

РАЗДЕЛ 1. СТРОИТЕЛЬСТВО: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

УДК 666.949 + 665.775.4

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДИАПАЗОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А.О. Кульнев*, **С.В. Жерносек**, **В.И. Ольшанский**, **Н.Н. Ясинская**
Витебский государственный технологический университет, Витебск, Беларусь
**E-mail: alexanderkulnyow@yahoo.com*

PROSPECTS OF APPLICATION OF ACOUSTIC OSCILLATIONS OF ULTRASONIC RANGE IN CONSTRUCTION

A.O. Kulnev*, **S.V. Zhernosek**, **V.I. Ol'shanskii**, **N.N. Yasinskaya**
Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus
**E-mail: alexanderkulnyow@yahoo.com*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены перспективные направления применения акустических колебаний ультразвукового диапазона в строительстве. Показана связь между частотой ультразвуковых колебаний и силой кавитации, которая в процессе приготовления жидких строительных смесей может способствовать улучшению прочностных свойств и водостойкости строительных материалов.

ABSTRACT

Prospective directions of application of acoustic vibrations of ultrasonic range in a design are considered. The relationship between the frequency of ultrasonic vibrations and the force of cavitation is shown, which during the preparation of liquid building mixtures can contribute to improving the strength properties and water resistance of building materials.

Ключевые слова: ультразвук, строительные материалы, дефектоскопия, диспергирование, эмульгирование.

Keywords: ultrasound, building materials, flaw detection, dispersion, emulsification.

Технологии, базирующиеся на применении ультразвуковых колебаний, получили распространение в строительстве. Имеются в виду методы неразрушающего контроля и выявления скрытых внутренних дефектов строительных материалов, которые основаны на возбуждении и регистрации ультразвуковых колебаний внутри контролируемого объекта, что позволяет проводить исследования, не разрушая и не повреждая рассматриваемый объект. Ультразвуковая дефектоскопия часто используется для обнаружения трещин, раковин и расслоений, структурных дефектов в металлических и неметаллических материалах, контроля качества и прочности сварных швов. Ультразвуковой метод оценки прочности бетона является одним из наиболее эффективных и применяется непосредственно в условиях готовой конструкции [1]. К главным преимуществам ультразвуковой дефектоскопии можно отнести высокую скорость исследования при низкой стоимости и относительной безопасности для человека (по

сравнению с рентгеновской дефектоскопией), а также высокую мобильность. Ультразвук в строительстве может использоваться не только в дефектоскопии, но и при формировании жидких строительных смесей.

Известно [2], что в жидких средах при воздействии ультразвука возникает и протекает ультразвуковая кавитация – специфический физический процесс, обеспечивающий максимальные энергетические воздействия как на сами жидкости, так и на твердые тела. Частицы среды, участвующие в передаче энергии волны, колеблются около положения своего равновесия. Скорость, с которой частицы колеблются около среднего положения равновесия, называется колебательной скоростью. Колебательная скорость V частиц изменяется согласно уравнению [2]:

$$V = U \cdot \sin(2 \cdot \rho \cdot f \cdot t + G), \quad (1)$$

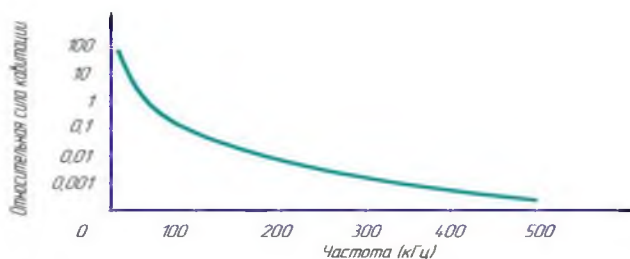
где U – амплитуда колебательной скорости; ρ – плотность среды; f – частота ультразвука; t – время; G – разность фаз между колебательной скоростью частиц и переменным акустическим давлением.

Амплитуда колебательной скорости U характеризует максимальную скорость, с которой частицы среды движутся в процессе колебаний, и определяется частотой колебаний и амплитудой смещения частиц среды A :

$$U = 2 \cdot \rho \cdot f \cdot A. \quad (2)$$

Кавитационные пузырьки, возникшие в ультразвуковом поле, различны по размерам, их диаметры колеблются от 0,01 до 1,0 мм. Этим размерам соответствуют собственные резонансные частоты пузырьков от 600 до 6 кГц. Наиболее интенсивные импульсы давлений создают пузырьки, собственные частоты которых близки или кратны частоте возбуждающего ультразвукового поля. Пузырьки участвуют в кавитационных процессах, если их радиус меньше критического, при данном гидростатическом давлении [3].

Относительная сила кавитации уменьшается при увеличении частоты (рисунок). При повышении частоты пузырек не достигает конечной стадии захлопывания, в результате чего снижается микроударная энергия [3].



