

**МОРОЗОСТОЙКОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ БЕТОНА**

**Солоненко И.П., Пехтерева А.А.** (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

У статті розглядається вплив низьких температур на довговічність дорожнього покриття, виготовленого з бетону. Наведено аналіз методів підвищення морозостійкості. Дано рекомендації з підвищення морозостійкості дорожніх покриттів з бетону.

**Постановка проблемы**

Повышение морозостойкости дорожного бетона с помощью введение в него различных пластифицирующих и воздухововлекающих добавок отечественного и зарубежного образца. Рекомендовать добавки для бетонного дорожного покрытия Одесской области.

Долговечность дорожных покрытий во многом зависит от морозостойкости бетона. Это один из факторов, влияющих на долговечность дорожного покрытия. Особенно большое значение она приобретает в климатических зонах, в которых наблюдается от 50 до 120 циклов в год замораживания и оттаивания воды [1] в присутствии водных растворов хлористых солей-обледенителей. В Украине это, прежде всего, Одесская, Николаевская, Херсонская область и Республика Крым, хотя периодическое замораживания и оттаивания дорог наблюдается по всей Украине. Более 6% дорог Украины имеют бетонное покрытие. Поэтому повышение морозостойкости бетона в дорожном покрытии, а также создание новых долговечных дорог из бетона - актуальная научная проблема.

На основе нижеприведенных исследований и публикаций можно сделать вывод, что наиболее разрушительную роль для бетона имеют природные процессы замораживания-оттаивания. В странах СНГ этот вопрос наиболее актуален. Бетонная дорога в США служит 30-40 лет, в Украине служить 20-25 лет. Необходимо учесть меры по усилению морозостойкости бетона на автомобильных дорог. И на основе нижеописанных опытах и экспериментах можно говорить о наиболее удачных сочетаниях добавок

Проведен анализ исследований и публикаций по полученным экспериментальным данным в СоюздорНИИ, НИИЖБ, ЦНИИС (Россия). Эти экспериментальные данные показали, что воздействие хлорида натрия в наибольшей степени усилило агрессивное воздействие на бетон циклического замораживания-оттаивания по сравнению с другими антиобледенителями (на основе мочевины, хлорида кальция и пр.).

Шейнин А.М., Эккель С.В., указывают на ряд факторов [2], от которых зависит долговечность дорожной одежды. В таблице 1 рекомендованы пластификаторы, суперпластификаторы и воздухововлекающие добавки отечественного и зарубежного производства для повышения морозостойкости (в графе основной материал эти добавки будут проанализированы подробнее).

Таблица 1

Таблица требований к конструкции дорожной одежды

№ п/п	Показатель	Величина показателя
1	Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе на сжатие	Btb4.0 и более B30 и более
2	Марка бетона по морозостойкости	F200 и более
3	Водоцементное отношение	Не более 0,40

4	Качество цемента (ГОСТ 10178-85, цемент для дорожных покрытий)	Портландцемент нормированного химико-минералогического и вещественного состава; начало схватывания - не ранее 2 часов; без признаков ложного схватывания; без технологических добавок (типа триэтанолamina)
5	Наличие в бетоне воздухововлекающей или газообразующей добавки	Обязательно по ГОСТ 26633-91
6	Объем вовлеченного в бетонную смесь воздуха, %	5-7
7	Пористость бетона, %, открытая капиллярная условно закрытая	10-15 3-7

У.Х. Магдеев [3], на основе экспериментов введения в цемент серии комплексных добавок С-3+СНВ, С-3+СДО, ЛСТ+СНВ, ЛСТ+СДО делает вывод, что методом вибропрессования из мелкозернистого бетона с химическими добавками возможно изготовление изделий с повышенными эксплуатационными характеристиками.

В нижеприведенной таблице 2 показаны результаты исследований на свойства бетона пластифицирующих и суперпластифицирующих добавок. Некоторые из этих сочетаний добавок, как одни из наиболее удачно влияющих на свойства бетона рекомендованы в статье [2].

Таблица 2

Добавки	Критерии эффективности			
	Уменьшение расхода воды, %	повышение водонепроницаемости бетона на число марок	изменение прочности бетона от исходной 100 %, до, %	повышение мороз-ти бетона на число марок
С-3 + ЛСТ	20... 30	$\geq 4$	125. ..140	1...1,5
С-3 + (ЩСПК, ЧЩ)	20... 30	$\geq 4$	125. ..135	2,5...3
С-3 + (ЛСТ, ЧЩ) + (СНВ, КТП)	20... 25	$\geq 4$	125. ..135	3...4
ЛСТ + ЩСПК	15... 20	2...3	120... 130	2...3
С-3 + ЛСТ +	20... 25	1,5...2	125. ..135	2...3

Влияние водоредуцирующих добавок на свойства бетонной смеси Примечание. Из компонентов, указанных в скобках, применяется только один.

