

Влияние различных факторов на прочность бетона при ультразвуковой обработке цементных суспензий

Мартыненко А.К., студентка гр. ТСК-401

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В статье описываются анализ теоретических исследования различных авторов о влиянии ультразвуковой кавитации на активацию цементной суспензии и получении на ее основе бетонов с более высокими показателями прочности. Показывается, что кавитация в водно-цементных системах – сложный механический и физико-химический процесс. Устанавливается взаимосвязь между основными технологическими характеристиками источника ультразвука и цементной суспензии, влияющие на прочность бетона.

Ультразвук, кавитация, мощность ультразвуковых колебаний, температура водоцементной суспензии

Для определения влияния различных технологических факторов на процесс ультразвуковой активации водоцементной суспензии и получении на ее основе бетонов с более высокими показателями прочности, анализировали теоретические разработки и экспериментальные данные следующих авторов: Ахвердова И.Н. и Шалию М.А.; Зубрилова С.П. и Пилицина С.А.; Винник В.Г.; Плющ Н.А. [1÷5].

При оценке влияния различных факторов на прочность бетона при ультразвуковой обработке цементных суспензий в первую очередь отдавали предпочтение технологическим факторам. Рассмотрим некоторые из таких факторов:

- продолжительность обработки (t);
- водоцементное отношение (B/C);
- мощность ультразвуковых колебаний (I_0);
- температура водоцементной суспензии (T_c); срок твердения бетона (n).

Продолжительность обработки ультразвуком

На рис. 1 приведены данные пределов прочности бетона на сжатие по сравнению с контрольными образцами при продолжительности обработки $t = 0,5 \div 10$ мин.

Данные свидетельствуют:

1. Оптимальная продолжительность ультразвуковой обработки $t \leq 3$ мин. При этом прочность и плотность бетона возрастает независимо от (B/C) и других факторов. Даже при $t_{\min} = 0,5$ мин прочность выше, чем у контрольных образцов.
2. При дальнейшей обработке суспензии ультразвуком $t > 3$ мин прочность и плотность бетона становится ниже, чем у контрольных образцов.
3. При обработке суспензии в течение $t = 3$ мин прочность кубиков увеличивается по сравнению с контрольными образцами на $9 \div 30$ %; максимальный предел прочности при сжатии $R_{сж} = 14$ МПа при $B/C = 0,5$.

Водоцементное отношение

Зависимость прочности на сжатие и плотности бетона от (B/C) приведены на рис. 2.

Значение (B/C) варьировалось от 0,3 до 0,8. Из графика видно, что с увеличением (B/C) $\leq 0,7$ прочность и плотность образцов возрастает. С возрастанием этого значения прочность падает.

Максимальное увеличение предела прочности на сжатие достигается при (B/C) = 0,5 и увеличивается приблизительно в 1,5 раза по сравнению с контрольными образцами.

