

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

**Випробувальна лабораторія будівельних матеріалів та виробів**  
Атестат акредитації ДП "Рівнестандартметрологія" № РТ-0088/2010 від 27.12.2010 р.



## ПРОТОКОЛ випробування зразків бетону з добавкою "AQUAMAT-ADMIX" № 11/1 від "12" березня 2013 р.

**Замовник:** ISOMAT S.A.

Випробування виконані згідно угоди з НУВГП №4-539 від 21.12.2012 р.

**1. Мета випробувань:** порівняльне дослідження властивостей бетону – водопоглинання, міцності, водонепроникності, морозостійкості, в також рухомості бетонної суміші при застосуванні в бетоні добавок, наданих фірмою ISOMAT S.A.

Для випробувань були надані проби трьох добавок під умовними назвами Sample 1, Sample 2 та Sample 3.

Випробування проводились в два етапи – випробування добавки в цементно-піщаному розчині та випробування добавки в бетоні.

**2. Матеріали, використані для проведення досліджень. Характеристика дослідних зразків:**

Для виготовлення дослідних зразків використані наступні матеріали:

- портландцемент ПЦ Ш/А марки М500 виробництва ПАТ "Волинь-Цемент". Цемент містить до 20% доменного гранульованого шлаку, питома поверхня близько 3000 см<sup>2</sup>/г. Мінералогічний склад цементу наступний: C<sub>3</sub>S=57,2%; C<sub>2</sub>S=21,3%; C<sub>3</sub>A=6,9%; C<sub>4</sub>AF=12,2%;
- пісок кварцовий яровий з модулем крупності M<sub>кр</sub>=2.14, вміст пилюватих, глинистих і мулистих домішок 1,4%. Зерновий склад, визначений розсівом, наступний:

Розмір отворів сита, мм	Залишок на ситі, %
5,0	0
2,5	2,6
1,25	8,7
0,63	22,9
0,315	35,9
0,16	25,9
0	4,0

- щебінь гранітний фракції 5-20 мм, вміст пилюватих, глинистих і мулистих домішок 0,3%;
- добавка – пластифікатор "Поліпласт СП-1" - продукт конденсації нафталіносульфоокислот і формальдегіду. Вміст "активної речовини" в добавці складає близько 70%. рН водного розчину – 8,6.

Зразки бетону і розчину для визначення окремих властивостей були виготовлені в період з 09.12.12. по 28.12.12 у кількості, передбаченій нормативними документами на проведення випробувань.

Для визначення раціонального способу введення добавки у попередніх дослідках добавка вводилась двома способами, передбаченими в "Технічному бюлетені AQUAMAT-ADMIX ": у напівсуху бетонну суміш при її перемішуванні та у готову бетонну суміш у вигляді водної суспензії. Принципової різниці рухомості бетонної суміші при введенні добавки двома способами не спостерігалось. У віці 2 доби було помічене деяке зниження (до 15%) міцності бетону для зразків з добавками при введенні її за другим способом. Однак до віку 7 діб міцність контрольних зразків і зразків бетону з добавками вирівнювалась при обох способах введення добавки.

Оскільки різниця показників властивостей бетону при різному способі введення добавки була несуттєвою, то у подальших дослідках добавки вводились шляхом додавання їх водної суспензії (пульпи) до готової бетонної суміші з подальшим перемішуванням на протязі 5 хвилин.

На першому етапі досліджень були виготовлені зразки цементно-піщаного розчину складу "цемент : пісок" = 1 : 3 при В/Ц=0,39 для випробувань на міцність чотирьох типів:

- A-m.** Контрольні без добавки;
- B-m.** З добавкою Sample1
- C-m.** З добавкою Sample2
- D-m.** З добавкою Sample3.

На другому етапі були виготовлені 4 типи дослідних зразків бетону для усіх видів випробувань, передбачених технічним завданням. Зразки виготовлялись наступних типів:

- A-с.** Контрольні без добавки;
- B-с.** З добавкою Sample1
- C-с.** З добавкою Sample2
- D-с.** З добавкою Sample3.