Положительные характеристики применения комплексной добавки С-3 и ее влияние на свойства бетона описано в работе Гапоненко Е.А. [5].

В статье К. И. Львовича [4] проведены две серии параллельных экспериментов, оценивающих влияние добавки ЩСПК на смерзаемость песка по данным испытаний на прочность (рис. 1). Кубы, изготавливались из влажного песка, уплотненного на стандартной виброплощадке с пригрузом, и замораживались в формах при температуре – 20 °С. В результате обработки песка водным раствором ЩСПК получался новый продукт – пластифицированный, несмерзающийся песок, использование которого позволяет

одновременно решить две задачи – облегчить разгрузку песка в зимнее время и улучшить качественные и экономические показатели бетона.

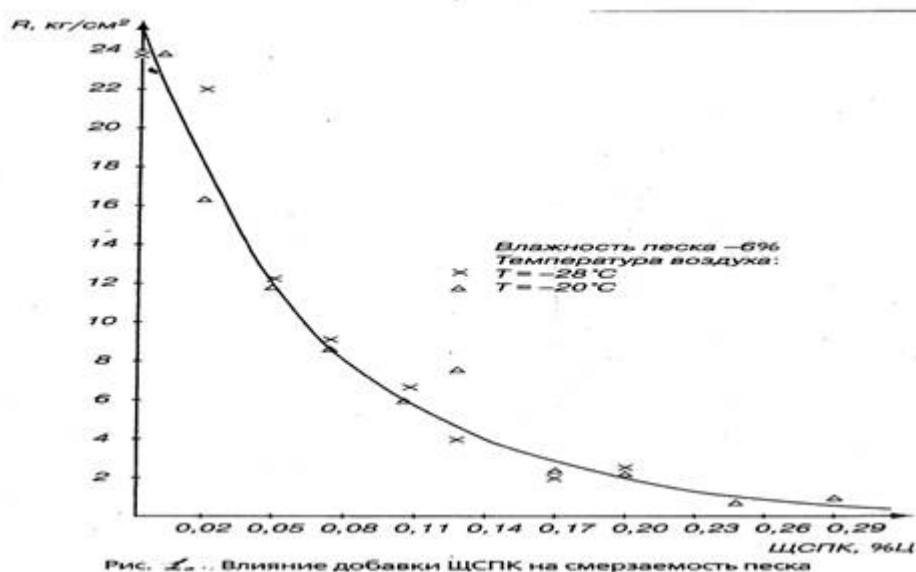


Рис. 1. Влияние добавки ЩСПК на смерзаемость песка

### Постановка задачи

- Провести исследования с бетоном панелей дорожного покрытия по прочности.
- Опираясь на результаты исследований и проведенный опыт, определить и рекомендовать наиболее оптимальное сочетание пластификаторов и суперпластификаторов для дорог.

### Основной материал

Исследования по определения влияния циклов замораживания-оттаивания на физико-механические характеристики бетона [6] применяемого для изготовления дорожных панелей при строительстве автомобильных дорог, изготовленного на ЗАТ «Миколаївським заводі залізобетонних виробів» (ЗАТ МЗЗВ). Опыты проводились в лабораторий кафедры «Проектирования строительства, эксплуатаций автомобильных дорог», Одесской академии строительства и архитектуры, под руководством д.т.н., проф. Мишутина А.В., автором.

В качестве экспериментальной установки применялась: низко температурная камера «Figera», позволяющая получить отрицательную температуру до -50 °С [6]. Образцы для опытов в количестве 20 шт. были отобраны из панелей на ЗАТ МЗЗВ и имели вид куба с ребром 7,07см. Характеристики образцов приведены в табл. 3, 4,5.

Таблица 3

Проектные характеристики образцов применяемых в исследованиях

№п/п	Характеристика	Значения
1	марки по прочности	350
2	марки по водонепроцаемости	W8
3	Средняя плотность	2385
4	Проектная марка по морозостойкости	F150

## Значения обмера образцов применяемых в исследованиях

№	Масса, г		Объем, см <sup>3</sup>	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Прочность образца, кг/см <sup>2</sup>	
	в сухом	в водона- сыщенном			до опы- та	после опыта
<b>1 серия( до и после испытания)</b>						
1	960	-	404,25	2,4	45,5	-
2	910	-	367,5	2,5	37,3	-
3	880	-	377,3	2,3	43,8	-
4	850	-	367,5	2,3	16,8	-
8	900	938	382,2	2,3		22,2
9	840	870	360,36	2,3		10,2
11	930	954	409,5	2,3		6,8
14	990	1025	415,07	2,4		21,07

После 50 циклов испытания на морозостойкость, исследования показали что 1 серия испытания не соответствует маркам по морозостойкости, а 2 серия продолжает испытания.