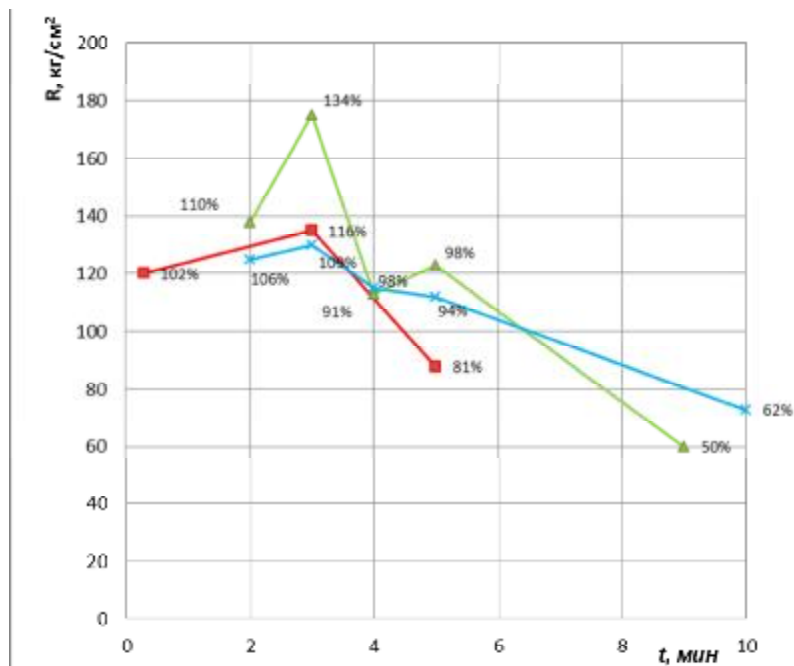


Рис. 1. Предел прочности бетона на сжатие по сравнению с контрольными образцами при продолжительности обработки $t = 0,5 \div 10$ мин

Мощность ультразвуковых колебаний

Для определения влияния мощности ультразвуковых колебаний на прочность и плотность бетона изготавливались образцы на водцементной суспензии с $(В/Ц) = 0,5$. Обработка ультразвуком производилась в течение $t = 3$ мин при следующих показателях

удельной мощности ультразвуковых колебаний: $I_0^1 = 5,1 \frac{\text{кВт}}{\text{см}^2}$; $I_0^2 = 6,8 \frac{\text{кВт}}{\text{см}^2}$; $I_0^3 = 9,35 \frac{\text{кВт}}{\text{см}^2}$.

Контроль удельной мощности осуществлялся за счет возможностей диапазона переключения прибора УЗТА-0,2/22-ОМ (ультразвуковой технологический аппарат). Контроль прочности осуществлялся на контрольных кубиках. Результаты представлены на рис. 3.

