

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Шевченко В.В.,
Крикливий В.С.,
Выровой В.Н.,** д.т.н., профессор,
Одесская государственная академия строительства и архитектуры
Lab.psk.ogasa@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы безопасного функционирования строительных конструкций-систем. Проведенный анализ показал, что в течении одного года конструкция-система подвергается многократным циклам температурных и влажностных воздействий, замораживанию и оттаиванию, сделано заключение, что для обеспечения внутренней и внешней безопасности конструкций необходимо учитывать все виды климатических воздействий.

Ключевые слова: условия эксплуатации, система, замораживание, оттаивание, увлажнение, высушивание.

КЛИМАТИЧНІ УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Шевченко В.В.,
Крикливий В.С.,
Вировой В.М.,** д.т.н., професор
Одеська державна академія будівництва і архітектури
Lab.psk.ogasa@mail.ru

Анотація. Розглянуті питання безпечного функціонування будівельних конструкцій-систем. Проведений аналіз показав, що протягом одного року конструкція-система піддається багаторазовим циклам температурних і вологісних впливів, заморожування та відтавання, зроблено висновок, що для забезпечення внутрішньої і зовнішньої безпеки конструкцій необхідно враховувати всі види кліматичних впливів.

Ключові слова: умови експлуатації, система, заморожування, відтавання, зволоження, висушування.

ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF USE OF BUILDING MATERIALS

**Shevchenko V.V.,
Kriklivii V.S.,
Vyrovoy V.N.,** Doctor of Engineering, Professor
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture
Lab.psk.ogasa@mail.ru

Abstract. The problems of safe operation of building systems designs. It is shown that to provide integrated security, we must consider the impact of operating environment on the material structures and the manifestation properties of adaptation of the conditions the external environment. Defined tasks of research - analysis of climate impacts on building materials and structures. The analysis showed that in one year construction fall under multiple cycles of temperature and impact of moisture, freezing and thawing, and it is leads to the conclusion that, to ensure internal and external security structures must take into account all kinds of climatic influences.

Keywords: operating conditions, the system, freezing, thawing, humidifying, drying.

Введение. Безопасное функционирование строительных конструкций, зданий и сооружений должно обеспечиваться на протяжении всего их жизненного цикла. Специалисты различают внешнюю и внутреннюю безопасность любых объектов, представленных в виде систем определённого вида [1]. Под внешней безопасностью понимают способность системы при ее взаимодействии с окружающей средой не вызывать изменения основных параметров. Основное назначение конструкции как подсистемы заключается в содружестве себе подобными подсистемами, которые обеспечивают целостность и выполнение функционального назначения строительного объема как сложноорганизованной открытой системы. Поэтому внешняя безопасность важна тем, что при нарушении устойчивости система может быть угрозой соседним конструктивным элементам, что может привести к снижению уровня безопасного функционирования системы.

Внутренняя безопасность характеризует способность системы сохранять свою целостность и основные функциональные свойства в условиях внутренних и внешних воздействий. При этом подчеркивается, что внутренняя безопасность определяется показателем гомеостаза системы [2].

Под комплексной безопасностью принимается такое состояние системы, при котором обеспечивается определенное соотношение внешней и внутренней безопасности путем самопроизвольного изменения параметров структуры в пределах, обеспечивающих проявление требуемых свойств (адаптации).

Проявление свойств адаптации характерно для бетона как сложноорганизованного материала, определяющего весь комплекс свойств строительных конструкций. Эксплуатация строительных конструкций, зданий и сооружений априорно предполагает перманентное воздействие на них окружающей среды. Изменение температуры, влажности, силовых стационарных и динамических нагрузок воспринимает бетон. В нем развиваются необратимые структурные изменения, что может быть причиной изменения его свойств и, тем самым условий безопасного функционирования конструкций. При оценке стойкости и долговечности бетона, как правило, нормируется количество циклов замораживания и оттаивания [1]. Отдельные исследования обращают внимание на стойкость строительных материалов в условиях чередующегося изменения температуры и влажности. Крайне мало информации о поведении строительных материалов, включая бетон всех видов, при воздействии на них всех видов климатических воздействий (интегральных климатических воздействий).

Одной из задач исследований является анализ климатических условий эксплуатации строительных материалов, конструкций, зданий, и сооружений.

