPERATIVE METHOD MEASURING OF WATERPROOF FOR HYDROTECHNICAL CONCRETE BASED
ON MECHANIC OF RUPTURE*

Приводится методика оперативного определения водопроницаемости гидротехнического бетона, использующая математическую модель процесса разрушения этого материала, базирующуюся на аппарате механики разрушения.

Ключевые слова: оперативный метод, водопроницаемость, математическая модель, поверхностная энергия, модуль упругости, коэффициент Пуассона, акустические методы.

Надёжность работы гидротехнических сооружений определяется двумя группами факторов: суровостью внешних воздействий и способностью материала противостоять названным воздействиям. Обе группы факторов закладываются в основные параметры проектирования будущего объекта гидротехнического строительства. Ошибки в учёте хотя бы одного из параметров внешних воздействий могут привести к значительным затратам материально-технических ресурсов в процессе эксплуатации сооружения. Наиболее существенными внешними воздействиями на бетонные конструкции гидротехнических сооружений являются гидростатическое давление и циклическое замораживание. Способность противостоять этим видам внешнего воздействия у бетонов называется водопроницаемостью и морозостойкостью. Оба параметра тщательно контролируются в процессе возведения бетонных конструкций гидротехнических сооружений и для этого применяются оперативные методы, существенно сокращающие затраты времени и средств на такие операции.

Современные оперативные методы контроля качества материалов имеют тенденцию к повышению точности и снижению затратности процессов измерения. Последнее возможно в тех случаях, когда методы базируются на математических моделях, наиболее точно описывающих условия работы материала при определённом виде внешнего воз-

This article considers problem determination of waterproof of hydrotechnical concrete by method, which used a mathematical model of rupture concrete based on mechanic of rupture.

Key words: operative method, waterproof, mathematical model, surface energy, module of elasticity, coefficient of Poisson, acoustics methods.

действия, и применяют приборную реализацию, обладающую высокой точностью и надёжностью. В данной статье приведено описание оперативного метода определения водопроницаемости бетона, базирующегося на аппарате механики разрушения и использующего современные акустические методы определения физико-механических характеристик бетона.

В работе [1] изложены материалы теоретических исследований процессов разрушения бетона гидростатическим давлением и представлена математическая модель, достаточно полно и точно описывающая зависимость водопроницаемости бетона от начальных физико-механических характеристик материала и интенсивности гидростатического давления. Было показано, что на сопротивление бетона внешнему воздействию, в виде гидростатического давления, влияют две группы факторов: параметры начальных физико-механических характеристик бетона, таких как поверхностная энергия, модуль упругости и коэффициент Пуассона и значения кинетических характеристик, такие как склонность бетона к трещинообразованию и интенсивность трещинообразования, определяющих суровость условий внешнего воздействия, а именно интенсивности гидростатического давления. Там же установлено, что при стандартных условиях испытания бетона на водопроницаемость [2], когда интенсивность внешнего воздействия на бетон строго регламентирована

и постоянно, значения совокупности кинетических характеристик остаются также величиной постоянной. При этом зависимость водопроницаемости бетона от начальных физико-механических характеристик имеет вид:

$$W = \sqrt[3]{\frac{0,00059Ev}{(1-\mu^2)}}.$$

Здесь W - водопроницаемость бетона, МПа;

V - поверхностная энергия, Дж;

E - модуль упругости, МПа;

μ - коэффициент Пуассона, величина безразмерная;

0,00059 - численные значения совокупности кинетических характеристик, соответствующие стандартным условиям испытания, МПа/м.

Таким образом, определяя три начальные физико-механические характеристики бетона, можно вычислить значения его водопроницаемости. Измерение указанных характеристик малозатратными и точными методами позволяет разработать новый способ определения водопроницаемости бетона, для которого не требуется применение громоздкого и энергоёмкого оборудования. При этом максимально сокращаются затраты времени на процесс испытания, что позволяет считать такой способ оперативным. Именно этой задаче и были посвящены дальнейшие исследования автора.

Анализ имеющихся способов определения значений модуля упругости и коэффициента Пуассона привёл к выводу, что наиболее простыми, малозатратными способами определения значений этих характеристик являются акустические ультразвуковые методы. Их преимущество ещё и в том, что они являются неразрушающими, что позволяет повысить точность измерения искомых параметров за счёт увеличения числа измерений и статистической обработки последних. При этом использовались методические рекомендации, изложенные в [3]. Сущность методов определения значений модуля упругости и коэффициента Пуассона заключается в том, что в испытываемых образцах бетона при помощи ультразвукового бетоноскопа, имеющего осциллографический экран, замеряются скорости прохождения продольных и поперечных ультразвуковых волн, по величине которых и вычисляют значения искомых параметров.

Значения поверхностной энергии могут определяться двумя способами, разработанными В.П. Поповым [4]: разрушающим и неразрушающим. В первом случае применяются образцы-пластины, имеющие в центре отверстие, в которое вставляются стальные рычаги, разрывающие пластину. В процессе испытания замеряется энергия разрушения образца и определяются значения поверхностной энергии бетона. Второй способ определения значений поверхностной энергии основан на сравнении значений энергии сверления, затрачиваемой сверлом на образование определённого высверленного объёма в эталонном образце бетона, значения поверхностной энергии которого известны, и испытуемым. Второй способ интересен тем, что не требует изготовления бетонных образцов нестандартной формы и может быть использован в реальных ранее возведённых конструкциях.

Здесь следует отметить, что предложенный метод определения водопроницаемости бетона, в отличие от стандартного, не требует изготовления специального испытательного стенда и бетонных образцов специальной формы, сокращает сроки проведения испытаний и позволяет в ряде случаев определять значения водопроницаемости в реальных возведённых конструкциях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов, Д.В. Моделирование процессов разрушения бетона гидростатическим давлением на базе механики разрушения [Текст] / Д.В. Попов, С.Ф. Коренькова, В.П. Попов // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура.- 2010.- № 10. – С.3-7.
2. ГОСТ 12730.5-84. Бетоны. Метод определения водонепроницаемости [Текст]. – М.: Стройиздат, 1985.
3. Методика по определению прочностных и деформационных характеристик при одноосном статическом сжатии. МИ 11-74 [Текст]. – М.: Стандарты, 1975. – 68 с.
4. Комохов, П.Г. Энергетические и кинетические аспекты механики разрушения бетона [Текст] / П.Г. Комохов, В.П. Попов. – Самара: Изд-во РИА, 1999. – 111 с.

© Попов Д.В., 2012