

УДК 691.327.32: 666.97

д.т.н., доцент С.Д. Семенюк,
Т.С. Бурко

ГУВПО «Белорусско-Российский университет», г.Могилев, РБ

БЕТОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ

В данной статье рассматривается изготовление железобетонных многоспустотных плит с использованием отходов литейно-металлургических производств города Могилева в качестве мелкого заполнителя. Приводиться подбор бетонной смеси для изготовления железобетонных конструкций. Испытаны предварительно напряженные плиты перекрытия с использованием в качестве заполнителя отходов литейно-металлургических производств.

Ключевые слова: железобетонные, бетон, отходы, заполнитель, прочностные, деформативные.

Как было не однократно отмечено, интенсификация строительства в Республике Беларусь требует повышения производительности труда, сокращение материалоемкости и энергоемкости при производстве бетонных и железобетонных конструкций, дальнейшего усовершенствования основ бетонирования с целью создания новых энерго- и ресурсосберегающих композиций бетона. В этом случае особое внимание заслуживает использование отходов различных отраслей промышленности в качестве строительных материалов или сырья для их производства. Это приводит к экономии средств в строительстве, избавляет промышленные предприятия от немалых затрат на их вывозку в отвалы, что снижает себестоимость основной продукции. Так же использование промышленных отходов очень сильно влияет на охрану природы, так как уменьшает загрязнение окружающей среды этими отходами. Таким образом узкая экономическая проблема регенерирует в более важную проблему охраны природы.

Промышленными «отходами», хотя в данном случае лучше использовать термин «побочный продукт», литейно-металлургических производств является гранулированный ваграночный шлак и пески отработанных формовочных смесей. Для оценки их использования в бетонах различных марок был проанализирован их химический состав и модуль крупности [1, 2, 3].

Были испытаны образцы естественного твердения и подвергнутые термовлажностной обработке на прессе П-125 в возрасте 3, 7, 14, 21, 28, 60, 90, 180, 360сут.

В результате испытаний [1, 2] было установлено, что в условиях естественного твердения прочность бетонов с использованием отходов металлургических производств (ОМП) и рост прочности во времени не ниже, чем для бетонов базового варианта, начиная с раннего возраста и до 360 сут. При этом зависимость роста прочности бетона описывается выражением

$$R_t = R_{28} \frac{t}{5,6 + 0,8t} \quad (1)$$

где t – время, сут.

Для бетонов, подвергнутых термовлажностной обработке, наблюдается повышение прочности до 30% в ранние сроки и до 5...10% в более поздние сроки твердения по сравнению с бетонами базового варианта. Зависимость роста прочности бетонов исследуемых классов после термовлажностной обработки определяется

$$R_t = R_{28} 0,65t^{0,13} \quad (2)$$

На основании эмпирических данных были разработаны рекомендуемые составы бетонной смеси для различных классов бетона (табл. 1).

Предлагаемые бетоны имеют повышенную на 20...30% морозостойкость по отношению к нормируемому значению. Проведенный по ГОСТ 18105 статический контроль прочности предлагаемых бетонов подтвердил возможность использования ОМП при производстве бетонных изделий.

Таблица 1

Базовые и предлагаемые варианты бетонных смесей

Варианты	Компоненты масс, %			Содержание добавки, %			Активность цемента, МПа	Прочность на сжатие, МПа
	цемент	щебень	песок	С-3	УПБ	вода		
Базовые	14,66	48,59	30,47	0,06	-	6,22	18,84	24,69/14,62
	10,63	48,33	35,00	-	0,02	6,02	19,82	18,51/15,24
	8,70	48,03	37,10	-	0,02	6,15	18,84	18,87/9,31
Предлагаемые	14,66	48,59	30,47	0,06	-	6,22	18,84	24,85/23,93
	14,46	47,93	30,04	0,06	-	7,51	21,78	36,37/-
	10,68	48,58	35,17	-	0,02	5,55	19,82	20,21/16,71
	8,72	48,10	37,22	-	0,02	5,84	18,84	17,41/13,49
	10,93	46,88	35,06	0,04	-	7,09	26,00	24,19/22,37
	10,94	46,96	35,12	0,04	-	6,94	16,87	18,62/-

