

УДК 699.972

## ВЫСОКОПРОЧНЫЕ МОРОЗОСТОЙКИЕ БЕТОНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДОБАВОК

**В.В. Марковцова, В.И. Полишко**

Филиал «Новополоцкжелезобетон» ОАО «Кричевцементношифер»,  
Новополоцк, Республика Беларусь  
e-mail: pto379175@gmail.com

*Исследованы оптимальные составы высокопрочных бетонов, обеспечивающие класс C32/40 F400 с применением модифицированных добавок для изготовления изделий применяемых в климатических условиях, характеризующихся средней температурой наружного воздуха наиболее холодной пятидневкой в районе строительства ниже минус 40°C.*

**Ключевые слова:** высокопрочный бетон, морозостойкость, модифицированные добавки.

## HIGH-STRENGTH FROST-RESISTANT CONCRETE WITH THE USE OF MODIFIED ADDITIVES

**V. Markovtsova, V. Polivko**

Branch "Novopolotskzhelezobeton" JSC "Krichevtselmetnoshifer", Novopolotsk, Republic of Belarus  
e-mail: pto379175@gmail.com

*The optimal compositions of high-strength concretes providing class C32/40 F400 with the use of modified additives for the manufacture of products used in climatic conditions characterized by the average outdoor temperature of the coldest five-day period in the construction area below minus 40°C are investigated. Keywords: high-strength concrete, frost resistance, modified additives.*

**Keywords:** high-strength concrete, frost resistance, modified additives.

Для филиала «Новополоцкжелезобетон» ОАО «Кричевцементношифер» в настоящее время актуальным является изготовление изделий с повышенной морозостойкостью, а именно с показателем марки бетона по морозостойкости F400.

Целью исследований является определение оптимального состава бетона, обеспечивающего класс C32/40 F400. В качестве модифицирующих добавок использовались добавки следующих производителей:

– СКТ-СТАНДАРТ («Торговый Дом «Хидетал»):

1. Хидетал ГП-9-Альфа – суперпластификатор 5-го поколения (гиперпластификатор) на основе эфиров поликарбоксилатов универсального применения. Основные свойства: водоредуцирование, пластификация. Дополнительные свойства: при водоредуцировании – быстрый набор ранней прочности, повышение морозостойкости и водонепроницаемости. Пластификатор I группы.

2. Хидетал П8 – воздухововлекающая добавка на основе комплекса амфотерных и анионных поверхностно-активных веществ. Добавка предназначена для повышения воздухоудержания и морозостойкости бетона, улучшает формуемость жестких бетонных смесей, позволяет улучшить уплотняемость, получить высококачественную поверхность изделий.

– ООО «Стахема-М»:

1. Стахемент 2000М – гиперпластификатор нового поколения на основе поликарбонатов (I группы). Повышает трещиностойкость, морозостойкость бетона, снижает усадку, повышает водонепроницаемость с получением W12 и выше.

2. Микропоран – воздухововлекающая добавка на основе абиетиновых солей. В затвердевшем бетоне повышает морозостойкость и стойкость против воздействия химических средств для размораживания.

– ЗАО «Группа компаний «ПЕНЕТРОН-РОССИЯ»:

1. Пенетрон Адмикс – гидроизоляционная добавка позволяет увеличить марку бетона по водонепроницаемости и морозостойкости. При введении в бетонную смесь активные химические компоненты равномерно распределяются в ней. Растворяясь в воде, они вступают в реакцию с ионными комплексами калиция и алюминия, различными оксидами и солями металлов, содержащимися в бетоне, выступая в роли катализатора. В ходе этих реакций формируются более сложные соединения – водонерастворимые кристаллогидраты, обеспечивают плотную структуру бетона, при этом становятся составной его частью.

Для изготовления образцов - кубов использовались следующие материалы:

– портландцемент марки ЦЕМ I 42,5Н производства ОАО «Кричевцементошифер», по ГОСТ 31108-2020 «Цементы общестроительные. Технические условия», группа эффективности пропаривания – I, НГЦ - 26, 5%;

– щебень фракции 5-20 мм производства РУПП «Гранит», насыпная плотность 1410 кг/м<sup>3</sup>, 3-я группа по содержанию зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы по ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия»;

– песок карьера «Боровое» по ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия», модуль крупности  $M_{кр}=2,1-2,2$  мм, насыпная плотность 1500 кг/м<sup>3</sup>, влажность – 4,6%;

– техническая вода из р. З.Двина по СТБ 1114-98 «Вода для бетонов и растворов. Технические условия».

**Экспериментальная часть.** Для проведения исследований были подобраны четыре состава бетона, обеспечивающего класс С32/40 (таблица 1).

