

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ГОУВПО «ВГТУ»)**

**Тема ВКР: «Исследование бетонных конструкций  
методом ультразвукового зондирования  
поверхностного слоя с целью определения очага  
пожара и последующего установления причины его  
возникновения»**

**Выполнил:**

**А.К. Шмойлов**

**Руководитель ВКР:**

**А.В. Вытовтов**



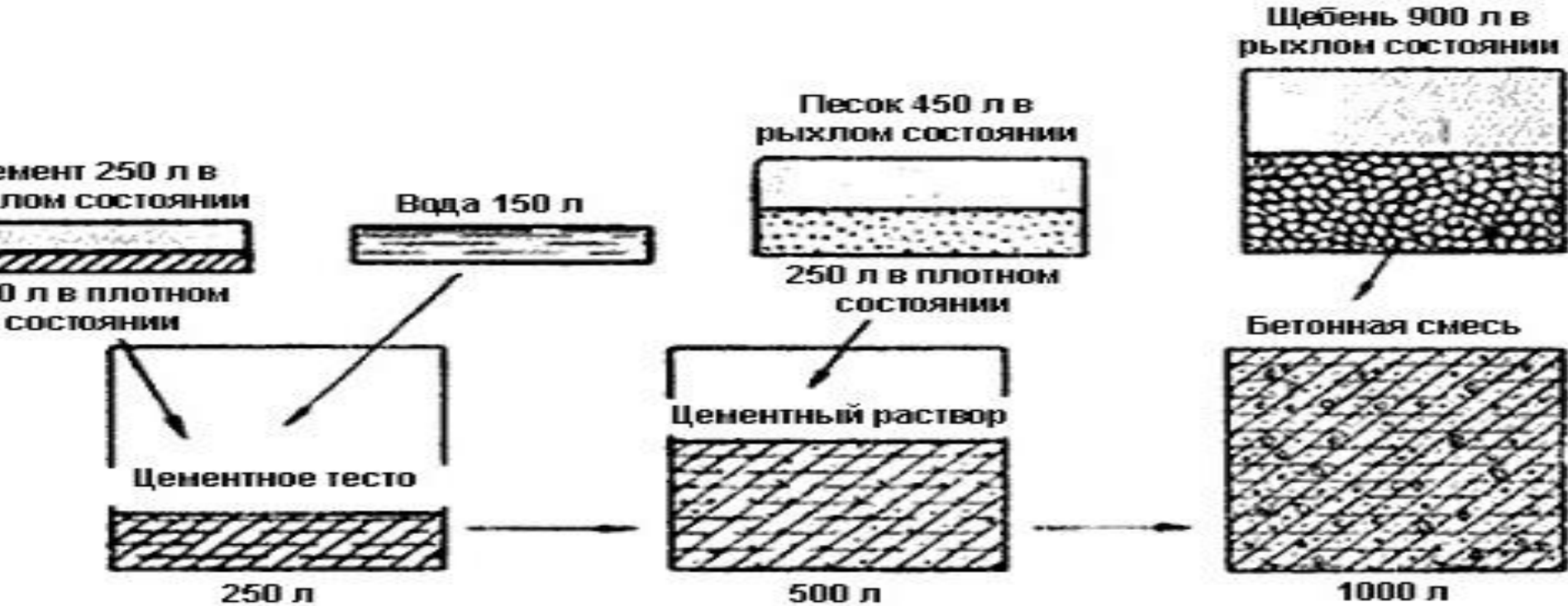
# Цель ВКР



**является изучение возможностей исследования поверхностного слоя бетонных конструкций при поисках очага пожара с применением ультразвукового зондирования поверхностного слоя.**

## Задачи ВКР

- охарактеризовать особенности использования методики изучения бетонных конструкций при поисках очага пожара;**
- проанализировать экспертные исследования неорганических строительных материалов;**
- охарактеризовать экспертные возможности методов, используемых для экспертного исследования бетонных строительных конструкций;**
- проанализировать возможности метода ультразвукового зондирования поверхностного слоя бетонных конструкций на примере исследования, проведенного сотрудниками ГПН ФПС МЧС России при поисках очага пожара на примере ФГБУ СЭУ ФПС «ИПЛ» по Воронежской области.**
- сформулировать выводы по результатам эффективности использования для целей ПТЭ при исследовании неорганических строительных материалов при поиске очага пожара метода ультразвукового зондирования.**



## Исследование обнаруженных объектов и следов

молоток Кашкарова

Исследование бетонных конструкций  
 методом ультразвукового зондирования  
 поверхностного слоя с целью определения  
 очага пожара, последующего установления  
 причины его возникновения