Примечание. Перед чертой – на 28 сут естественного твердения, после черты – на 2сут после термовлажностной обработки

Для определения возможности использования предлагаемых бетонов в железобетонных конструкциях на Могилевском заводе сборного железобетона № 7 в условиях массового производства были изготовлены и испытаны по ГОСТ 8829-94 семь предварительно напряженных плит с круглыми пустотами серии 1.141.1-1. Все компоненты бетонной смеси были приняты по базовому варианту, за исключением мелкого заполнителя. В качестве последнего использовали ОМП. Плиты изготавливали под проектные нагрузки 8...10кПа.

Испытание проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 8829-94. Величины прогибов плит при соответствующей нагрузке фиксировались при помощи прогибомеров Максима и бПАО с ценой деления 0,01 мм (П-1...П-6), расположенными в серединах и четвертях пролета по длинным сторонам (рис.1). Осадки опор замерялись индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм (И-1...И-6). Величину напряжений в арматурных стержнях многопустотных плит определяли при помощи тензометра Ругенберга (Т-1,Т-2). Ширина раскрытия трещин замерялась при помощи отсчетного микроскопа типа МПБ-2. Испытывались плиты базового варианта и плиты с использованием ОМП. Прочность бетона плит базового варианта и предлагаемого была примерно одинакова.

Испытание плит (табл. 2), изготовленных в промышленных условиях, показало их соответствие требованиям ГОСТ 8829-94 по прочности, жесткости и трещиностойкости. Так, коэффициент запаса прочности составляет 1,4...1,67. Это подтверждает возможность и целесообразность использования в бетонных и железобетонных конструкциях в качестве мелкого заполнителя ОМП.

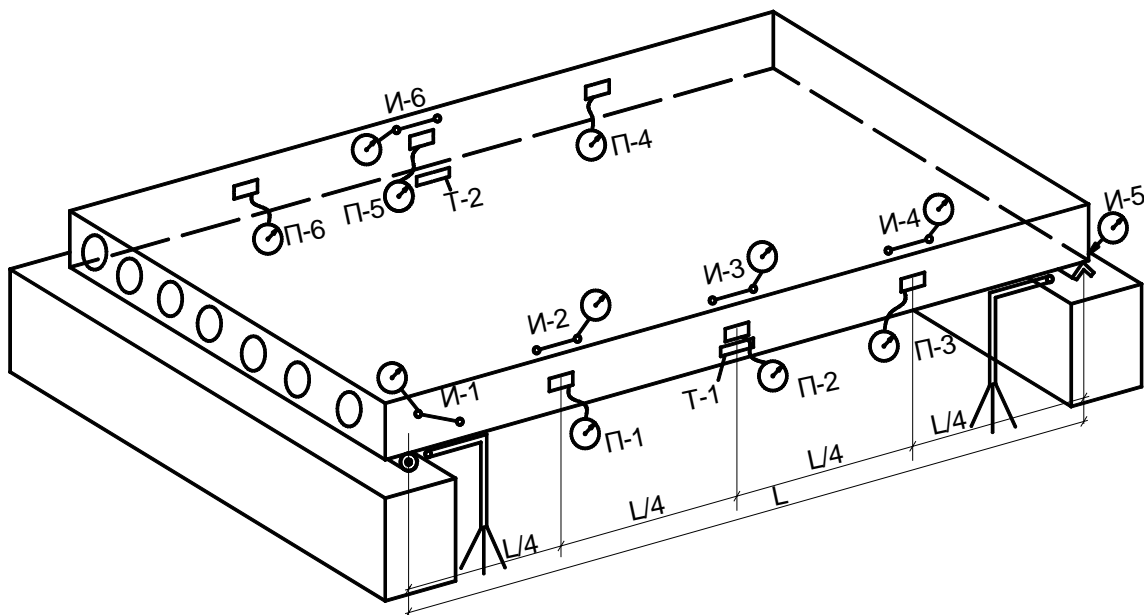


Рис. 1. Схема размещения датчиков показаний при испытании предварительно напряженных плит перекрытия

