

**БРАТОШЕВСКАЯ В. В., МИРСОЯНОВ В. Н., МИРСОЯНОВ Р. В.  
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В БЕТОНАХ  
ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

***Братошевская Виолетта Витальевна***

кандидат технических наук, профессор кафедры архитектуры  
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»,  
E-mail: violetta-architector@yandex.ru

***Мирсоянов Владимир Николаевич***

кандидат технических наук, доцент кафедры ТОЭСиУН ФГБОУ ВПО «Кубанский  
государственный технологический университет»,

***Мирсоянов Ростислав Владимирович***

кандидат с/х наук, доцент кафедры ТОЭСиУН ФГБОУ ВПО «Кубанский  
государственный технологический университет»,  
E-mail: mir6@mail.ru

***Аннотация.*** Исследовано напряженное состояние, возникающее в дисперсных структурах цементного бетона в нагруженном и ненагруженном состоянии при агрессивном воздействии окружающей среды, и выявлена взаимосвязь релаксации напряжений с физической стойкостью бетона.

***Ключевые слова:*** капиллярно-пористая структура, агрессивная среда, упруго-пластические свойства, прочность, релаксация, стойкость.

**BRATOSHEVSKAYA V. V., MIRSOYANOV V. N., MIRSOYANOV R. V.  
THE INFLUENCE OF ADSORPTION-ACTIVE SOLUTIONS  
ON THE PROPERTIES OF CAPILLARY-POROUS STRUCTURES**

***Bratoshevskaya Violetta Vitaljevna***

candidate of technical Sciences, Professor, Department of architecture,  
Federal STATE budgetary educational institution of higher professional education  
"Kuban state agrarian University",  
E-mail: violetta-architector@yandex.ru

***Mirsoyanov Vladimir Nikolaevich***

candidate of technical Sciences, assistant Professor Cohesion Federal STATE budgetary  
educational institution of higher professional education "Kuban state technological University,

***Mirsoyanov Rostislav Vladimirovich***

candidate of agricultural Sciences, assistant Professor Cohesion Federal STATE budgetary  
educational institution of higher professional education "Kuban state technological University,  
E-mail: mir6@mail.ru

***Abstract.*** Investigated the stress state occurring in disperse structures of cement concrete in the loaded and unloaded state when the aggressive effects of the environment, and the interrelation of stress relaxation with the physical durability of concrete.

***Keywords:*** capillary-porous structure, aggressive medium, elastic-plastic properties, strength, relaxation, vitality.

Цементный бетон представляет собой гетерогенную дисперсную структуру, в граничных слоях которой при изменении внешних условий могут протекать физико-химические процессы, изменяющие структурно-механические свойства материалов. При взаимодействии фаз происходят различного рода явления, связанные с появлением напряженного состояния как в отдельных участках структуры, так и во всем ее объеме.

Основываясь на использовании реологических моделей бетона, обладающих упругими, пластическими и вязкими свойствами, можно описать его поведение в различных условиях. Так, структуры с преобладанием элементов упругости релаксируют

напряжения значительно медленнее, чем структуры с большим содержанием вязких или пластических элементов. При перераспределении напряжений первые структуры (упругие), естественно, в более невыгодных условиях. При небольших нагружениях мгновенные деформации в большинстве случаев носят упругий характер. Как ползучесть, так и релаксация в основном осуществляются, по-видимому, за счет скольжения в контактах коагуляционного типа с возможным частичным нарушением псевдосращений в гелевой составляющей. При больших нагрузках в условиях постоянно фиксированной деформации вероятность повреждения контактов кристаллизационной составляющей структуры меньше из-за возможного перераспределения напряжений между структурными составляющими, в то время как при ползучести деформирование кристаллизационной составляющей более вероятно. При проникновении агрессивной жидкости в дефектную структуру твердого тела, находящегося под нагрузкой, происходит уменьшение свободной поверхностной энергии с концентрацией напряжений в тупиковых участках трещин (эффект Ребиндера), которые значительно опаснее в жестких, более хрупких структурах, где развитие микротрещин протекает с большей скоростью. В то же время в структурах с достаточным количеством коагуляционных контактов микротрещины блокируются в процессе пластической деформации.

Если в процессе релаксации нагрузок на тела с определенной скоростью действуют дополнительные физические факторы (увлажнение и высушивание, замораживание и оттаивание и др.), то внутренние напряжения от внешнего дополнительного действия также будут релаксировать. Эта способность структур релаксировать такие напряжения, естественно, зависит от соотношения между структурными составляющими и может, по-видимому, характеризовать поведение материала. Особенно важно в этом случае является скорость релаксации внутренних напряжений от внешнего воздействия среды.

