

# Условия получения бетонов высокой водонепроницаемости

# Гидроизолирующие свойства бетона

1 ЭТАП. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ  
ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ БЕТОНОВ

2 ЭТАП. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ

3 ЭТАП. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ВЛИЯНИЯ  
СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ ДОБАВОК НА  
ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ.

# Водонепроницаемость бетона

Условные обозначения	Показатели проницаемости бетона			
	прямые		косвенные	
показателя проницаемости бетона	марка бетона по водонепроницаемости	коэффициент фильтрации, см/с	водопоглощение, % по массе	В/Ц, не более
<b>Н</b> - бетон нормальной проницаемости	W4	Св. $2 \cdot 10^{-9}$ до $7 \cdot 10^{-9}$	Св. 4,7 до 5,7	0,6
<b>П</b> - бетон пониженной проницаемости	W6	Св. $6 \cdot 10^{-10}$ до $2 \cdot 10^{-9}$	Св. 4,2 до 4,7	0,55
<b>О</b> - бетон особо низкой проницаемости	W8	Св. $1 \cdot 10^{-10}$ до $6 \cdot 10^{-10}$	До 4,2	0,45

# В основе обеспечения высокой водонепроницаемости бетонов лежит ряд факторов

Правильный выбор цемента, заполнителей и назначение оптимального состава бетона

Применение бетонных смесей с В/Ц отношением 0.3-0.4

Обеспечение должных условий твердения бетона. Изменение водонепроницаемости бетона неотделимо от условий, при которых происходит его твердение

Применение специальных модифицирующих добавок, т.к. происходящие в цементной системе сложные коллоидно-химические и физические явления в присутствии модификатора, отражаются, в конечном счете, на пористости, прочности и долговечности цементного камня

Применение эффективных технологий укладки бетонной смеси. Поры возникают в результате недостаточного уплотнения смеси при укладке и от избыточного количества воды, требуемого для обеспечения достаточной удобоукладываемости бетонной смеси.

# Метод оценки водонепроницаемости

Параметр воздухопроницаемости бетона $a$ , $\text{см}^3/\text{с}$	Марка бетона по водонепроницаемости $W$	Параметр воздухопроницаемости бетона $a$ , $\text{см}^3/\text{с}$	Марка бетона по водонепроницаемости $W$
0,325 - 0,224	2	0,0509 - 0,0345	12
0,223 - 0,154	4	0,0344 - 0,0238	14
0,153 - 0,106	6	0,0237 - 0,0164	16
0,105 - 0,0728	8	0,0163 - 0,0113	18
0,0727 - 0,0510	10	0,0112 - 0,0077	20

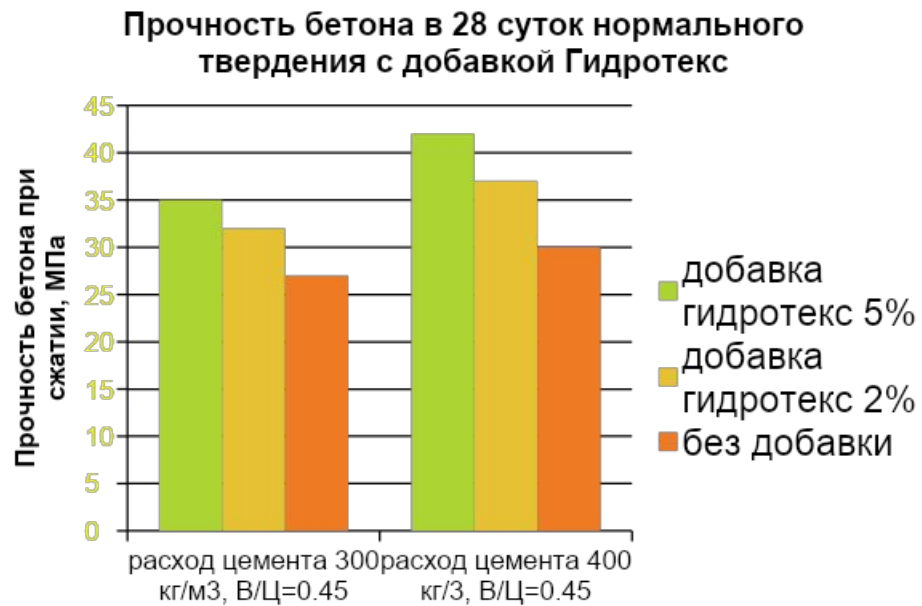


Рис.1. Прочность бетона в зависимости от расхода цемента и количества введенной добавки

