

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ – УНОСА ПРИ МОДИФИКАЦИИ ЦЕМЕНТОБЕТОНА

Солоненко И.П.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

Постановка проблемы.

Снижение расходов на дорожное строительство за счет повышения эффективного использования строительных материалов были и остаются важнейшей научно-технической проблемой. Научные исследования и практика дорожного строительства [1-6] показывают, что одним из путей снижения стоимости автомобильных дорог является применение вторичных ресурсов: отходов энергетики, промышленности и сельского хозяйства в качестве дорожно-строительного материала.

Согласно рекомендациям [1, 2] в качестве наполнителей можно применять молотый кварцевый песок, микрокремнезем, золу-уноса (З-У) и т.д. Исследования [3-4] показали, что применение З-У в роли микро-наполнителя для бетонных конструкций улучшает их водонепроницаемость, ударостойкость и снижает истираемость ЦБ. Исследования состава З-У [4] позволили выделить в её составе крупную (размер частиц 120-60 мкм), мелкую (размер частиц 60- 25 мкм) и сверхтонкую (размер частиц 5-25 мкм) фракции (рис. 1).

Исходя из проведенных ранее исследований автором [6-8] была предложена рабочая гипотеза: «Повышение физико-механических и эксплуатационных характеристик модифицированных мелкозернистых бетонов для дорожного покрытия возможно за счет использования модифицированных добавок, содержащих в своем составе: пластифицирующую добавку Dунатон Easy 11 (СП), воздухововлекающую добавку (ВВД) - РТ-1, полипропиленовую фибру (Фп) и наполнитель – зола-уноса».

Исследования [3, 5] физико-механических характеристик мелкозернистых бетонов с введением в их состав нескольких видов наполнителей показало, что применение З-У Ладыжинской и Бурштынской ГРЭС наиболее предпочтительно (табл. 1). При этом обеспечивается снижение расхода строительных материалов (цемента 50-70 кг/м³, мелкого заполнителя 25-30 кг/м³) и незначительное снижение прочности на сжатие, и изгиб. Наблюдается уменьшение расхода воды (на 10-15

л/м³), при заданном (согласно технологическим требованиям к бетону [9-11]) распыле конуса, что объясняется относительно высокой удельной поверхностью З-У (от 3000 до 4000 см²/г) и высоким содержанием оксида алюминия (Al₂O₃), более 20% от массы З-У.

Таблица 1

Химический состав и физические свойства наполнителей
по данным работы [6]

Наполнитель		Шлак марте-новский	Зола Бурштынской ГРЭС	Зола Ладыжинской ГРЭС	Отход производства ферросилиция (ОПФ)
Содержание оксидов, %					
SiO ₂		18	54	55,3	83,5
AlO ₂		5,07	23,75	22,34	1,2
Fe+Fe ₂ O ₂		14,8	13,8	5,4	0,8
MnO		5,4	-	2,46	-
MgO		6,96	1,91	0,12	0,5
CaO		43,6	4,98	5,96	1,4
SO ₂		0,08	0,53	0,38	-
P ₂ O ₂		0,45	-	0,33	-
K ₂ O+Na ₂ O		-	0,13-0,12	2,46	-
Плотность, г/см ³	Истинная	3,33	2,21	2,32	2,22
	Средняя	1,20	0,87	0,91	0,30
Удельная поверхность, см ² /г		2000	4191	3300	31000

В работе Дворкина Л.И., Соломатова В.И., Вырового В.Н., и др. [5] приведены данные о том, что применение в составе цементобетона (ЦБ) З-У (Ладыжинской ГРЭС) в количестве 15% приводит к снижению истираемости бетона в 1,5-3 раза и повышению ударной прочности ЦБ на 7%. Введение в мелкозернистые бетоны З-У совместно с комбинированной добавкой ПФМ в количестве 1% от массы цемента увеличивает ударную прочность материала на 18%.

Проведенный анализ технической литературы [1-8] показывает, что З-У можно считать перспективным наполнителем при изготовлении дорожных покрытий из ЦБ. Это и определило цель предлагаемой работы.

