

УДК 691:66-96

**НАДМІЦНІ ЛИТІ БЕТОНІ КЛАСІВ В70...В80 МАРОК ЗА ЛЕГКОУКЛАДАЛЬНІСТЮ Р3..Р5**

**СВЕРХЖЕСТКИЕ ЛИТЫЕ БЕТОНЫ КЛАССОВ В70 ... В80 МАРОК ПО УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТИ Р3 ...Р5**

**EXTRA DURABLE CAST CONCRETE WITH CLASS В80 ... В70 AND MARKS FOR WORKABILITY Р3...Р5**

**Чудновський С. М.**, кандидат технічних наук, **Погореляк О.А.**  
**Орловський В.М.** ТОВ НВП «МИСТИМ»

**Чудновский С.М.**, кандидат технических наук, **Погореляк А.А.**  
**Орловский В.М.** ООО НПП «МИСТИМ»

**Chudnovsky S.M.**, candidate of technical scienses., **Pohorelyak O.A.**, **Orlovskiy V.N.** SPE " MISTIM "

**В статті наведені результати досліджень надміцних литих бетонів. Визначені оптимальні параметри виробництва та запропоновані пластифікуючі добавки для отримання бетонів класів за міцністю В70...В80.**

**В статье приведены результаты исследований сверхпрочных литых бетонов. Определены оптимальные параметры производства и предложены пластифицирующие добавки для получения бетонов классов по прочности В70 ... В80.**

**In the article are presented the results of investigations Extra durable cast concrete. The optimal parameters of the proposed plasticizers and additives for concrete strength classes by В70 ... В80 are determined.**

**Ключові слова:**

Бетон, міцність, цемент, добавка суперпластифікатор, мікроструктура.  
Бетон, прочность, цемент, добавка суперпластификатор, микроструктура.  
Concrete, strength, cement, superplasticizer additive, microstructure.

**Незважаючи на високий рівень теоретичних знань про надміцні бетони, зупинимось на практичних аспектах отримання та особливостях бетонів класів В70..В80, тобто максимально можливими за діючими нормами**

рівнями міцності на стиск - 90,0...100,0 МПа з бетонних сумішей литої консистенції марок за легкоукладальності РЗ і вище.

Фактично, теоретичних знань про бетони класу В70...В80 та їх отриманню значно більше, ніж практичного досвіду, тому це дозволяє сформулювати певні правила, виконання яких є необхідною передумовою в технології виготовлення надміцних бетонів таких рівнів міцності:

- застосування цементів максимальних марок та активності, можливо активованих композиційних в'язучих систем;

- досягнення гранично низького водо - цементного відношення , що забезпечує високу ступінь упаковки та щільності структури;

- багатофракційного заповнювача з мінімальною водопотребою , частинки яких утворені з надміцної материнської породи;

- правильний підбір безперервної гранулометрії компонентів твердої фази з обов'язковим включенням до складу бетону, поряд з активними мінеральними добавками в складі в'язучого, активного або активованого наповнювача низької водопотреби;

- передбачити максимально допустиму можливу витрату цементу, що забезпечує надійну упаковку міжпорового простору новоутвореннями, які виключають виникнення самонапруги в процесі подальшої гідрататії;

- застосування суперпластифікаторів із самоущільнюючим ефектом дії, комплексних систем, що сприяють конструктивному управлінню строкотворенням як мікро, мезо, так макро рівнів структури бетону;

- застосування супертонких мінеральних наповнювачів, нанодобавок, які мають природну активність або пройшли спеціальну активацію , максимально адаптовані в формуванні особливо щільної бездефектної структури цементного каменю на весь період експлуатації конструкції;

- впровадження особливо ретельного змішування, із раніше обумовленою швидкістю, ущільнення бетонної суміші для забезпечення високої однорідності .

- створення найбільш прийнятеного середовища тверднення, що виключає виникнення деструктивних впливів;

- розробку і впровадження надійної системи забезпечення якості на всіх рівнях організації процесу виготовлення конструкцій з бетонів класу В70 і вище.

Досвід промислового впровадження бетонів високих класів виявив певні проблеми в процесі експлуатації конструкцій із надміцного бетону, пов'язані з падінням показників міцності в часі .