Обзор климатических условий Украины. Украина расположена на территории Восточно-Европейской равнины, на юго-западе её территория омывается Чёрным и Азовским морями. Так как территория Украины включает в себя горные и равнинные формы рельефа, осадки на территории государства распределены неравномерно. Территория Украины лежит только в зоне умеренного климатического пояса. Таким образом, на территории государства складывается умеренно-континентальный тип климата.

Средняя температура июля на территории страны изменяется от +18°C на севере страны и до +21°C на юге. Дневная температура в июле обычно составляет +22..+26°C, ночная же +11..+15°C.

Средняя температура января изменяется от -7°C на северо-востоке страны, до -5°C в центральной части и до -2°C на юге. Ночная температура при этом изменяется от -11..-9°C на северо-востоке и до -5...-3°C на юге страны. Дневная – от -6..-3°C и до 0...+2°C, соответственно.

Продолжительность безморозного периода на юге страны составляет 260-270 дней в году, на севере – 170-180 дней.

Наибольшее годовое количество осадков приходится на Карпаты и составляет обычно 1400-1600 мм в год. Меньше всего осадков приходится на южную часть Украины: на юго-

востоке государства за год в среднем выпадает 250-350 мм осадков, а в прибрежных районах Чёрного и Азовского морей – 150-200 мм.

На остальной же территории Украины годовое количество осадков колеблется от 600 до 800 мм.

Таким образом, строительные конструкции, здания и сооружения, расположенные на территории Украины претерпевают интегральные климатические воздействия окружающей среды.

Анализ климатических условий Юга Украины. Анализ условий эксплуатации строительных объектов Юга Украины проведен за период 2014-2015 гг.. При анализе выделены осенне-зимний и весенне-летний периоды. В таблице 1 приведены усреднённые данные по климатическим особенностям Одесского региона в течение зимнего периода.

Таблица 1 – Климатические условия в течение осенне-зимнего периода

Явления	Осенне-зимний период
Ясно	38 дней
туман	60 дней
Дождь (дождь со снегом)	52 дня
Снег	24 дня
T_{\max} воздуха	+10...+18 °С
T_{\min} воздуха	-15 °С
Увлажнение-замораживание оттаивание	46 циклов

В данном случае речь должна идти не о градиентах температуры, а о факте перехода температуры от положительных до отрицательных значений. В Одесском регионе в осенне-зимний период произошло 46 переходов через $T = 0^{\circ}\text{C}$.

Акцентирование внимания на факте перехода температуры через $T = 0^{\circ}\text{C}$ связано с тем, что при этой температуре происходит изменение агрегатного состояния воды. При превращении воды в лед происходит увеличение объема до 9%, что, по мнению специалистов, является одной из важных причин неблагоприятного физического воздействия на капиллярно-пористую структуру строительных материалов.

Анализ климатических условий в осенне-зимний период показал, что в это время происходит выпадение осадков в виде дождя, мокрого снега и снега [3]. Периодами выпадают густые туманы. Это вызывает увлажнение строительных конструкций. Кроме того, в дневное время при положительных температурах возможно увлажнение конструкций за счет таянья льда и снега. В ночное время при отрицательных температурах происходит замерзание воды, проникшей в поровое пространство материала строительных изделий и конструкций. Таким образом, только в течение одного года может происходить ряд циклов увлажнения и высушивания, замораживания и оттаивания, строительных конструкций различного вида и назначения.

Разнообразие причин, вызывающих снижение долговечности, не позволяет выделить общий критерий внешних воздействий, которые вызывают необратимые внутренние структурные изменения. В работах [4, 5] к важным свойствам бетона, как достаточно сложной системе, относят его способность адаптироваться к условиям эксплуатации. Особенное внимание обращается на чередование циклов нагревание-охлаждение и увлажнение-высушивание, которые могут привести к преждевременному снижению

безопасности функционирования бетонных конструкций.

В таблице 2 приведены данные по климатическим условиям Одесского региона в весенне-летний период.

Таблица 2 – Климатические условия в течение весенне-летнего периода.