Для кожного зазначеного типу зразки виготовлялись 4-х складів бетону:

**Склад 1.** При В/Ц=0,7 і ОК= 18-21 см з добавкою суперпластифікатора нафталінформальдегідного типу;

**Склад 2.** При В/Ц=0,7 і ОК= 10-12 см без добавки суперпластифікатора;

**Склад 3.** При В/Ц=0,5 і ОК= 18-20 см з добавкою суперпластифікатора нафталінформальдегідного типу;

**Склад 4.** При В/Ц=0,5 і ОК= 10-12 см без добавки суперпластифікатора.

Склад бетонної суміші наведений в табл. 1

Таблиця 1 - склад бетону контрольних замісів (на 1 м<sup>3</sup>)

№ складу	В/Ц	ОК, см	Витрата, кг/м <sup>3</sup>				
			Вода	Цемент	Пісок	Щебінь	Суперпластифікатор
1	0,7	18-20	175	250	852	1142	0,75
2	0,7	10-12	195	280	802	1142	-
3	0,5	18-21	185	380	727	1129	1,14
4	0,5	10-12	185	380	727	1129	-

Вміст добавки-суперпластифікатора вибраний пониженим (0,3% від маси цементу) для того, щоб унеможливити її можливий вплив на міцність чи інші властивості затверділого бетону.

Склад бетонної суміші з добавками "AQUAMAT-ADMIX" був прийнятий за табл.1 з додаванням відповідної добавки (Sample 1, Sample 2 або Sample 3) у кількості 1% від маси цементу.

### 3. Випробування проводились відповідно до наступних нормативних документів України та Росії:

#### Державні стандарти України:

- ДСТУ Б В.2.7-114-2002. Суміші бетонні. Методи випробувань;
- ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності;
- ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками;
- ДСТУ Б В.2.7-47-96 Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги;
- ДСТУ Б В.2.7-49-96 Бетони. Прискорені методи визначення морозостійкості при багаторазовому заморожуванні та відтаванні;
- ДСТУ Б В.2.7-187:2009. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск;
- ДСТУ Б В.2.7-239:2010 Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань.

#### Державні стандарти Російської Федерації:

- ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний;
- ГОСТ 12730.3-84 Бетоны. Метод определения водопоглощения;
- ГОСТ 12730.5-84. Методы определения водонепроницаемости;
- ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам;
- ГОСТ 10060.0-95. Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования;
- ГОСТ 10060.2-95. Бетоны. Ускоренные методы определения морозостойкости при многократном замораживании и оттаивании;
- ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний.

#### 4. Коротка характеристика прийнятих методів випробувань:

**4.1. Легкоукладальність (рухомість)** бетонної суміші визначалась за осадкою конуса (slump) за методикою державних стандартів України та Росії, аналогічною EN 12350-2.

**4.2. Міцність** бетону на стиск визначалась на зразках-кубах з розміром ребра 100 мм шляхом навантаження на гідравлічному пресі до руйнування за методикою державних стандартів України та Росії, аналогічною EN 12390-2.

**4.3. Водопоглинання** зразків бетону визначалось на зразках-кубах за зміною маси при насиченні водою на протязі 48 год. за методикою державних стандартів України та Росії.

**4.4. Водонепроникність** бетону визначалась на зразках-циліндрах діаметром 150 мм і висотою 150 мм з ізольованими боковими гранями (рис.1) за методикою державних стандартів України та Росії. Тиск води прикладався до нижньої торцевої грані зразка ступенями по 200 кПа з витримкою по 16 год. на кожному ступені. Випробування проводили одночасно для 6 зразків одного складу бетону на установці, яка забезпечувала максимальний тиск води 1,2 МПа (рис.2). За марку за водонепроникністю приймали той тиск, при якому ознаки фільтрації води ("мокра пляма"). спостерігались не більше як на 2-х зразках з 6-ти.



Рис.1



Рис.2

**4.5. Морозостійкість** бетону визначали шляхом циклічного заморожування і відтавання зразків, насичених у 5-% розчині NaCl за методикою державних стандартів України та Росії, близькою до EN 12390-9. Марка бетону за морозостійкістю вважалась забезпеченою, якщо втрата міцності бетону не перевищувала 5%.

**4.6. Властивості** розчину визначались за методиками державних стандартів України та Росії, близькими до EN 1015-11:1999.

**5. Результати випробувань** наведені в табл.2, 3.

Таблиця 2 – Результати випробувань зразків розчину

№ з/п	Найменування показника	Значення показника для зразків розчину				Нормативний документ
		без добавки (тип А-м)	з добавкою Sample 1 (тип В-м)	з добавкою Sample 2 (тип С-м)	з добавкою Sample 3 (тип D-м)	
1.	Міцність у віці 2 доби, МПа	27	27,4	26,6	24,1	ДСТУ Б В.2.7-239:2010 ГОСТ 5802-86
2.	Міцність у віці 7 діб, МПа	35,1	35,0	35,5	33,2	ДСТУ Б В.2.7-239:2010 ГОСТ 5802-86
3.	Міцність у віці 28 діб, МПа	51,0	51,3	52,0	50,8	ДСТУ Б В.2.7-239:2010 ГОСТ 5802-86

Таблиця 3 – результати випробувань зразків бетону

№ з/п	Найменування показника	Значення показника для зразків бетону				Нормативний документ
		без добавки (тип А-с)	з добавкою Sample 1 (тип В-с)	з добавкою Sample 2 (тип С-с)	з добавкою Sample 3 (тип D-с)	
1.	Легкоукладальність бетонної суміші (ОК), см, для бетону - складу 1 - складу 2 - складу 3 - складу 4	21 11 19 12	19 10 18 11	20 12 20 13	18 10 17 10	ДСТУ Б В.2.7-114:2002; ГОСТ 10181-2000
2.	Міцність у віці 2 доби, МПа, для зразків бетону - складу 1 - складу 2 - складу 3 - складу 4	11,2 10,6 16,3 15,6	10,1 9,8 15,3 14,4	10,6 9,7 15,7 15,1	10,2 9,1 15,3 14,7	ДСТУ Б В.2.7-214:2009; ГОСТ 10180-90
3.	Міцність у віці 7 діб, МПа, для зразків бетону - складу 1 - складу 2 - складу 3 - складу 4	18,2 17,0 25,0 24,3	17,9 16,9 24,7 23,9	18,5 17,4 24,9 24,1	18,0 16,3 24,6 23,9	ДСТУ Б В.2.7-214:2009; ГОСТ 10180-90
4.	Міцність у віці 28 діб, МПа, для зразків бетону - складу 1 - складу 2 - складу 3 - складу 4	25,5 24,8 43,8 43,2	25,8 24,6 44,8 43,9	26,5 25,9 44,3 45,2	24,9 25,3 43,7 42,9	ДСТУ Б В.2.7-214:2009; ГОСТ 10180-90

№ з/п	Найменування показника	Значення показника для зразків бетону				Нормативний документ
		без добавки (тип А-с)	з добавкою Sample 1 (тип В-с)	з добавкою Sample 2 (тип С-с)	з добавкою Sample 3 (тип D-с)	
5.	Водопоглинання у віці 7 діб, % для зразків бетону					ДСТУ Б В.2.7-170:2008; ГОСТ 12730.3-84
	- складу 1	5,9	5,4	5,6	5,5	
	- складу 2	6,2	5,8	5,9	5,8	
	- складу 3	5,1	4,8	4,7	4,6	
6.	Водопоглинання у віці 28 діб, % для зразків бетону					ДСТУ Б В.2.7-170:2008; ГОСТ 12730.3-84
	- складу 1	5,0	4,3	4,2	4,4	
	- складу 2	5,2	4,2	4,7	4,3	
	- складу 3	4,2	3,5	3,7	3,5	
7.	Водонепроникність (МПа) для зразків бетону					ДСТУ Б В.2.7-170:2008; ГОСТ 12730.5-84
	- складу 1	0,2	0,6	0,6	0,6	
	- складу 2	0,2	0,6	0,4	0,6	
	- складу 3	0,6	1,0	0,8	1,0	
8.	Морозостійкість, цикли, для зразків бетону					ДСТУ Б В.2.7-47-96 (ГОСТ 10060.0-95).
	- складу 1	150	300*	300*	300*	
	- складу 2	150	300*	200	300*	
	- складу 3	200	300*	300*	300*	
	- складу 4	200	300*	300*	300*	

Примітка: \* - випробування на більшу кількість циклів не виконувались через брак часу.

## 7. Аналіз результатів випробувань

7.1. Введення досліджуваних добавок у бетонну суміш не впливає на легкоукладальність бетонної суміш – її рухомість (осадка конуса) змінюється не більше ніж на 2 см і не приводить до зміни марку суміші за легкоукладальністю.

Спосіб введення добавки в бетонну суміш помітно не впливає на її властивості та на властивості затверділого бетону.

7.2. Водопоглинання усіх зразків з добавкою у віці 7 діб дещо зменшується у порівнянні з контрольними (max 0,5% у абсолютному значенні). У віці 28 діб водопоглинання зменшується на 0,5...1,2%. Найбільше зменшення водопоглинання характерне для зразків з добавками Sample 1 та Sample 3 і становить 1,2% (абсолютне значення). Для добавки Sample 2 максимальне зменшення водопоглинання становить 0,8%.

Для усіх типів добавки абсолютне зменшення водопоглинання вище для складів бетону з В/Ц=0,7. Водопоглинання усіх типів зразків зменшується із збільшенням віку зразків.

7.3. Міцність зразків з добавкою у віці 2 доби дещо нижча ніж міцність контрольних: на 3...9% для зразків типу С-с (добавка Sample 2), на 6...10% для зразків типу В-с (добавка Sample 1), на 6...15% для зразків типу D-с (Sample 3).

- 7.4. Міцність зразків з добавкою у віці 7 діб у середньому відповідає міцності контрольних для усіх типів добавки і складів бетону (відхилення не більше 4%).
- 7.5. Міцність зразків з добавкою у віці 28 діб не нижча ніж міцність контрольних для усіх типів добавки та складів бетону. Для деяких зразків зафіксоване невелике збільшення міцності у порівнянні з контрольними (до 5%).
- 7.6. Морозостійкість зразків з добавкою у віці 28 діб підвищується на 50...150 циклів – з 150 (контрольні зразки) до 200 або 300 для складів 1 і 2 (В/Ц=0,7), також з 200 (контрольні зразки) до 300 – для складів бетону 3 і 4 (В/Ц=0,5).
- 7.7. Водонепроникність зразків з добавкою збільшується у порівнянні з контрольними на 0,2...0,4 МПа для добавки Sample 2 та на 0,4 МПа для добавок Sample 1 та Sample 3.
- 7.8. Міцність зразків розчину з добавками Sample 1 та Sample 2 принципово не відрізняється від контрольних, з добавкою Sample 3 дещо нижча у ранньому віці.

### **Висновок:**

Аналіз результатів випробувань показав, що властивості добавок Sample 1 та Sample 2 відповідають заявленими в "Технічному бюлетені ISOMAT S.A." на добавку "AQUAMAT-ADMIX":

- водонепроникність бетону збільшується на 0,2...0,4 МПа для добавки Sample 2 та не менше ніж на 0,4 МПа для добавок Sample 1 і Sample 3.
- морозостійкість бетону збільшується на 50...100 циклів;
- водопоглинання бетону зменшується 0,5...1,2%.
- зниження міцності бетону у віці 2 доби для добавок Sample 1 і Sample 2. не перевищує 10 %.