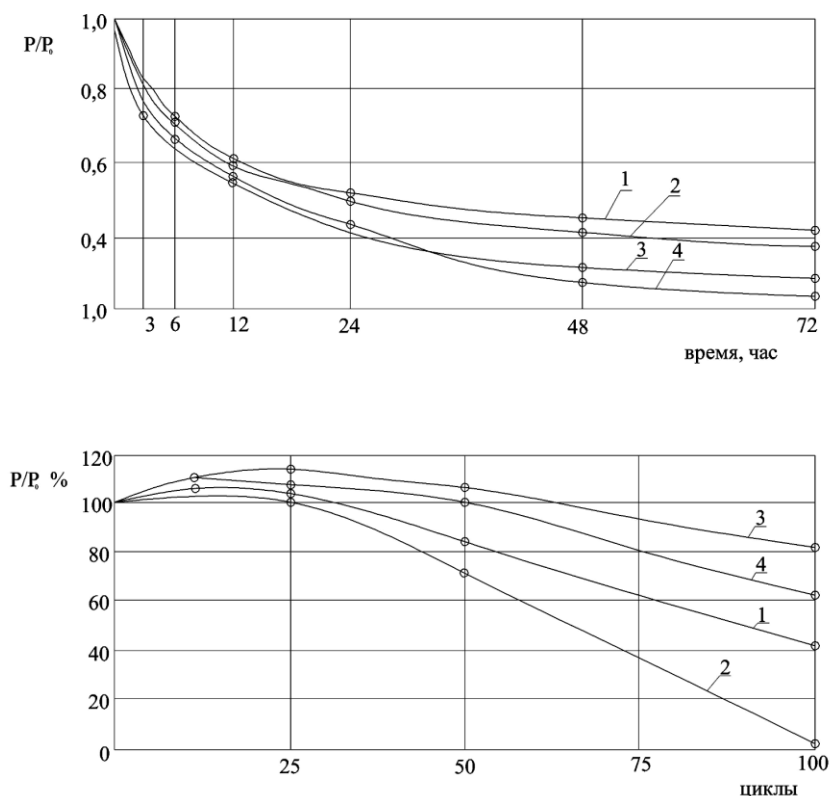


Рисунок 1 - Взаимосвязь релаксации напряжений бетонов, твердевших в различных условиях (верхний рисунок), с характером изменения прочности при попеременном замораживании и оттаивании. 1 - плавный подъем температуры до  $100^\circ$ , 2 - ступенчатый до  $100^\circ$ , 3 - плавный до  $80^\circ$ , 4 - ступенчатый.

Для подтверждения указанных выше положений проводились исследования на бетонных образцах, твердевших в разных условиях. Режимы выбирались с учетом

возможности достижения практически одинаковой прочности, которой обладали образцы нормального твердения, а также необходимости получения более жестких структур. Испытания на релаксацию проводились по описанной ранее методике [1]. Одновременно все серии образцов были испытаны на замораживание и оттаивание в лабораторной морозильной камере; параллельно по циклам измерялись деформации и динамический модуль упругости.

Анализируя зависимости, представленные на графиках (рисунок 1), можно заметить, что изменение режима и температуры изотермического обогрева сильно сказывается на релаксируемости и стойкости бетона. Образцы, пропаренные при 80°, показали значительно большую стойкость и скорость релаксации напряжений при циклических воздействиях среды. Полученные результаты могут быть объяснены тем, что при повышенных температурах в цементном камне преобладает кристаллическая часть и необратимые дефекты. В то же время при меньших температурах реакции взаимодействия проходят в более мягких условиях, обеспечивающих создание менее хрупких структур с запасом деформативных свойств.

Анализируя данные по стойкости бетонов, можно заметить, что они располагаются в той же последовательности, что и скорость релаксации напряжений. Наиболее высокими техническими показателями обладают структуры с большей скоростью релаксации напряжений и наоборот, структуры, обнаружившие меньшую скорость релаксации, показали меньшую стойкость [2].

При исследовании ступенчатого и непрерывного подъемов температуры изотермического обогрева выявлено, что у образцов, пропаренных по ступенчатому режиму, наблюдалось увеличение как скорости релаксации, так и стойкости.

Очевидно, что в цементном камне при длительном прогреве будет преобладать более жесткая кристаллическая составляющая. Абсолютное и относительное содержание кристаллической, более хрупкой, части в структуре будет увеличиваться и с повышением температуры изотермического прогрева. При последующем остывании напряжения и деформации в хрупком цементном камне приводят к образованию трещин, нарушению контактов между цементным камнем и зернами заполнителя и вызывает общее снижение технических свойств бетона.

#### **Список литературы**

1. Братошевская В.В., Мирсоянов В.Н., Мирсоянов Р.В. Об оценке стойкости дисперсных структур бетона: Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения, № 9 (22). – Липецк: ООО «Максимал информационные технологии», 2015. – 15-18 с.
2. Братошевская В.В., Мирсоянов В.Н., Мирсоянов Р.В. Оценка стойкости пропаренного бетона: Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения, № 2 (24). – Липецк: ООО «Максимал информационные технологии», 2016. – 16-18 с.

#### **References**

1. Bratoshevskaya V. V., Mirsoyanov V. N., Mirsoyanov R. V. On the assessment of the durability of dispersion structures concrete: Modern science: actual problems and ways of their solution, No. 9 (22). – Lipetsk: "max information technology", 2015. – 15-18 С.
2. Bratoshevskaya V. V., Mirsoyanov V. N., Mirsoyanov R. V. Evaluation of the resistance of steamed concrete: Modern science: actual problems and ways of their solution, No. 2 (24). – Lipetsk: "max information technology", 2016. – S. 16-18