Явления	Весенне-летний период
Ясно (ясно-облачно)	90 дней
Облачно	49 дней
Дождь	37 дней
T_{\max} воздуха	34,7 °С
T_{\min} воздуха	14 °С
Температура поверхности	62 °С
Увлажнение-высушивание	26 циклов

Приведенные данные по условиям эксплуатации строительных конструкций зданий и сооружений различного назначения, показали, что увлажнение большинства конструкций связано с переменным уровнем воды и с увлажнением в результате изменения влажности в результате орошения (туманы, дожди).

Высушивание увлажненных конструкций происходит, как правило, при повышении температуры и снижении влажности. Изменение температуры связано со сменой погодных условий и суточных колебаний. Высушивание материалов при повышенных температурах сопровождается, кроме влажностных, еще и температурными деформациями. Суммарное воздействие влажностных и температурных деформаций должно вызвать существенное изменение структуры материала, что должно повлиять на его способность противостоять многократному увлажнению и высушиванию.

Как правило, не происходит отдельного воздействия температуры и влаги. Два этих фактора неразрывно связаны друг с другом. Даже в сухое время градиенты температур поверхности изделия и периферийных зон вызывают миграцию поровой жидкости бетона как капиллярно-пористого тела. Кроме того, температурные и влажностные воздействия неравномерно распределяются по объему изделия. Это создает предпосылки возникновения градиентов влажностных и термических деформаций по сечению конструкций. В силу того что температурные и влажностные внешние воздействия подчиняются определенным циклам (суточным, сезонным), то можно предположить, что деформационные «волны» постоянно проходят через изделия.

Материал конструкций реагирует на всю совокупность внешних климатических воздействий путем многократного изменения объема материала, что вызывает изменение структуры и, в итоге, возможного снижения свойств уровня нормируемых значений. Повторяющиеся внешние воздействия, связанные с изменением температуры и влажности относят к малоцикловым воздействиям, что ведет к усталости материала.

К основным климатическим воздействиям на строительные конструкции следует отнести повторяющиеся в определенном ритме (суточном, сезонном) температурные, влажностные, температурно влажностные воздействия и градиенты влажности и температуры по сечению изделия. Эти воздействия могут быть причиной таких структурных изменений в материале конструкции, которые могут привести к преждевременному выходу ее из строя. Поэтому, на стадии проектирования составов бетона следует предусмотреть мероприятия, которые позволили бы сохранять требуемые свойства на весь заданный период

эксплуатации конструкции с учетом технологических деформаций и напряжений, которые, развиваясь, способны усилить или ослабить сопротивляемость конструкции внешним воздействиям [6].

Выводы. Проведенный анализ климатических условий Украины и Одесского региона показал, что только в течение одного года наблюдается многократные изменения температуры и влажности, что оказывает воздействие на строительные объекты любого назначения. При таком интегральном климатическом воздействии строительные материалы могут снижать основные показатели свойств, что может привести к снижению уровня безопасного функционирования конструкций. Не исключены ситуации, при которых один вид воздействий будет инициировать необратимые структурные изменения при других видах климатических воздействий. Это ставит задачи изучения интегральных климатических воздействий на условия безопасного функционирования строительных материалов и конструкций.

Литература

1. Выровой В.Н. Основы безопасного функционирования конструкций как сложных открытых систем. / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, В.Г. Суханов // «Композиционные строительные материалы», 2010. – С. 145-151.
2. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности / И.В. Прангишвили – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с.
3. Литвиненко А.С. Исследование цикличности погодно-климатических условий Украины в связи с прогнозированием влияния опасных природных явлений на состояние автомобильных дорог. / А.С. Литвиненко // Збірник наукових праць «Дороги і мости», – 2006. – Вип. 6. – С. 74–90.
4. Миронов С.А. Зимнее бетонирование и тепловая обработка бетона. / С.А. Миронов, О. С. Иванова, Л. А. Малинина [и др.] // Под ред. С. А. Миронова; Науч.- исслед. ин-т бетона и железобетона. – М.: Стройиздат, 1975. – 248 с.
5. Подвальный А.М. О концепции обеспечения морозостойкости бетона в конструкциях зданий и сооружений / А. М. Подвальный // Строительные материалы, 2004. – № 6. – С. 4-6.
6. Суханов В.Г. Условия эксплуатации строительных материалов и конструкций. Основные направления исследований. / В.Г. Суханов, В.Н. Выровой, О.А. Коробко // Структура материала в структуре конструкции. – Одесса: ПОЛИГРАФ, 2016 – С. 46-59.