

**МЕТОД ИНТЕНСИВНОЙ ПРОПИТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ
ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ НА ИХ ПРОЧНОСТНЫЕ И
АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

Воронов Ю. Н., к.т.н., доц., Сланевский С. И., к.т.н., доц.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса*

В процессе исследования влияния водонасыщения на прочность бетона и других каменных материалов, а также при работах по пропитке композиционных материалов иными жидкостями с различной целью (отверждающими с целью повышения прочности [1], «понижителями твёрдости» при бурении или разрезании и др.) возникает необходимость их пропитки.

Насыщение материалов осуществляют различными способами: постепенным погружением в жидкость, пропиткой под давлением, вакуумированием под водой [2], кипячением и др. Длительность пропитки зависит от размеров и структуры материала. По данным [2] для пропитки бетонных образцов сечением 10×10 см постепенным погружением в воду требуется время, исчисляемое несколькими месяцами. За этот период в бетоне особенно раннего возраста происходят значительные структурные изменения, что во многих случаях приводит к противоречивым результатам и выводам о влиянии водонасыщения на прочность бетона. Это явилось предметом острой дискуссии в [2, 3]. Большинство исследований свидетельствуют о снижении прочности бетона при насыщении водой и другими жидкостями. Это снижение зависит от возраста бетона, условий твердения, характера пористости, степени насыщения, распределения влаги по сечению образца и других факторов. Снижение прочности для зрелого бетона и раствора может составлять от 14 до 54 % [4]. Наибольшим снижением прочности на единицу влажности бетона характеризуются зрелые бетоны с низким водоцементным отношением [5].

Влажность в момент испытания оказывает существенное влияние не только на механические, но и на акустические (скорость ультразвука) характеристики материала.

Наши исследования характера изменения скорости ультразвука в зависимости от влажности бетона были выполнены на образцах-

балочках размером $4 \times 4 \times 16$ см из бетона на щебне с предельной крупностью зёрен 8 мм при $V/C=0,4$. После изготовления образцы хранились в течение 60 суток в помещении лаборатории. К началу испытаний влажность бетона составляла около 1,5 %. Часть образцов-близнецов вначале сушили при температуре 70°C до влажности около 0,5 %, а затем при температуре 105°C до постоянной массы. Другую часть образцов увлажняли постепенным погружением в воду. В процессе высушивания и насыщения водой измеряли влажность образцов и скорость ультразвука. Насыщенные водой образцы хранились в воде в течение восьми месяцев. После этого их высушивали при температуре 70°C до влажности 0,5-0,6 %, а затем при температуре 105°C до постоянной массы. Типовые кривые изменения скорости ультразвука при увлажнении и высушивании приведены на рис. 1.

Как видно из графика, при высушивании от влажности 1,5 до 0,7 % скорость ультразвука уменьшается от 4,2 км/сек до 4,13 км/сек, т.е. на 1,7 %. Дальнейшая сушка до востоянной массы приводит к резкому уменьшению скорости ультразвука (от 4,13 км/сек до 3,78 км/сек), т.е. более чем на 8 %. В процессе насыщения образцов водой (участок II кривой на рис. 1) увеличение влажности с 1,5 до 4 и 5 % приводит к увеличению скорости ультразвука до 4,38 км/сек, т.е. на 2-4 %. Дальнейшее увеличение влажности от 5 до 5,5 % (участок III кривой) приводит к резкому возрастанию скорости ультразвука от 4,38 км/сек до 4,75 км/сек. При последующем хранении образцов в воде в течение месяца скорость ультразвука увеличилась с 4,75 до 4,93 км/сек при незначительном увеличении массы образца (менее 0,3 %). Дальнейшее хранение в воде в течение 8-ми месяцев сопровождалось увеличением скорости ультразвука с 4 до 5,06 км/сек.

В процессе длительного хранения образцов в воде, (см. участок III на рис. 1) существенное увеличение скорости ультразвука вызвано дополнительной гидратацией цемента, сопровождавшейся увеличением объёма цементного камня и уменьшением общей пористости и влажности бетона.

Влажность бетона после 8-ми месяцев хранения в воде уменьшилась на 1,22 % по массе. За этот период процесс гидратации цемента при твердении в воде практически закончился. Общее количество химически связанной воды достигло примерно 20 % от массы цемента по сравнению с 13-14 %, имевшими место после естественного твердения в течение 60 сут, т.е. перед началом испытаний. Приращение массы химически связанной воды, т.е. увеличение степени гидратации цемента достаточно чётко прослеживается при сравнении объёмной массы бетона в сухом состоянии после естественного твердения и после до-

полнительного водного твердения в течение восьми месяцев.