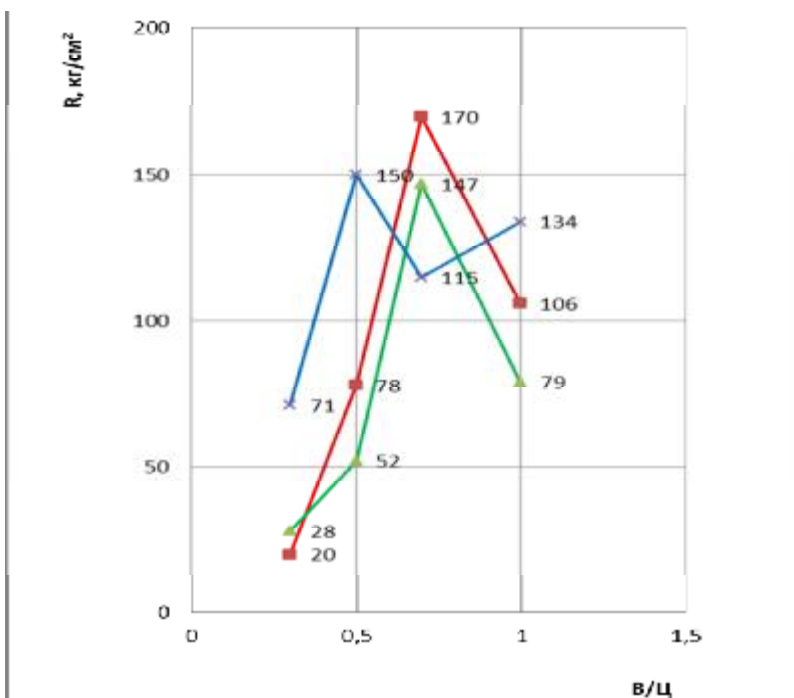


Рис. 2. Зависимость прочности на сжатие и плотности бетона от $(В/Ц)$

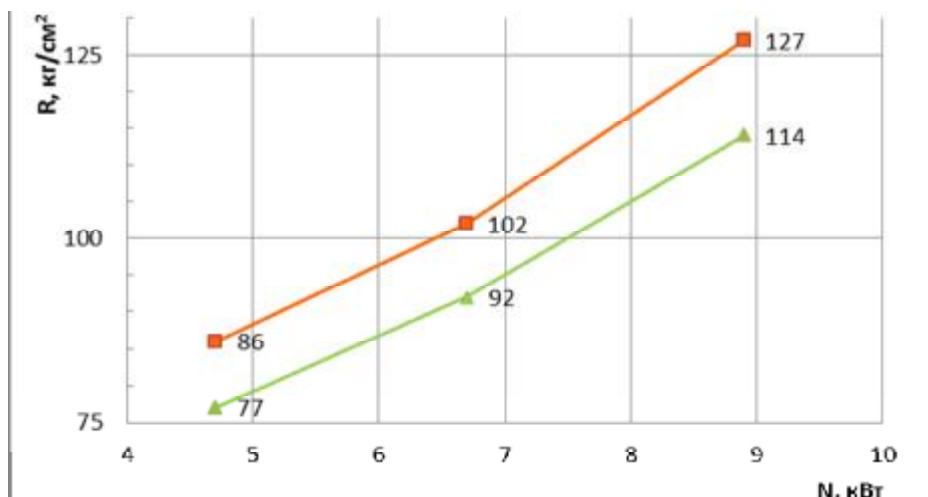


Рис. 3. Зависимость кубиковой прочности бетона от мощности ультразвуковых колебаний

Из графика видно, что зависимость прочности бетона от мощности ультразвуковых колебаний носит линейный характер: мощность ультразвуковых колебаний имеет прямую пропорциональную зависимость с прочностью бетона на сжатие. При увеличении мощности на 30 % прочность возрастает на 20 %, т.е. коэффициент пропорциональности равен 1,5.

Температура водоцементной суспензии

Есть необходимость контролировать температуру суспензии, т.к. в работах [1] доказано, что с увеличением температуры суспензии прочность образцов, по сравнению с контрольными образцами уменьшились на 7 %.

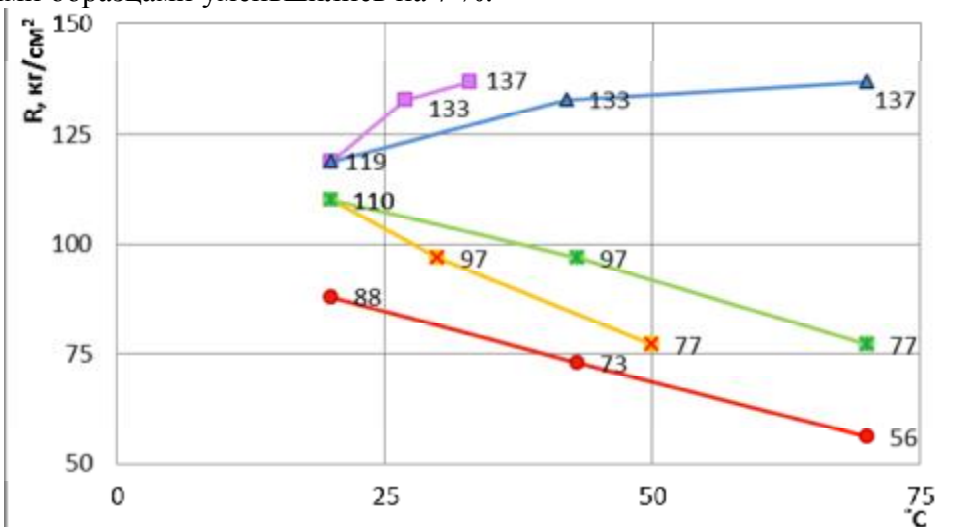


Рис. 4. Зависимость прочности бетона от температуры активированной суспензии

Срок твердения бетона

Для определения влияния ультразвуковой кавитации на водоцементную суспензию и прочность бетонных образцов контролировались прочностные показатели при оптимальных параметрах кавитации: $t = 3$ мин; $I_0^3 = 9,35 \frac{\text{кВт}}{\text{см}^2}$; $(B/C) = 0,5$. Контроль производился в возрасте образцов: 2, 3, 7, 28 суток.

Анализ результатов (рис. 4) показывает, что прочность бетона растет в первые сутки значительно быстрее, чем в последующие. По сравнению с контрольными образцами получены следующие результаты по пределу прочности на сжатие: на вторые сутки – прочнее на 70 %; на третьи сутки – на 90 %; на седьмые сутки – на 50 %; на 28 суток – на 30 %. На шестой день твердения активированный кавитацией бетон приобрел прочность равную 28-ми суточной прочности обычного бетона. На 7-е сутки нарастание прочности опытных образцов замедляется.