Таблица 1. – Составы бетонных смесей

Обозначение состава	Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>				Химические добавки, кг/м <sup>3</sup>					Проектируемая марка бетона
	цемент	песок	щебень фр. 5-20 мм	вода	Хидетал ГП-9-Альфа	Хидетал П8	Стахемент 2000М	Микропоран	Пенетрон Адмикс	
С1	410	874	1050	160	-	-	4,2	0,52	-	С32/40
С2	400	863	1050	162	4,0	0,25	-	-	5,0	С32/40
С3	450	845	1050	140	3,15	0,225	-	-	-	С32/40
С4	410	874	1050	140	2,87	0,20	-	-	-	С32/40

Для каждого состава бетона было изготовлено - 12 образцов - кубов с длиной ребра 100 мм по ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным об-

разцам». По истечению 28 суток образцы - кубы испытывались на морозостойкость согласно ГОСТ 10060.0-95, ГОСТ 10060.2-95 «Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования». Испытание образцов - кубов бетона проводилось по третьему ускоренному методу (ускоренный при многократном замораживании и оттаивании) в условиях: среда 5%-ного раствора хлористого натрия при температуре замораживания минус 50°С.

Результаты испытаний образцов бетона на морозостойкость предоставлены в таблице 2.

Таблица 2. – Результаты испытаний на морозостойкость

Обозначение состава	Прочность на сжатие, МПа		Величина снижения прочности на сжатие, %		Вывод в соответствии СТБ 1544-2005
	Контрольных образцов	После испытаний на морозостойкость F400	Нормированное значение	Фактическое значение	
C1	56,6	42,4	5	25,1	Не соотв.
C2	52,4	26,3	5	49,8	Не соотв.
C3	58,0	58,2	5	-	Соотв.
C4	57,0	55,1	5	3,3	Соотв.

Бетон состава № 1 (C1) и бетон состава № 2 (C2) не соответствуют марке по морозостойкости F400 по ГОСТ 10060.2-95 согласно требованиям СТБ 1544-2005 п.4.4.2. «Бетоны конструкционные тяжелые. ТУ», поскольку снижение прочности после испытаний составило соответственно 25,1% и 49,8%.

Образцы – кубы, изготовленные из состава бетона № 3 (C3) прошли испытание по показателю морозостойкости по ГОСТ 10060.2-95 без снижения прочности, бетон состава C3 соответствует марке по морозостойкости F400 согласно требованиям СТБ 1544-2005 п.4.4.2. «Бетоны конструкционные тяжелые. ТУ».

Образцы – кубы, изготовленные из состава бетона № 4 (C4), в процессе испытанный на марку по морозостойкости F400 показали снижение прочности 3,3%, что подтверждает показатель морозостойкости по ГОСТ 10060.2-95 соответствующей марке по морозостойкости F400 согласно требованиям СТБ 1544-2005 п.4.4.2. «Бетоны конструкционные тяжелые. ТУ».

**Заключение.** Разработанный состав бетона C4 с применением химических добавок Хидетал ГП-9-Альфа, Хидетал П8, позволяет получить тяжелый бетон класса C32/40 F400 П2, который может быть применен в производственных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахвердов, И.Н. Высокопрочный бетон: экспериментальные и теоретические исследования по технологии бетона / И.Н. Ахвердов. – М. : Стройиздат, 1961. – 163 с.
2. Применение добавок в бетоне = Ужыванне дабавак у бетоне : П 1-99 к СНиП 3.09.01-85. – Взамен «Пособия по применения по применению химических добавок при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий» (к СНиП 3.09.01-85) на территории Респ. Беларусь ; введ. 01.07.00. – Минск : Минстройархитектуры, 2000. – 33 с.
3. Добавки в бетон. Общие технические условия = Дабаўкі для бетонау. Агульныя тэхнічныя умовы : СТБ 1112-98. – Взамен ГОСТ 24211-91 ; введ. 01.01.99. – Минск : Минстройархитектуры, 1998. – 24 с.

4. Цементы. Общие технические условия = Цэменты. Агульныя тэхнічныя умовы : ГОСТ 30515-2013. – Взамен ГОСТ 30515-97 ; введ. 01.08.16. – Минск : Госстандарт, 2016. – V, 38 с.
5. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия : ГОСТ 8267-93. – Взамен ГОСТ 8267-82, ГОСТ 8262-82, ГОСТ 10260-82, ГОСТ 23254-78, ГОСТ 26873-86 ; Введ. 01.07.95. – Минск : Минсктипроект, 1995. – 15 с.
6. Песок для строительных работ. Технические условия : ГОСТ 8736-93. – Взамен ГОСТ 8736-85, ГОСТ 26193-84 ; введ. 01.01.96. – Минск : Минскстройархитектуры, 1995. – 11 с.
7. Вода для бетонов и растворов. Технические условия : СТБ 1114-98. – Взамен ГОСТ 23732-79 ; введ. 01.01.99. – Минск : Минскстройархитектуры, 1998. – 12 с.
8. Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования : ГОСТ 10060.0-95. Взамен ГОСТ 10060-87 ; введ. 01.04.97. – Минск : Минскстройархитектуры, 1997. – 7 с.
9. Технологический регламент по гидроизоляции и защите от коррозии монолитных и сборных бетонных и ж/б конструкций материалами ЗАО «ГК «Пенетрон-Россия». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «ГК «Пенетрон-Россия», 2019. – 75 с.