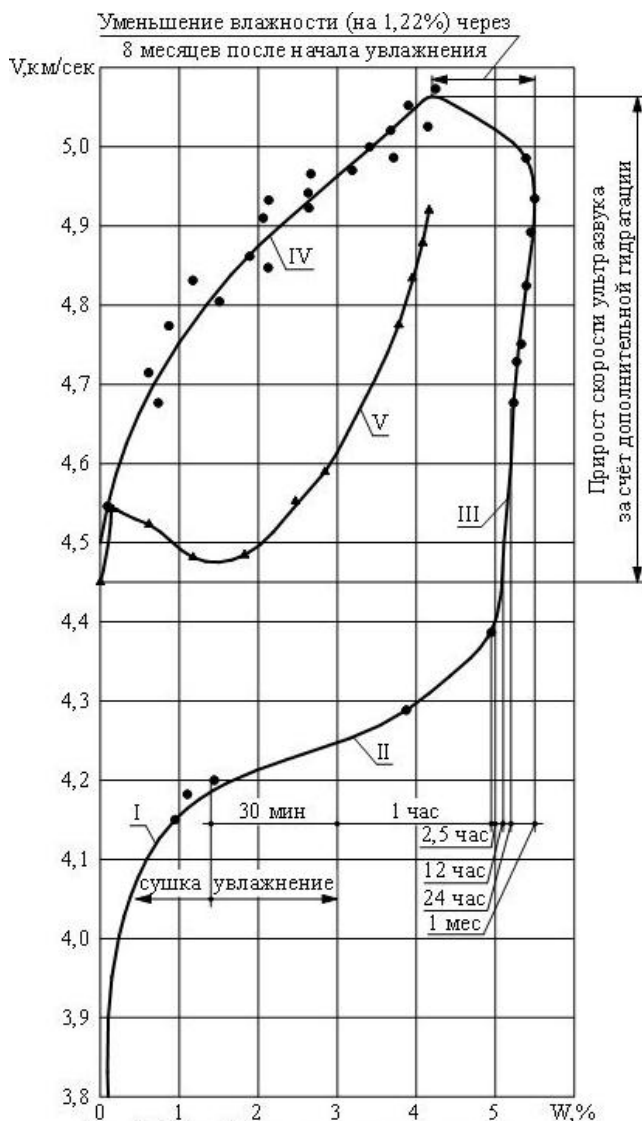


Рис. 1. Общй характер зависимости скорости ультразвука от влажности бетона при увлажнении и высушивании образцов до постоянной массы при температуре 105°C

Постепенное высушивание бетона, полностью насыщенного водой, приводит к уменьшению скорости ультразвука. Так изменение влажности в процессе высушивания с 4,2 до 1 % приводит к уменьшению скорости ультразвука от 5,06 км/сек до 4,77 км/сек, т.е. уменьшение влажности на 1 % сопровождается уменьшением скорости в среднем на 90 м/сек.

Дальнейшее высушивание при температуре 105°C до постоянной массы приводит к более резкому снижению скорости ультразвука. Уменьшение влажности с 0,7-0,8 % до 0 приводит к уменьшению скорости ультразвука от 4,73 до 4,45 км/сек, т.е. на этом участке уменьшение влажности на 1 % приводит к уменьшению скорости ультразвука в среднем на 300 м/сек.

При повторном насыщении высушенных до постоянной массы образцов (кривая V, рис. 1) увеличение влажности до 2 % почти не влияет на изменение скорости ультразвука по сравнению со скоростью практически в сухом состоянии. Дальнейшее увеличение влажности до 4 % сопровождается резким ростом скорости ультразвука от 4,48 до 4,9 км/сек., т.е. прирост скорости ультразвука на 1 % влажности составляет в среднем около 200 м/сек. Следует отметить, что при повторном насыщении высушенных образцов в этом случае, скорость ультразвука не увеличивается до первоначального значения, имевшего место в насыщенном водой состоянии до сушки. Если насыщение водой начинать не после сушки до постоянной массы при температуре 105°C, а после мягкого режима сушки при 70°C при минимально достижимой влажности при этом режим сушки (около 0,7 %), то повторное насыщение образцов приводит к увеличению скорости ультразвука при полном водонасыщении до первоначального значения, имевшего место до сушки образцов; это свидетельствует о том, что в процессе сушки при 105°C до постоянной массы часть химически связанной воды может удалиться необратимо, что сопровождается деструкцией бетона.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что для выявления влияния влажности на механические и акустические характеристики материалов в «чистом виде» необходимо их быстрое насыщение (пропитка) жидкостью.