**Классификация бетонов:  
основной считается классификация по объемной массе**

**Особотяжелый  
объемной массой  
более 2500 кг/м<sup>3</sup>**

**особо легкий  
— менее 500  
кг/м<sup>3</sup>**

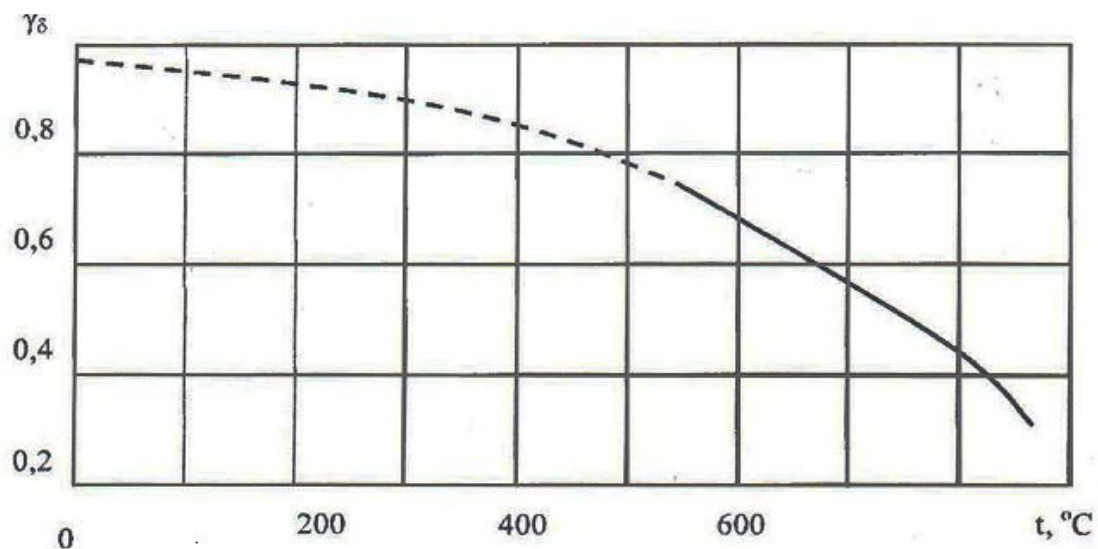
**тяжелый—1  
800— 2500  
кг/м<sup>3</sup>**

**легкий —  
500—1800  
кг/м<sup>3</sup>**



**Бетон – огнестойкий материал, выдерживающий воздействие высоких температур во время пожаров. Огнестойкость бетона зависит не только от вида цемента, но и от природы заполнителей. Если в качестве заполнителей применяется горная порода, в состав которой входит кристаллический кварц, то при температуре около  $600^{\circ}\text{C}$  в бетоне могут появиться трещины.**

**При нагревании бетона выше  $500^{\circ}\text{C}$  и последующем увлажнении он разрушается. Вначале происходит дегидратация гидроокиси кальция, а затем при последующем увлажнении образовавшаяся  $\text{CaO}$  гасится с увеличением в объеме, что приводит к разрушению цементного камня и бетона.**