Таблица 2

Результаты испытаний предварительно напряженных плит серии 1.141.1-1 с использованием в качестве мелкого заполнителя бетонной смеси ОМП

Плиты	Проектная марка бетона	Прочность бетона по результатам испытаний	Расчетная нагрузка, кПа	Контрольная нагрузка при проверки жесткости, кПа	Ширина раскрытия трещин, мм	Прогиб, мм		Разрушающая нагрузка, кПа	Коэффициент запаса прочности
						Фактический	Проектный		
ПК 60.12-8АтУт	C16/20	19,0	8	6,14	0,05	4,58	19,00	16,54	1,67
ПК 60.12-8АтУт	C16/20	19,0	8	6,14	0,05	6,47	19,00	13,40	1,40
ПК 60.12-8АтУт	C16/20	23,8	8	6,17	Нет	6,78	18,03	15,07	1,54
ПК 60.12-10АтУт	C20/25	23,7	10	8,96	0,05	12,7	14,59	16,61	1,45
ПК 60.15-8АтУт	C16/20	26,4	8	6,11	нет	17,7	19,50	15,74	1,63
ПК 60.12-6 АтУт	C16/20	21,6	6	4,32	нет	4,88	13,04	11,16	1,47
ПК 56.15-8АШвТ	C25/30	26,6	8	7,17	нет	5,85	10	15,84	1,61

Примечание: Значения нагрузок в таблице даны без учета собственного веса плиты.

Исследования напряженных плит с круглыми пустотами серии 1.141.1-1, изготовленных с использованием в качестве мелкого заполнителя ОМП в условиях города Могилева дает дополнительно 40...45% мелкого заполнителя. Экономический эффект будет значительным с учета роста стоимости сырья и транспортных расходов. И самое главное, в городе могут быть ликвидированы отвалы отработанных формовочных смесей, которые ежегодно увеличиваются на 80 тыс.м³.

Литература

1. Семенюк С.Д. Отработанные пески формовочных смесей – мелкий заполнитель бетонов / С.Д. Семенюк, Р.П. Семенюк. // Бетон и железобетон. – Могилев, 1992. – №7. – С. 29–30.
2. Семенюк С.Д. Исследование эффективности использования гранулированного ваграночного шлака в качестве заполнителя для жаростойкого бетона / С.Д. Семенюк, Д.А. Ковширко // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – Минск, 2003. – № 2(12). – С. 64–73.
3. Семенюк С.Д. Отходы литейно-металлургических производств в качестве мелкого заполнителя для бетонов / С.Д. Семенюк, Т.С. Бурко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будовлі та споруди: збірник наукових праць. Вып. 20. – Рівне, 2010. – С. 223–231.
4. Семенюк С.Д. Бетон с использованием отходов литейно-металлургических производств при однократном и малоцикловом загрузениях / С.Д. Семенюк, Ю. Г. Болошенко, Т. С. Бурко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Вып. 39. – Одесса, 2010. – С. 240–247.

Анотація

У даній статті розглядається виготовлення залізобетонних багатопустотних плит з використанням відходів ливарно-металургійних виробництв міста Могильова в якості дрібного заповнювача. Приводиться підбір бетонної суміші для виготовлення залізобетонних конструкцій. Випробовували напружені плити перекриття з використанням в якості заповнювача відходів ливарно-металургійних виробництв.

Annotation

In this article the manufacture of reinforced concrete hollow core slabs using waste foundry and metallurgical industries of the city of Mogilev in as fine aggregate. We give props concrete mixture for the manufacture of reinforced concrete structures. Be tested prestressed slabs, using as a filler waste foundry and metallurgical industries.