**Одним з перших спеціалістів, який застерігав** про деструктивні процеси гідрататії в так званих «стислих» умовах , був професором Волженський А.В. Про деструктивні процеси при отриманні бетонів з низькими В/Ц відмічено професором Батраковим В.С. , а в нашій країні – професором Чистяковим В.С., Сербиним В.П. та інш. Наприклад, необхідно відмітити спостереження Г.И. Овчаренко із співробітниками по зменшенню

міцності бетону в часі подальшої гідратації. Такий спад пояснювався нестабільністю гідроалюмінатних (AFm) та гідросульфоалюмінатних (AFt) фаз. Але більшість спеціалістів вважають, що вказані фази ідентифікувати, головним чином, методом диференціальної скануючої калориметрії не дуже коректно, так як не є достатнім для чіткого визначення фазового складу гідратних новоутворень. Професором Чистяковим В.С та інш., при отриманні надміцних бетонів при використанні В/Ц від 0,25 до 0,32, було вказано на можливість зниження міцності на стиск цементних систем в період твердіння вже на 14 добу. Цей негативний ефект пояснювався тиском кристалів новоутворень всередині створеної структури цементного каменю за відсутності вільного простору для розміщення нових часточок гідратів. Спад міцності бетону спостерігався і при більш низьких В/Ц = 0,2...0,22, особливо при застосуванні ВНВ 90-х р ХХ ст.

Наш погляд на можливість отримання надміцного бетону (В70 і вище) за маркою по легкоукладальності РЗ...Р5 базуються на врахуванні та виключенні, вищевказаних, деструктивних процесів.

В теоретичному плані новим технологічним аспектом - є подальший розвиток теорії БНВ (бетони низької водопотреби), висунутої професором Дворкіним Л.Й., де максимальне зниження водопотреби бетонної суміші досягається не тільки зменшенням водопотреби цементного тіста, а ще й за рахунок зменшення водопотреби заповнювачів і наповнювачів. Тобто, перенесення зниження вологості бетонної суміші на заповнюючу складову. Це призвело до розуміння обов'язкового використання в таких бетонах золи виносу або подібного штучно отриманого наповнювача, використання третьої фракції крупного заповнювача, таких як митих відсівів.

Для бетонів класу В70 і вище ми вважаємо найбільш прийнятною кінетику «спокійного» набору міцності. Це досягається підбором спеціальної групи хімічних і мінеральних добавок - наповнювачів, які сприяють деякому гальмуванню гідратаційного процесу, блокуючи таким чином формування «стисненої» упаковки цементного каменю.

**ТОВ НВП "МІСТІМ"** починаючи з 2003р. виготовляє ряд добавок на полікарбосилатній основі: «КОМПЛЕКС К-12», «КОМПЛЕКС К-15» які разом з використанням активної мінеральної добавки «КОМПЛЕКС -20», дозволяють отримувати бетони класу В70 і вище без виникнення передумов саморуйнування бетону. Вони характеризуються та відрізняються особливими властивостями та механізмом дії. Цей досвід отримано на промисловому – виробничій базі – заводі залізобетонних виробів АТ «ПОЗНЯКИЖИЛСТРОЙ».

Механізм дії добавок на полікарбосилатній основі добре відомий, але при взаємодії з мінеральними системами типу аморфний діоксин кремнію або метаксолін майже не описаний, тому слід звернути увагу на відмінності дії добавки виробництва ТОВ НВП "МІСТІМ". По-перше, важливою ознакою є взаємодія добавки з втягнутим в бетонну суміш повітрям. В складі добавки є

компоненти, які поступово в часі, з певною затримкою, на початку гідратації цементу, руйнують бульбашки втягнутого повітря, особливо на поверхні розподілу фаз. По-друге, до складу добавки входять компоненти – стабілізатори. За рахунок поступового їх впливу бетонні суміші не розшаровуються, не мають високої адгезії до металу, легко перемішуються, зберігають однорідність у часі, мають менше водовідділення. Але поступово гіперпластифікуючі властивості починають спрацьовувати. Як правило, це триває до однієї години, коли суміш знаходиться статично в суцільному об'ємі, а не розміщена тонким шаром, наприклад на стрічці транспортеру. Після цього спостерігається ефект, коли суміш отримує воду ніби з середини, що додатково розріджує бетонну суміш. При цьому максимальний водоредуючий ефект складає 36...38%.

На основі спостережень за властивостями бетонних сумішей з добавками „КОМПЛЕКС К-12», „КОМПЛЕКС К-15” після вкладання було встановлено, що коли починається самоушільнення, то бетон ніби зменшується в об'ємі.

Найбільш вагомим - є правильна кінетика набору міцності на стиск при постійних зовнішніх умовах гідратації. Традиційним притаманний для надміцних бетонів – є інтенсивний набір міцності, особливо в ранні строки твердіння, пов'язане з цим велике утворення екзотермічного тепла з самообігрівом бетону. При цьому виникає ризик виникнення деструктивних процесів та саморуйнування бетону. Найбільш прийнятною, з нашої точки зору - є кінетика зростання міцності бетону на стиск, яка при мінімальному самообігріві на 28 добу забезпечують 80-90% від проектних показників міцності, а між 45...56 доби досягнути 100-110 % від проектної міцності на стиск. Особливості мікроструктури цементного каменю з добавками „КОМПЛЕКС К-15” та композиціями на їх основі показані на фото.1 та 2.

На наведеному фото 1, виконаному на електронному мікроскопі, було виявлено, що початкова структура цементного геля характеризується більшою кількістю пор та простору для подальшого проростання продуктами гідратації в часі.

На фото 2 ми бачимо, що після 28 діб поверхня пори проростає дрібними кристалами новоутворень, головним чином, згідно спектрального аналізу - вторинним етрінгітом.

Таким чином, формується потенційно бездефектний простір, більш прийнятне середовище для компенсації напруги від зростання та перекристалізації каменю продуктами подальшої гідратації цементу.

З досвіду виготовлення бетону класу понад В65 Р3 були встановлені параметри складу таких бетонів та властивостей його складових компонентів наведені в таблиці 1.

**Отриманий досвід виготовлення надміцних бетонів граничних класів за міцністю в стислому вигляді представлено в спеціальній технологічній карті, а бетону мають технічне свідоцтво Мінбудівництва, архітектури та комунального господарства України. Оцінюючи властивості добавок**

„КОМПЛЕКС” на полікарбоксилатній основі , можна констатувати, що у технологів відкривається шлях отримання надміцних бетонів класу В70 і вище із використання рядових матеріалів та на стандартному устаткуванні за наступними технологічними параметрами:

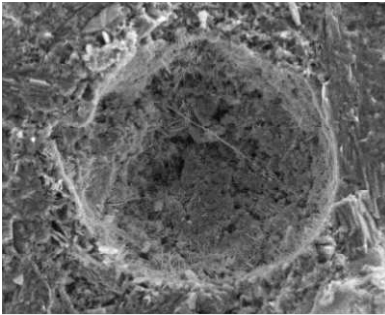


Фото 1. Проба цементного каменю з добавкою К-15 .

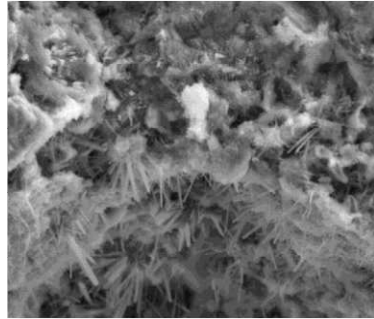


Фото 2. Проба цементного каменю з добавкою К-15 після 28 діб зберігання

Таблиця 1

Клас бетону та марка легко-гі	Марка за міцністю	В/Ц, не більше	Параметри заповнювача			Тип добавки та витрата кг / м <sup>3</sup>	
			Наявність мітого відсіву	фр, мм 5...10 Дробим	фр, мм 10...20 Дробим	Мін-ї, К-20	Полік-ї К- 12
В65 Р4	900	0,35	-	1200	1200	5 - 15	4
В70 Р4	900	0,33	+	1200	1400	20 - 30	6
В75 Р4	1000	0,31	+	1400	1400	25 - 40	8
В80 Р4	1000	0,30	+	1400	1400	30 - 50	10

1. Водовміст бетонних сумішей 150...170 л/м<sup>3</sup>, при витраті суперпластифікуючої добавки в межах 0,7...2,0 % від маси цементу, тобто 4... 10 кг/ м<sup>3</sup>, активної мінеральної добавки 5...50 кг/ м<sup>3</sup>.

2. Значення В/Ц знаходиться в діапазоні 0,3...0,35 , що дає змогу, при існуючому рівні якості компонентів бетонних сумішей та технічному рівні бетонування, отримувати міцність бетону на стик 90,0...110 МПа.

3. Щільною структурою (понад 2450 кг/м<sup>3</sup>) , що позитивно впливає на показники міцності, водонепроникності, стійкості до агресивного середовища та ін.