# Ультразвуковой низкочастотный дефектоскоп «УД2Н-П» для исследования бетонных и железобетонных конструкций



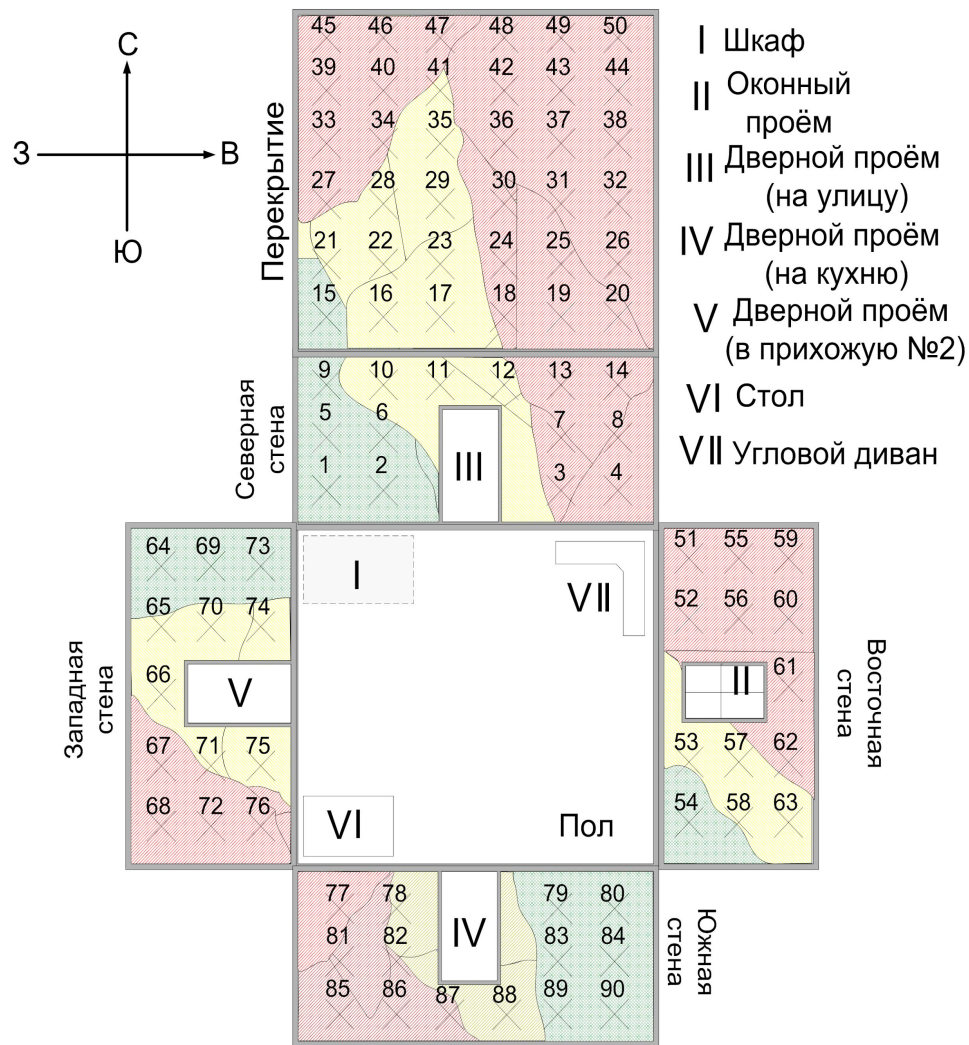
# СУТЬ МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ УЛЬТРАЗВУКОМ

разрыхление  
массы бетона  
при нагреве,  
появление в нем  
микро- и  
макротрещин

сопровождается  
изменением его  
акустических  
характеристик

оценки акустических характеристик бетонных  
изделий посредством пропускания через  
поверхностный слой бетона ультразвуковой  
ВОЛНЫ

# Карта зон термических поражений ж/б конструкций





## **Измерение значения времени прохождения ультразвуковой волны в поверхностном слое бетона**

**В современной модификации метод предполагает определение скорости распространения поверхностных ультразвуковых волн в наружном (поверхностном) слое бетонных и железобетонных конструкций. По результатам измерений оценивается степень разрушения бетона в ходе пожара и выявляются зоны термических поражений указанных конструкций, в том числе поражений, возникающих в бетоне при 300-400 °С и еще не видимых глазу. В отдельных случаях по результатам прозвучивания возможна и оценка максимальной температуры нагрева конструкции.**

**Объектами исследования являются конструкции из бетона и железобетона заводского производства, у которых исходные акустические характеристики позволяют работать в зонах от 200-400 °С и выше. По результатам измерений строится карта зон термических поражений, с помощью лицензионной версии программы Microsoft Excel, куда заносят данные исследования фрагментов бетонного блока помещения.**



## ВЫВОДЫ

1. По мере разрушения бетона под действием температуры, скорость прохождения в нем ультразвукового импульса последовательно снижается.
2. Применение метода УЗ-дефектоскопии непосредственно на месте пожара в качестве метода предварительной оценки и выявления «горячих» ( $>700^{\circ}\text{C}$ ) зон нагрева можно считать целесообразным.
3. Также этот метод исследования информативен в качестве экспресс-метода для исследования конструкций из бетона и железобетона заводского производства, у которых более равномерные исходные акустические характеристики позволяют работать в зонах от 200-400  $^{\circ}\text{C}$  и выше.
4. Для получения более полной информации, после такого предварительного «зондажа» следует отобрать пробы цементного камня, штукатурки, силикатного кирпича и подобных материалов и исследовать их лабораторным методом.
6. Применения метода УЗ-дефектоскопии явно недостаточно для работы на месте крупных развившихся пожаров, где температура нагрева бетонных конструкций достигает 900 – 1000 градусов.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**