Нами предложен метод интенсивного насыщения образцов путём вакуумирования, схема которого приведена на рис. 2.

Пропитку образцов осуществляют следующим способом: образцы помещают в вакуумкамеру, из которой с помощью вакуумнасоса откачивают воздух. Это позволяет удалить воздух из трещин и пор образцов. Степень разряжения контролировали с помощью вакуумметра. Затем в вакуумкамеру подают воду (либо другую жидкость) таким

способом, что разрежение в камере сохраняется (жидкость в камеру поступает под атмосферным давлением). После чего дополнительно осуществляется отсос воздуха из пространства над водой. Это позволяет быстро осуществить полное насыщение (пропитку) образцов.

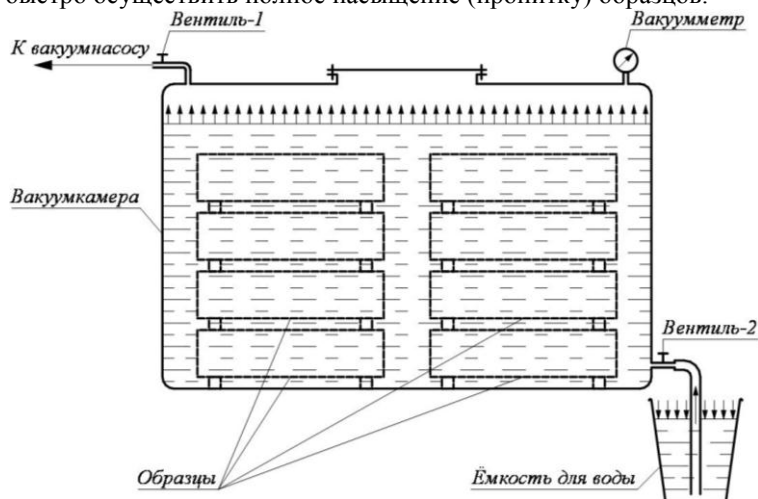


Рис. 2. Схема установки для интенсивного насыщения образцов путём вакуумирования под водой

Порядок насыщения образцов: 1) Отсос воздуха из вакуумкамеры с образцами (вентиль 1 - открыт, вентиль 2 - закрыт); 2) Подача жидкости в вакуумкамеру (вентиль 1 - закрыт, вентиль 2 - открыт); 3) Отсос воздуха из пространства над жидкостью (вентиль 2 - закрыт, вентиль 1 - открыт)

Выводы

1. Для выявления влияния влажности на механические и акустические характеристики материалов в «чистом виде» необходимо их быстрое насыщение (пропитка) жидкостью.

2. Разработана установка и предложен метод интенсивного насыщения образцов путём вакуумирования.

3. Изучен общий характер изменения скорости ультразвука от влажности бетона при увлажнении и высушивании образцов до постоянной массы при температуре 105°C и построен соответствующий график.

Summary

The method and the installation scheme for intensive impregnation of composition structural materials by various liquids by pumping out is presented.

Литература

1. Вандаловский А. Г. Повышение эксплуатационных свойств композиционных строительных материалов./А. Г. Вандаловский, М. Н. Токарев. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, випуск №31, Одеса, 2008, стр. 58-63.
2. К. А. Мальцов. Влияние водонасыщения на прочность бетона./К. А. Мальцов. Гидротехническое строительство, №8, 1954 г., стр. 21-25.
3. Цискрели Г. Д. О сопротивлении бетона разрыву/Г. Д. Цискрели. «Гидротехническое строительство» №3, 1953 – с.16-19.
4. Мощанский Н. А. Об изменении прочности бетона при его водонасыщении./Н. А. Мощанский «Гидротехническое строительство», №10. 1956 – с. 18-23.
5. Воронов Ю. Н. Влияние водонасыщения на изменение прочности бетона длительного твердения/Ю. Н. Воронов, В. А. Панасюк, С. С. Макарова, В. М. Виноградский, Вісник Одеської академії будівництва та архітектури, випуск №35, Одеса, 2009, с.64-70.