## Скорость набора прочности бетона в различные сроки твердения

Цемент, кг/м <sup>3</sup>	Добавка Гидротекс, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	
		3 сут	28 сут
320	нет	9.7	21.7
320	16	12.3	32.2
390	нет	14.2	32.2
390	19.5	21.9	40.2
460	нет	17.8	37.9
460	23	25.3	45.1

# Микрокапиллярная пористость бетонов с добавкой Гидротекс

№ состава	Капиллярная пористость, %				Плотность бетона , кг/м <sup>3</sup>
	в возрасте, сут				
	1	3	7	28	
контр. 1	8,3	6,0	4,9	4,5	2485
контр.2	8,0	5,9	4,2	3,3	2443
3 с добавкой	5,9	4,9	2,8	2,2	2539
4 с добавкой	5,8	4,1	2,3	2,0	2526



## введение добавки Гидротекс приводит к снижению величины капиллярной пористости

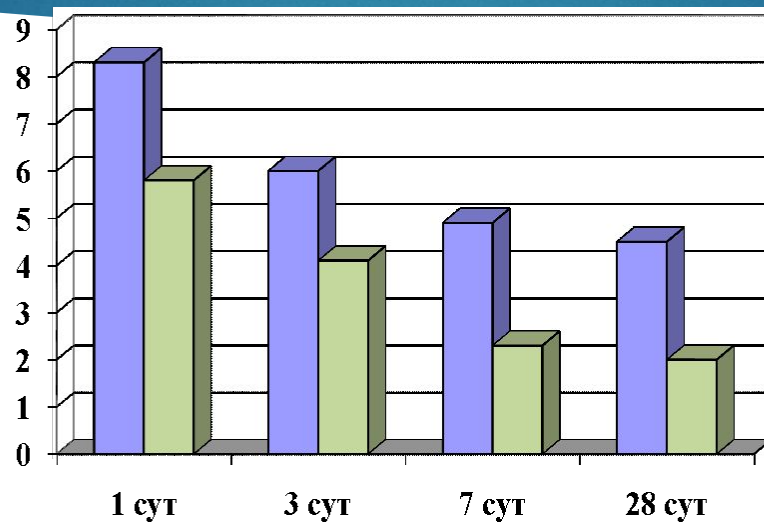


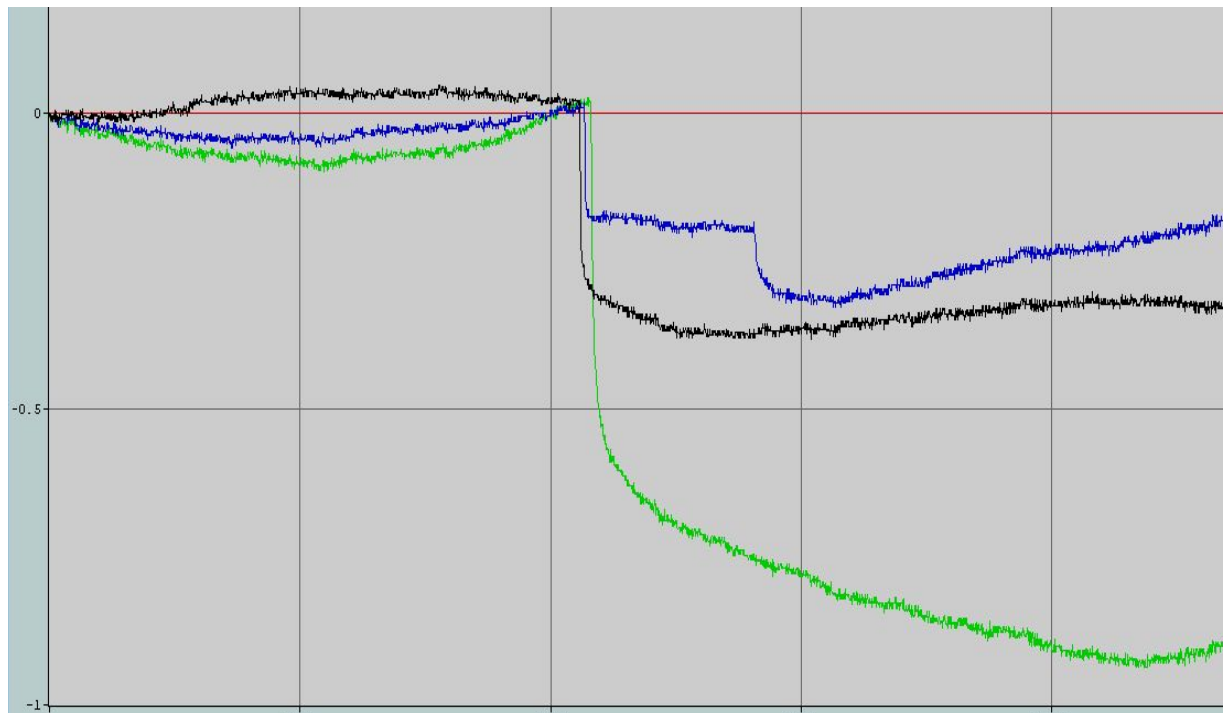


Рис.4. Изменение пористости с возрастом бетона

Капиллярная пористость:  контрольного бетона;  бетона с добавкой.

# Изменение морозостойкости

- ▶ Дифференциальные кривые деформации бетона при замерзании: --- контрольный состав, ---- бетон с добавкой Гидротекс.



№ состава	Прочность на сжатие, МПа, в возрасте, сут				Плотность кг/м <sup>3</sup>
	1	3	7	28	
	контрольный	6,3	12,2	17,7	26,4
добавка 1%	7,4	15,8	18,1	26,6	2234
добавка 2%	7,9	16,0	18,9	30,2	2281
добавка 3%	9,4	18,2	21,0	31,7	2310
добавка 4%	11,6	19,3	21,7	32,3	2268
добавка 5%	12,4	19,5	22,2	36,8	2353