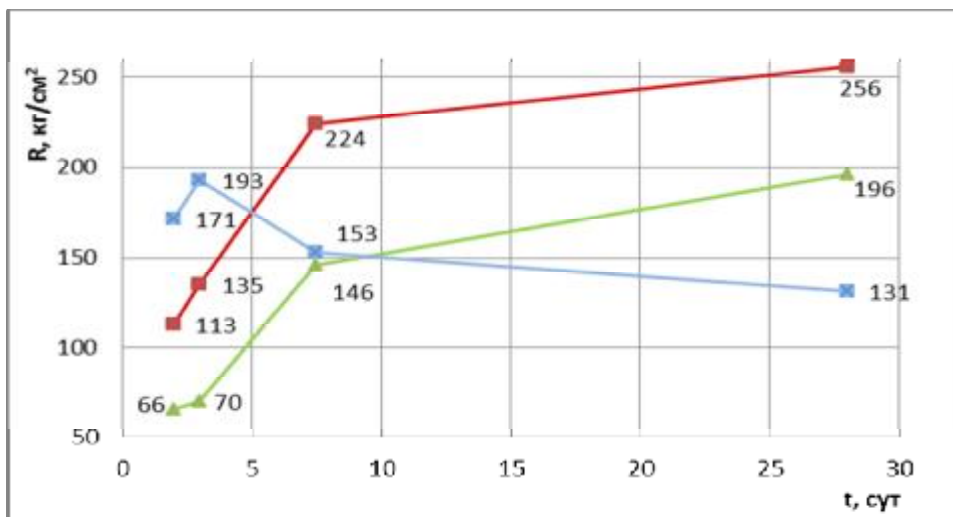


Рис. 5. Зависимость предела прочности бетонных образцов на сжатие от сроков твердения бетона

ВЫВОДЫ

1. На основе теоретических и экспериментальных данных различных авторов, проведен сравнительный анализ влияния некоторых технологических факторов связывающих характеристики ультразвуковых источников с параметрами активированной водоцементной суспензии.

2. Анализировались технологические следующие параметры:

- продолжительность обработки ультразвуком;
- водоцементное отношение;
- мощность ультразвуковых колебаний;
- температура водоцементной суспензии;
- срок твердения бетона.

3. Определены взаимосвязь этих параметров и влияние их на прочностные характеристики бетона.

4. Оптимальная продолжительность кавитационной обработки водоцементной суспензии составила 3 мин.

5. При кавитационного воздействии на водоцементную суспензию в диапазоне $(В/Ц)=0,3 \div 0,8$, получено оптимальное, по росту предела прочности на сжатие водоцементное отношение: $(В/Ц)=0,5$.

6. Определено, что с увеличением мощности ультразвука растет температура суспензии, что приводит к уменьшению прочности бетона образцов по сравнению с контрольными образцами в среднем на 7 %

7. При определенных оптимальных технологических режимах кавитационной обработки водоцементных суспензий: $t = 3$ мин; $(В/Ц)=0,5$, рост прочности бетона по сравнению с контрольными образцами составил на третьи сутки – 90%; на седьмые 48%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубрилов С.П. Физико-химические аспекты ультразвуковой активации вяжущих материалов. Докторская диссертация. Ленинград. 1975.
2. Зубрилов С.П., Пилицин С.А. Метод упрочнения бетонов путем ультразвуковой активации цементной пасты. Госстройиздат, Ленинград, 1968.
3. Ахвердов И.Н., Шалимо М.А. Ультразвуковое вибрирование бетона. Госстройиздат, М., 1971.
4. Винник В.Г. Исследование и разработка гидроакустических методов активации цемента. Автореферат канд.диссертации. М., 1969.
5. Плющ Н.А. Исследование интенсификации технологических процессов в строительном производстве с использованием акустических устройств. Минск, 1970.