

ЛИТЕРАТУРА

- / 1. Черкинский Ю.С. Полимерцементные бетоны. — М., 1983. — 213 с. 2. А.с. 687033 СССР, С 04 В 25/00. Полимерцементный раствор / Л.Я. Лаврега, И.В. Бориславская, С.Г. Соболевская. 3. Бориславская И.В., Лаврега Л.Я., Соболевская С.Г. Применение полиэтиленовой эмульсии для повышения качества бетона // Строит. материалы. — М., 1976. — № 4. — С. 8. 4. Вагнер Г.Р. Физико-химия процессов активации цементных дисперсий. — Киев, 1980. — 287 с. 5. А.с. 908763 СССР, С 04 В 25/02. Бетонная смесь / Л.Я. Лаврега, И.В. Бориславская.

УДК 691.33

Ю.Ю. ЮРИК, В.Д. ЯКИМОВИЧ

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Использование вторичных ресурсов — актуальная проблема и перспективное направление модификации и улучшения свойств строительных материалов, экономии материальных и энергетических ресурсов, охраны окружающей среды.

Имеется достаточно большой опыт применения при производстве бетонных изделий зол и шлаков от сгорания твердых топлив на теплоэлектростанциях. Обобщение данных по использованию указанных отходов затруднительно ввиду значительного разброса показателей свойств применяемых зол. Поэтому в каждом конкретном случае приходится учитывать всю гамму свойств используемого материала.

Инженерно-техническими работниками Гродненского завода ЖБИ и сотрудниками БПИ ведутся исследовательские работы по определению возможностей использования сланцевой золы Прибалтийской ГРЭС, а также зол других электростанций при производстве железобетонных изделий.

В ОНИЛ модифицированного бетона БПИ изучалась эффективность использования золы Светлогорской ГРЭС, частично заменяющей цемент в бетоне. Перед введением в бетонную смесь зола размалывалась. После размола ее удельная поверхность составляла $3750 \text{ см}^2/\text{г}$. Химический состав золы приведен в табл. 1.

При изготовлении образцов-призм размером $4 \times 4 \times 16 \text{ см}$ использован бетон на цементе М500 (нормальная плотность теста 28 %) и песке Заславского карьера с модулем крупности 2,4. Расход вводимой золы варьировался от 5

Табл. 1. Химический состав золы Светлогорской ГРЭС

Топливо	Отходы	Массовая доля, %									Потери при прокаливании
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	
Уголь	Зола	64	7,14	8,4	0,65	7	1	0,44	1,51	0,57	9,27

до 20 % от массы цемента. Подвижность смеси определялась на встряхивающем столике. Бетон в формах подвергался тепловой обработке, после чего образцы помещались в воду для последующего твердения. Составы бетона и результаты испытаний приведены в табл. 2.

Введение золы позволяет увеличить подвижность бетонной смеси при постоянном отношении массовых долей воды и вяжущего, что согласуется с литературными данными [1]. Повышается связность системы, уменьшается водоотделение, улучшается внешний вид образцов — снижается количество пор и раковин на поверхности за счет уменьшения воздухововлечения.

Однако на золах Светлогорской ГРЭС нельзя получить бетон с высокими физико-механическими характеристиками. Практически снижение прочности бетона прямо пропорционально содержанию золы в бетоне. Такая закономерность объясняется слишком низкой гидравлической активностью золы, что в свою очередь обусловлено малым содержанием в ней аморфизованных силикатной и глинистой составляющих. Поэтому золы Светлогорской ГРЭС требуют дополнительной активации.

На Гродненском заводе ЖБИ в качестве добавки к бетону была в опытном порядке использована сланцевая зола-унос электрофильтров Прибалтийской ГРