

УДК 691.5

*Чудновський С.М., кандидат технічних наук,
директор,
Погореляк О.А., виконавчий директор,
Орловський В. М., ст. науковий співробітник
ТОВ НВП «МІСТІМ», м. Рівне
тел.: 050-339-24-19; e-mail: sergey_chu_do@mail.ru;
Мацюк В.Ф., нач. лабораторії,
Степанян С. Г., голова правління, ПАТ «Авіаінвест»,
м. Київ*

НАДМІЦНІ ЛИТІ БЕТОНИ КЛАСІВ В70...В80 МАРОК ЗА ЛЕГКОУКЛАДАЛЬНІСТЮ Р3..Р5

У статті сформульовані необхідні умови технології виготовлення надміцних бетонів В70...В80 та вказано новий технологічний аспект – зменшення вологості бетонної суміші. Автор розглянув підбір спеціальної групи хімічних та мінеральних добавок, було відмічено механізм дії добавок виробництва НВП «МІСТІМ». Відзначено формування потенційного бездефектного простору в процесі тверднення бетону, наведено параметри складу бетону класу В65.

Ключові слова: бетон, добавка, міцність, легкоукладальність

Незважаючи на високий рівень теоретичних знань отримання надміцних бетонів, 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, бетонних сумішей литої консистенції марок за легкоукладальності Р3 і вище.

Фактично, теоретичних знань про бетони класу В70...В80 та їх отримання 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 гідратації;
- 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

прийняттого 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 и 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 гідратації в так званих «стислих» умовах , був Волженський А.В. Про деструктивні процеси при отриманні бетонів з низькими В/Ц відмічено Батраковим В.С., а в нашій країні - Чистяковим В.С., Сербіним В.П. та інш. Наприклад, необхідно відмітити спостереження Г.І. Овчаренко зі співробітниками по зменшенню міцності бетону в часі подальшої гідратації. Такий спад пояснювався нестабільністю гідроалюмінатних (AFm) та гідросульфалюмінатних (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. Чистяковим В.С та ін., 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 БНВ 90-х р ХХ ст .

Наш погляд на можливість отримання надміцного бетону (В70 і вище) за маркою по легкоукладальності Р3...Р5 базується 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 вологоємності 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, такої, як миті відсів.

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 2003...2013 рр. виготовляє ряд добавок на полікарбоксилатній 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 промислово – виробничій базі – заводі залізобетонних виробів АТ «ПОЗНЯКИЖИЛСТРОЙ».

Механізм дії добавок на полікарбоксилатній основі добре відомий, але при взаємодії з мінеральними системами типу аморфний діоксин кремнію або метакаолін 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 розділу 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 водоредикуючий 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 самоущільнення, то бетон ніби зменшується в об'ємі.

Найбільш вагомим є правильна кінетика набору міцності на стиск при постійних зовнішніх умовах гідратації. Традиційним для надміцних бетонів є інтенсивний набір міцності, особливо на ранніх строках твердіння, та 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.

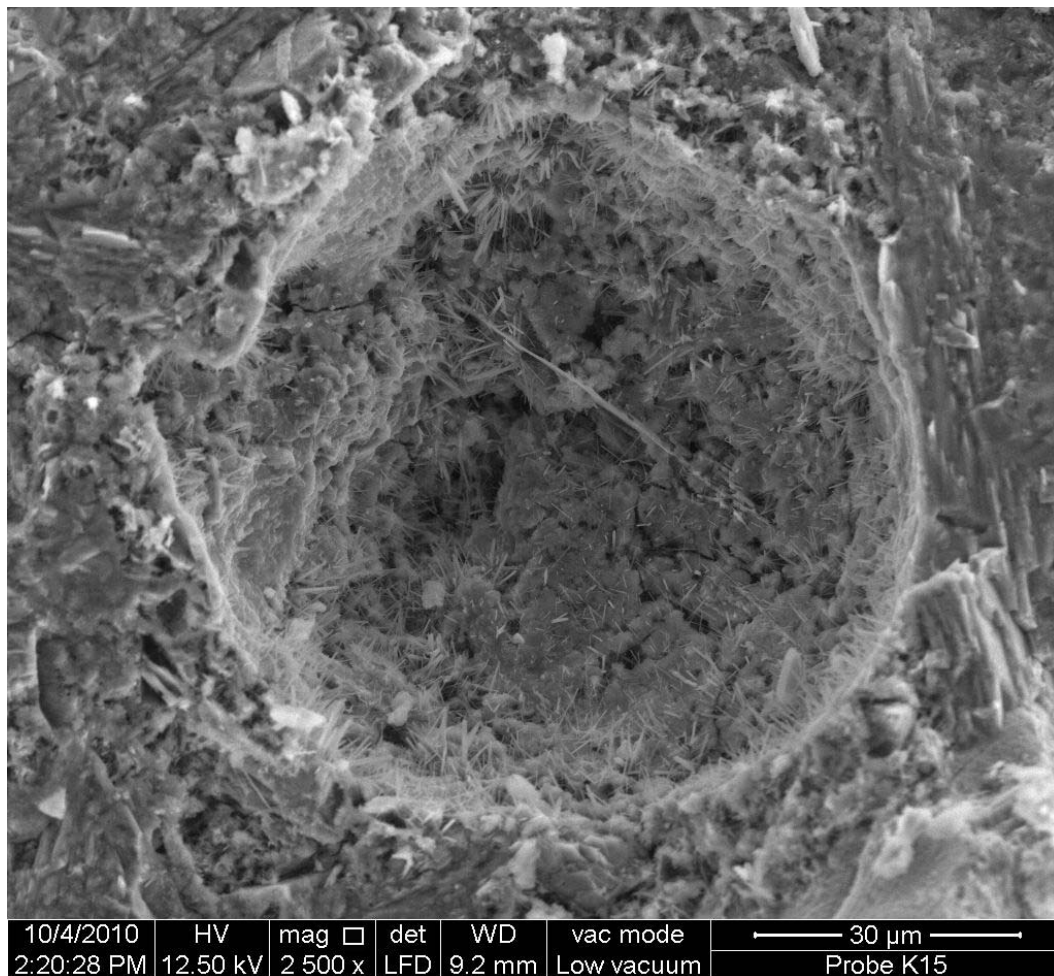


Фото 1. Проба цементного каменю з добавкою К-15 .

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 еtringітом (рис.1).

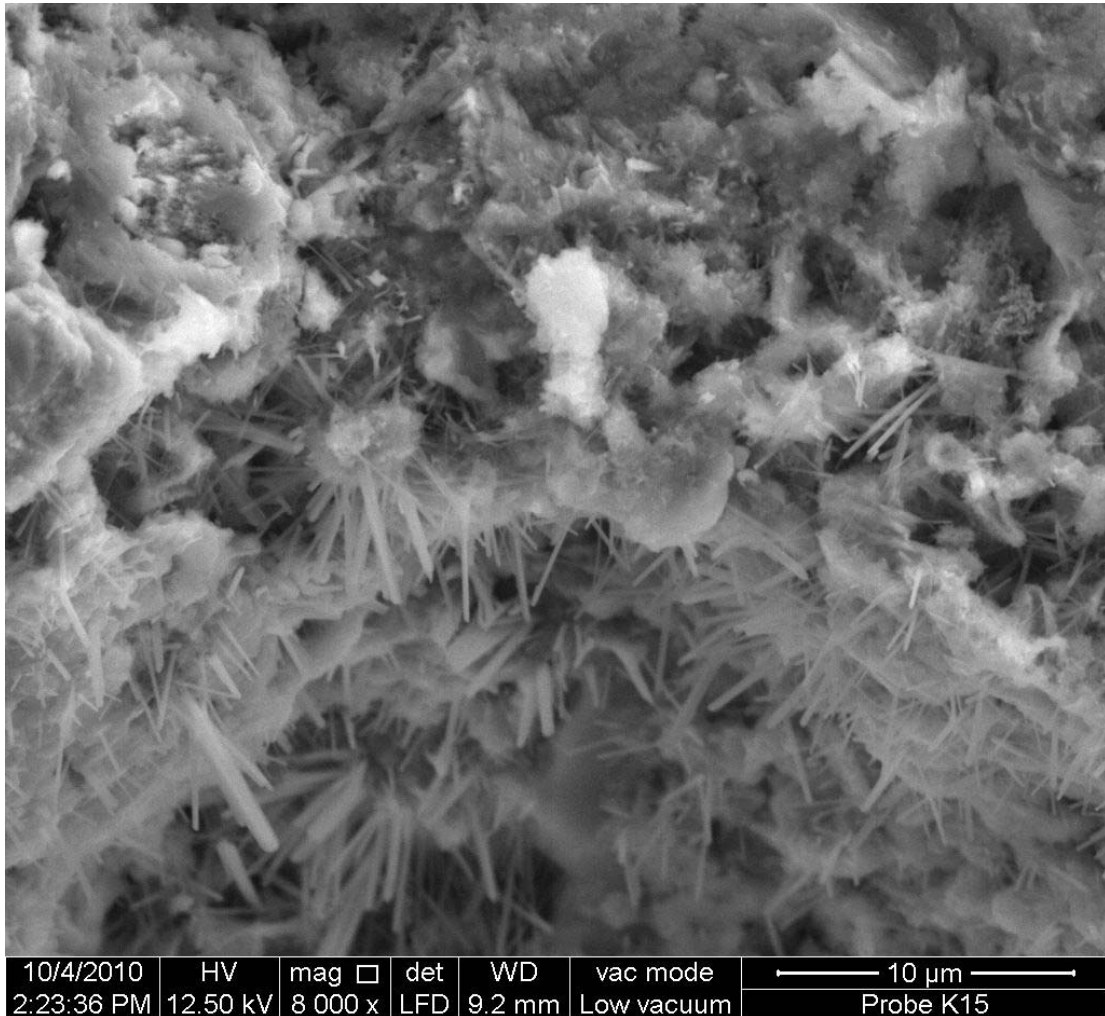


Фото 2. Проба цементного каменю з добавкою К-15

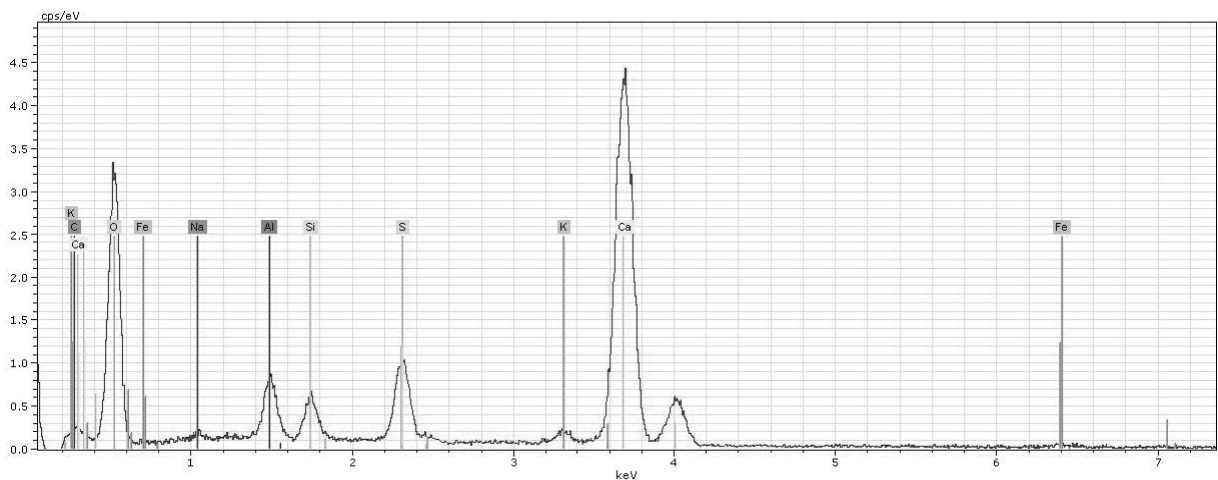


Рисунок 1. Спектрограма мінеральної фази, що утворюється на поверхні пор продуктів гідратації в часі понад 28 діб

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, що наведені в табл.

№ з/п	Клас бетону та марка та марка легкоукладальності	Марка за міцністю	В/Ц, не більше	Параметри заповнювача			Середня густина бетонної сум., кг / м ³ понад	Тип добавки та витрата кг / м ³	
				Наявність відсіву	фр, мм 5...10 Дробим.	фр, мм 10...20 Дробим.		Мінеральної, К-20	Полікарбоксилатної К-12
1	В65 Р4	900	0,35	-	1200	1200	2450	5 - 15	4
2	В70 Р4	900	0,33	+	1200	1400	2500	20 - 30	6
3	В75 Р4	1000	0,31	+	1400	1400	2530	25 - 40	8
4	В80 Р4	1000	0,30	+	1400	1400	2550	30 - 50	10

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:

1. Водовміст бетонних сумішей 150...170 л/м³, при витраті суперпластифікуючої добавки в межах 0,7...2,0 % від маси цементу, тобто 4...10 кг/ м³, активної мінеральної 5...50 кг/ м³.

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/м³), що позитивно впливає на показники міцності, водонепроникності, стійкості до агресивного середовища та ін.

СВЕРХПРОЧНЫЕ ЛИТЫЕ БЕТОНЫ КЛАССОВ В70 ... В80 МАРОК ПО УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТИ Р3 .. Р5

© Чудновский С.М., Погореляк А.А., Орловский В.М., Мацюк В.Ф., Степанян С. Г.

В статье сформулированы необходимые условия технологии изготовления высокопрочных бетонов В70... В80 и указан новый технологический аспект – снижение влагоемкости бетонной смеси. Автор рассмотрел подбор специальной группы химических и минеральных добавок, был отмечен механизм действия добавок производства НВП «МИСТИМ». Определено формирование потенциального бездефектного пространства в процессе твердения бетона, приведены параметры состава бетона класса В65.

Ключевые слова: бетон, добавка, прочность, удобоукладываемость.

HEAVY-DUTY CAST CONCRETE CLASS В70 ... В80 MARKS ON THE WORKABILITY Р3 .. Р5

© Chudnovsky S.M., Pogorelyak A.A., Orlov V.M., Matsyuk V.F., Stepanian C. G.

In the article the necessary terms of the technology of high-strength concretes of classes В70...В80 production have been formulated and a new technological aspect – diminishing of moisture-capacity of concrete mixture is indicated. The author considered the selection of the special group of chemical and mineral additions. The mechanism of action of additions of NVP «MISTIM» production was marked. Forming of the potential of zero-defects space is marked in the process of solidification of concrete, the parameters of composition of concrete of class В65 are represented.

Keywords: concrete additive, durability, workability.