

## МОРОЗОСТОЙКОСТЬ БЕТОНА

◆◆◆◆

### FROST RESISTANCE OF CONCRETE

**Щуров Сергей Александрович**

студент факультета гидромелиорации,  
Кубанский государственный аграрный университет  
имени И.Т. Трубилина  
shchurov01@bk.ru

**Shchurov Sergey Aleksandrovich**

Student of the Faculty of Hydromelioration,  
Kuban State Agrarian University  
named after I.T. Trubilin  
shchurov01@bk.ru

**Аннотация.** В статье говорится о морозостойкости бетона, ее характеристиках, от которых она зависит. Описываются процесс исследования морозостойкости в лабораторных условиях.

**Annotation.** The article talks about the frost resistance of concrete, its characteristics, on which it depends. The process of studying frost resistance in laboratory conditions is described.

**Ключевые слова:** морозостойкость, замораживание, оттаивание, образцы, бетон, цикл

**Keywords:** frost resistance, freezing, thawing, samples, concrete, cycle

**М**орозостойкость – это свойство, характеризующееся предотвращением замерзания или устойчивостью к замерзанию. Оно главным образом зависит от структуры данного материала, то есть чем выше будет относительный объем пор, которые способствуют проникновению воды в них, тем ниже морозостойкость [1].

Морозостойкость бетона, как правило, определяют, подвергая образцы, полученные в лаборатории, до числа циклов замораживания и оттаивания в воде, в диапазоне температур от +4 °С до –18 °С или –20 °С. Чтобы получить результаты за относительно короткий период времени, образцы обычно подвергают пяти или более циклам в день, поскольку, как и в стандартной процедуре, количество циклов часто фиксируется на уровне 300.

Для оценки степени внутреннего растрескивания и, следовательно, повреждения из-за воздействия мороза, две наиболее распространенные процедуры - это измерение изменения длины и измерение динамического модуля упругости. Изменение длины более 200 мкм/м (приблизительно) или потеря модуля упругости обычно указывает на то, что внутренняя структура бетона была значительно повреждена микротрещинами.

Потеря массы также может быть измерена, но она больше связана с сопротивлением образованию отложений на поверхности, чем к внутреннему растрескиванию.

Лабораторные испытания убедительно показывают, что почти для всех типов бетона существует критическое значение коэффициента зазора между воздушными пустотами. Если коэффициент интервала выше этого критического значения, испытываемый образец бетона очень быстро разрушается в результате циклов. Возникают микротрещины и быстрая потеря механических свойств. Если коэффициент интервала ниже этого критического значения, образец бетона может выдержать очень большое количество циклов без каких-либо значительных повреждений [2].

Как показывают многие исследования, для этого бетона существует критическое значение коэффициента зазора между воздушными пустотами. Все смеси с интервалом, значительно превышающим 500 мкм, очень быстро разрушаются циклами. Такое поведение типично для лабораторных наблюдений: морозостойкость образца бетона обычно либо очень хорошая, либо очень низкая.

В принципе, тесты на замораживание и оттаивание просты: образцы готовятся и отверждаются при определенных условиях, затем подвергаются циклам замораживания и оттаивания, а полученный эффект оценивается путем визуального осмотра или некоторых физических измерений.

На практике незначительные изменения в процедурах испытаний имеют непропорциональный эффект, поэтому невозможно придать абсолютное значение результатам, и максимум, чего можно достичь, как правило, не более чем общее указание отно-

сительной морозостойкости различных материалов. Даже в этом случае нельзя ожидать прямой зависимости между результатами испытаний и долговечностью в эксплуатации, поскольку степень воздействия мороза может сильно различаться.

При испытаниях замораживание проводится на воздухе или в воде, что приводит к более быстрому износу [3]. Чем выше скорость замерзания, то есть скорость падения температуры образцов ниже 0 °С, тем быстрее скорость разрушения, но степень различения бетонов с разной морозостойкостью также уменьшается.

Обычно размораживание проводят в воде при температуре от 5 до 25 °С. Степень насыщения бетона в начале замораживания и оттаивания сильно влияет на скорость разрушения, и даже самые лучшие бетоны быстро разрушаются, если они полностью пропитаны погружением в воду под вакуумом [4].

При увеличении времени выдержки в воде перед началом испытаний морозостойкость обычно повышается до максимума в промежутке от 1 до многих месяцев, а затем снова снижается. Подъем объясняется увеличением прочности, а последующее падение – увеличением степени насыщения бетона. Бетоны, которым дают высохнуть перед началом испытаний на морозостойкость, демонстрируют повышенную стойкость из-за медленного заполнения пор водой, но начало повреждения только откладывается, а не предотвращается.

### Литература

1. Завротынская В.В., Тхазеплова Д.А., Шиховцов А.А. Современные способы ускорения набора прочности бетона // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2020. – № 8. – С. 641–649.
2. Современные технологии ускорения набора прочности бетона / Е.А. Лангнер [и др.] // Вестник евразийской науки. – 2020. – Т. 12. – № 5. – С. 36.
3. Кириченко В.А., Шиховцов А.А., Митин А.Б. Экономико-технологические аспекты применения полистиролбетона // В сборнике : Экономика и предпринимательство. – 2017. – 1204 с.
4. Комиссаров А.Н., Шиховцов А.А. Развитие ресурсосберегающих технологий в строительстве // В сборнике : Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленческие аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры // Сборник статей Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Институт строительства и транспортной инфраструктуры; ФГБОУ ВО «КубГТУ»; Международный центр инновационных исследований «OMEGA SCIENCE». – 2017. – С. 133–136.

### References

1. Zavrotynskaya V.V., Tkhaseplova D.A., Shikhovtsov A.A. Modern methods of accelerating concrete strength gain // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubGTU». – 2020. – № 8. – P. 641–649.
2. Modern technologies for accelerating concrete strength gain / Langner E.A. [et al.] // Bulletin of Eurasian Science. – 2020. – Vol. 12. – № 5. – С. 36.
3. Kirichenko V.A., Shikhovtsov A.A., Mitin A.B. Economic and technological aspects of the use of polystyrene concrete. In the collection: Economics and Entrepreneurship. – 2017. – 1204 p.
4. Komissarov A.N., Shikhovtsov A.A. Development of resource-saving technologies in construction // In the collection: Environmental, engineering, economic, legal and managerial aspects of the development of construction and transport infrastructure. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Technological University», Institute of Construction and Transport Infrastructure; FGBOU VO «KubGTU»; International Center for Innovative Research «OMEGA SCIENCE». – 2017. – P. 133–136.