### **Выводы**

Проведенные исследования с бетоном панелей дорожного покрытия показали, что физико-механические характеристики не соответствуют маркам по морозостойкости, при том, что они по прочности выдерживают. Для получения необходимых характеристик бетона по морозостойкости вводить комплексные добавки, включающие в себя пластифицирующие и воздухововлекающие добавки (пластифицирующая добавка ЩСПК, воздухововлекающая добавка СНВ, Дупатон) зарекомендовали себя наилучшим образом и для улучшения свойств морозостойкости бетона.

В настоящее время уровень развития дорожного строительства позволяет получать высококачественный дорожный бетон гарантированной прочности и морозостойкости со сроком службы 30-50 лет и более лет.

## Применяемые пластификаторы и суперпластификаторы

Название пластификатора	Состав	Соответствие нормам и требованиям и стандартам	Произв.	Кол-во добавки в растворе	Свойства
1	2	3	4	5	6
Пластифицирующая добавка ЩСПК (возможно применение добавки ЛСТ или суперпластификатора типа С-3)	Добавка ЩСП, вяжущая отх. произв. капролакта-ма	<a href="#">ГОСТ 26633-85</a> (адипинат натрия по ТУ 6-03-26-7-77 Минхимпрома)	Страны СНГ	количество ЩСПК составляет 0,5–0,9 % (в среднем 0,7 %) от массы цемента	повышения их морозостойкости и для экономии цемента
Воздуховлажущая добавка СНВ	Смола нейтрализованная воздуховлажущая	ТУ 13-00281074-75-98. ГОСТ 24211-91.	Страны СНГ	В зависимости от необходимых конечных свойств бетона составляет 0,005-0,05%	-повышается морозоуст
Дунамон (более 30 наименований)	Различные полимеры	Международные стандарты ISO 9001 и ISO 14001 Европейские нормы EN 934-2 и EN 932-4.	Италия Фирма "Мапей"	По инструкции в каждом отдельном случае	WR-Водоредуцирующий пластификатор. WR+SAA-Ускоряющий схватывание водоредуцирующий пластификатор.
Mischol LP 71 – воздуховлажущая добавка,	Максимальное содержание хлорида: 0,10 %	соответствует стандарту DIN V 20000 – 100:2002-11 Воздуховлажущая добавка Mischol LP 71 соответствует требованиям стандарта DIN-V-18998	Германия Фирма BASF Chemical company	дозировка составляет 0,01- 0,4% от веса цемента	специально разработанной для увеличения износостойкости бетонных конструкций.

## Summary

**The article examines the impact of low temperatures on the durability of pavement made of concrete. The analysis methods for improving frost. Recommendations to improve the frost resistance of concrete pavements.**

1. Загорчменная Н.О. Анализ влияния технологической поврежденности на морозостойкость строительных композитов, Авт.реф.канд. дис. - Одесса: ОГАСА, 2009г., 20с.
2. Публикация “Причина долговечности. Высокопрочные морозостойкие бетоны для дорожного строительства” авторы Шейнин А.М., к.т.н., Эккель С.В., к.т.н., ФГУП СтвдорНИИ ( Россия) в журнале Журнал "Строительная техника и технологии" от 10.03.2004
3. Статья «Технология бетонов», У.Х. Магдеев, доктор технических наук, профессор. (<http://www.mastekzlat.ru/o-betone.html>)
4. Статья К. И. Львовича “Способ борьбы со смерзаемостью песков для бетонов” Дата публикации: 25.10.2008 (<http://www.allbeton.ru/article/273/32.html>)
5. Гапоненко Е.А. Дрібнозернисті дисперсно-армовані бетоны підвищеної водонепроникності, морозостійкості та тріщиностійкості для гідротехнічних споруд, Авт.реф.Канд. Дис.- Одесса: ОДАБА, 2009р., 20с.
6. ГОСТ 10060.2-95 Бетоны. Ускорение. Методы определения морозостойкости при многократном замораживании и оттаивании, ГОСТ 10060.0-95 Бетоны. Методы определения морозостойкости.