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам испытания по ГОСТ 12730.5-84 установлена водонепроницаемость в возрасте 28 суток:

- ▶ Для бетона контрольного состава – отсутствие «мокрого пятна» при давлении 0.6 МПа, что соответствует марке W6;
- ▶ Для бетона с добавкой Гидротекс В отсутствие «мокрого пятна» при давлении 10 МПа, водонепроницаемость отвечает марке W10

С увеличением возраста бетона изменяется характер его пористости, постепенно уменьшается объем макропор, которые зарастают продуктами гидратации цемента, в результате уменьшается проницаемость, что отмечено повышением сопротивления в возрасте 180 суток до W14:

- ▶ Для бетона контрольного состава сопротивление воздухопроницанию составило 0,0730 что соответствует марке –W10;
- ▶ Для бетона с добавкой Гидротекс сопротивление воздухопроницанию составило 0,0330 что соответствует марке - W14

Пористость к 180 суткам становится условно дискретной, т.е. поры представленные в раннем возрасте в виде сообщающихся капилляров переходят в условно замкнутые. Подобное строение порового пространства возникает тем раньше, чем меньше водоцементный фактор, т.к. чем ниже В/Ц тем меньше радиус капилляров и тем больше возможность их разделения цементными новообразованиями. Рост водонепроницаемости, от исходных величин в возрасте 28 дней, произошел на 4 марки.