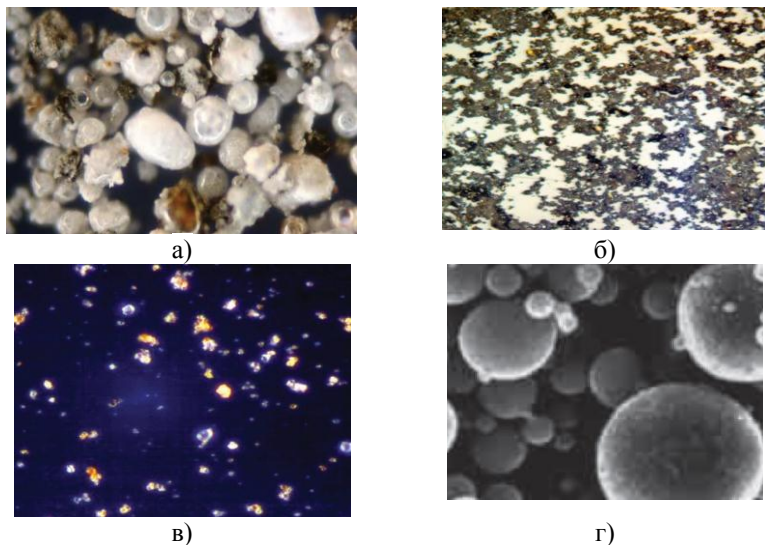


Рис. 1. Состав золы-уноса исследовался на микроскопе ЭМВ-100Б (увеличение $15-20 \times 10^3$) по данным работы [4], а) крупная фракция частиц золы уноса, б) тонкая фракция частиц золы уноса, в) сверхтонкая фракция, г) электронная микрофотография частиц золы-уноса.

Цель и задачи исследования.

Цель исследования: изучить влияние на физико-механические показатели ЦБ дорожного покрытия при использовании в его составе золы-уноса Ладыжинской ТЭС.

Основная часть.

Исследования проводились в лаборатории кафедры ПСЭАД ОГАСА. Опытные образцы изготовлялись по методике, изложенной в работе [8], где использовались следующие материалы:

- цемент ПЦ – I – Н 500 (бездобавочный), производства ОАО «Югцемент»;
- кварцевый песок, Вознесенского карьера, мытый (Мкр = 2,5);
- отсев гранитного щебня (фр. от 0,14 до 10 мм);
- пластифицирующая добавка Dynamon Easy 11, («Mapei»);
- воздухововлекающая добавка РТ-1, («Mapei»);
- наполнитель 3-У Ладыжинской ТЭС: удельная поверхность $S_{уд} = 330 \text{ м}^2/\text{кг}$, размеры частиц от 1 мкм до 150 мкм (средний размер частицы ок. 20 мкм), средняя плотность $0,91 \text{ г}/\text{см}^3$, истинная плотность $2,32 \text{ г}/\text{м}^3$, форма частиц золы-унос в основном сферическая (химический

состав: SiO₂ - 48-56; Al₂O₃ - 22-26; Fe₂O₃ - 9-14; CaO – 1,3-3,2; MgO – 1,5; K₂O – 0,5-5,5; Na₂O – 0,5-5,5; SO₃ - 1-6);

- полипропиленовая фибра - MAPEFIBRE NS 12/ NS 18 (диаметр – 0,34 мкм, длина волокна 12-18 мм, плотность – 0,91 г/м³, прочность на разрыв – 700 МПа), (по данным «Marel» [12]).

Предварительные испытания, проведенные под руководством и непосредственным участием автора, их порядок выполнения и результаты приведены в работе [10]. Это позволило подобрать необходимое количество добавки Дупатон Easy 11. Для рассматриваемой бетонной смеси она составила 1,5% от массы цемента. Количество добавки З-У варьировалось в пределах от 5 до 40% от массы цемента (рис. 2, табл. 2).

Таблица 2

Экспериментальные составы бетонной смеси

Компоненты	Составы					
	1	2	3	4	5	6
Цемент, кг/м ³	521	495	469	443	417	391
Песок, кг/м ³	473	473	473	473	473	473
Отсев щебня, кг/м ³	1050	1050	1050	1050	1050	1050
З-У, кг/м ³	0	26	52	78	104	130
Вода, л/м ³	260	250	236	248	230	215
В/Ц	0,49	0,50	0,50	0,56	0,55	0,55
ρ, г/см ³	2,299	2,312	2,324	2,326	2,319	2,320
ОК, см	16	16	16	17	16,5	16
Условия	t (20 ± 3) ⁰ С, Влажность 70...80%					

Результаты, приведенные на рисунке 1, показывают, что введение в состав З-У до 5% ведет к снижению прочности на сжатие ЦБ с 51,5 до 47,8 МПа, что составляет 10,7%. Увеличение до 10% З-У снижает с 51,5 до 42 МПа, что составляет 18,4%. 15% З-У снижает на 13,1%. 20% З-У снижает 14,5%. Дальнейшее увеличение количества З-У в составе ЦБ приводит к существенному снижению его прочности так, при 25% -16%. Таким образом, ЦБП с введенным в его состав до 10% З-У не значительно снижает прочностные характеристики [9] бетона (18,4%). Такой бетон может применяться в дорожном строительстве.