Зависимость кавитации от частоты

Ультразвуковое воздействие вызывает повышение показателей активности ионов водорода, снижение общей жесткости воды, изменение ее электропроводности, диэлектрической проницаемости, поверхностного натяжения, увеличение числа свободных ионов и радикалов, что подтверждается работами [4, 5]. В работе [6] показаны перспективы применения

ультразвуковой кавитации для приготовления цементных смесей и показано влияние озвучивания воды в условиях ультразвуковых колебаний интенсивностью $4,3 \text{ Вт/см}^2$ на свойства цементного камня. Применение озвученной в течение 30 мин воды затворения позволяет обеспечить 20%-е увеличение предела прочности при сжатии цементного камня.

Практический интерес представляет применение ультразвуковой обработки при модификации свойств различных технологических жидкостей, в частности эмульсионных смазок, для опалубки при производстве сборного и монолитного железобетона. В работе [7] показано, что в условиях ультразвуковых колебаний происходит активация олеиновой кислоты. Это приводит к формированию микроэмульсий на основе нефтяного экстракта, что невозможно без применения ультразвукового озвучивания. Технологии, основанные на воздействии ультразвуковых колебаний на битумные растворы, позволяют повысить качественные характеристики асфальтобетонных смесей [8; 9]. В результате снижения вязкости озвученного битума, а следовательно, уменьшения процентного содержания битума в смеси можно обеспечить уменьшение толщины дорожного покрытия. При этом полученный состав обладает улучшенной адгезией к каменному материалу и прочностью, которая не снижается при водонасыщении, что повышает коэффициент водостойкости [9].

Рассмотренные направления использования акустических колебаний ультразвукового диапазона в строительстве позволяют сделать вывод о больших перспективах применения ультразвука в процессе приготовления жидких строительных смесей. Показано, что обработка с помощью ультразвука способствует увеличению прочностных свойств строительных материалов на 20 %. В условиях воздействия высокочастотных акустических колебаний можно обеспечить повышение коэффициента водостойкости с целью улучшения качества асфальтобетонных покрытий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 17624–87. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности. М.: Издательство стандартов, 1989.
2. Хмелев, В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности: курс лекций / В.Н. Хмелев [и др.]. Бийск: Алт. гос. техн. ун-т, 2010. 203 с.
3. Ультразвуковая ванна: основные сведения // Технотрон. URL: <http://www.texnotron.com/tools/889-ultrazvukovaya-vanna-osnovnye-svedeniya.html> (дата обращения: 15.11.2016).
4. Логанина, В.И. Повышение активности воды затворения цементных систем акустическим полем / В.И. Логанина, Г.А. Фокин, Н.Г. Вилкова // Строительные материалы. 2008 (11). С. 14–16.
5. Фокин, Г.А. Повышение физико-механических свойств цементных систем акустической активацией воды затворения / Г.А. Фокин, Я.А. Лошкинова-Карасева // Известия вузов. Строительство. 2008 (4). С. 16–20.
6. Петров, А.Г. Улучшение свойств цементного камня путем ультразвуковой активации воды затворения / А.Г. Петров, А.А. Арбаева // Материалы 57-й научно-технической конференции. М., 2016.

7. Максимович, Е.С. Влияние ультразвуковой обработки на свойства эмульсионных смазок для опалубки при производстве сборного и монолитного железобетона / Е.С. Максимович, В.Н. Сакевич // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. 2012. № 8. С. 78–84.
8. Субботин, И.В. Применение ультразвуковой активации битума на асфальтобетонных заводах / И.В. Субботин // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 4 (13). С. 104.
9. Васильев, Ю.Э. Исследование влияние ультразвуковой обработки на вязкость битума / Ю.Э. Васильев, Ю.Н. Калачев, И.В. Субботин // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 4 (13). С. 73.

УДК 539.3/6

ПРОГРАММА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ И ПРОСМОТРА СОРТАМЕНТА МЕТАЛЛОПРОКАТА

А.А. Алексеев, Е.Г. Алексеева

Тверской государственной технической университет, Тверь, Россия

E-mail: alexeew@bk.ru

CROSS SECTION GEOMETRY PROPERTIES CALCULATION AND ROLLED METAL PRODUCTS GAUGE OVERVIEW PROGRAM

A.A. Alekseev, E.G. Alekseeva

Tver State Technical University, Tver, Russia

E-mail: alexeew@bk.ru

АННОТАЦИЯ

Дается описание программы для ЭВМ, предназначенной для вычисления геометрических характеристик плоских поперечных сечений и просмотра таблиц сортамента металлопроката.

ABSTRACT

The description of flat cross section geometry properties calculation and rolled metal products gauge overview program is given.

Ключевые слова: геометрические характеристики плоских сечений, моменты инерции и сопротивления, программа для ЭВМ.

Keywords: flat cross section geometry properties, moment of inertia, sectional modulus, computer program.

При проведении инженерных расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость необходимо вычислять геометрические характеристики плоских поперечных сечений рассматриваемых элементов. В расчетных формулах сопротивления материалов используются геометрические характеристики относительно главных центральных осей. В общем случае поперечное сечение может представлять совокупность произвольных геометрических фигур и тонкостенных прокатных профилей. Вычисление геометрических характеристик основано на определении характеристик составных частей сечения, отыскании его центра тяжести и последующем суммировании с учетом свойства аддитивности этих характеристик по определенным теоремам – при парал-