Зависимость объема вовлеченного воздуха в состав бетонной смеси от количества введенной воздухововлекающей добавки определялась расчетным методом согласно ДСТУ Б В.2.7-114-2002 [10].

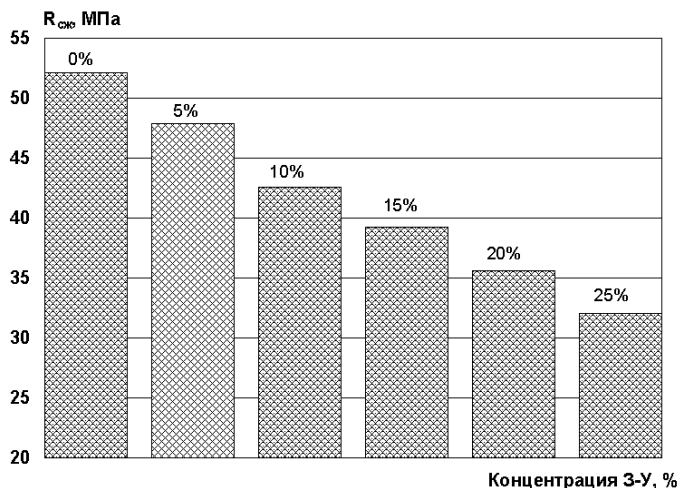


Рис. 2. Прочность на сжатие после введение в состав образцов золы-уноса в количестве от 0 до 25 % от массы цемента

Выводы

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы: включение 3-У (10%) в состав цементобетона ведет к снижению прочности на сжатие на 42 МПа (18,4%); увеличивает истираемость бетона с $0,56 \text{ г/см}^2$ на $0,61 \text{ г/см}^2$ (8,2%). Однако это удовлетворяет требованиям по истираемости для дорожного покрытия [9] (до $0,7 \text{ г/см}^2$).

Таким образом, введение в состав цементобетона в качестве микронаполнителя золы-уноса может быть рекомендовано для жестких покрытий автомобильных дорог.

Summary

The article examines the impact on the physical and mechanical properties of the modified cement concrete (additives Dynamon Easy 11 air-entraining admixture RT-1 and polypropylene fibers), the introduction of its constituent mineral filler - ash – ash

Литература

1. Путилин Е.И., Цветков В.С. Применение зол уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог. М.: Государ-

ственный дорожный научно-исследовательский институт. ФГУП «СОЮЗДОРНИИ», 2003. – 45 с.

2. Рекомендации по применению в бетонах золы, шлака и золошлаковой смеси тепловых электростанций / НИИЖБ - М Стройиздат, 1986 - 80 с.

3. Рунова Р.Ф., Носовський Ю.Л. Технологія модифікованих будівельних розчинів. – К.: КНУБіА. 2007.- 256с.

4. Касимов А.М., Ковалев А.А., Калиновский А.Я . Основные физико-химические свойства частиц золошлаковых отвалов угольных ТЭС Украины // Экология и промышленность. — 4/6 (52) 2011. — С. 53—58.

5. Дворкин Л.И., Соломатов В.И., Выровой В.Н., Чудновский С.М. Цементные бетоны с минеральными наполнителями // Будив., К. 1991.- 136 с.

6. Солоненко И.П. Модифицированные цементобетонные композиции для дорожного покрытия // Вісник ОДАБА. Вып.№48. Частина 2 – Одеса: ТОВ «Зовнішрекламсервіс» 2012. – С. 98-103.

7. Солоненко И.П. Цементобетонные композиции на основе добавки ХТС-6 для дорожного строительства // Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених та студентів «Інноваційні процеси в галузі дорожнього будівництва». Містобудування та територіальне планування. – К., КНУБА, 2012. – Вип. 45. Частина 3. – С. 118-122.

8. Солоненко И.П. Сучасні пластифікуючі добавки для цементобетонів у дорожньому будівництві // Вестник ОГАСА. Вып.№45 – Одеса: ТОВ «Зовнішрекламсервіс» 2012. – С. 254-258.

9. ДБН В.2.3-4:2007 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Київ 2007. 92 с.

10. ДСТУ Б В.2.7-114-2002 «Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань».

11. ДСТУ Б В.2.7-43-96. Бетони важкі. ТУ.

12. ТУ У В.2.7-24.6-02498197-385-2004 воздухововлекающая добавка РТ-1, полипропиленовая фибра MAPEFIBRE NS 12/ NS 18, пластификатор Dynamon Easy 11. Фирма Mapei, Италия.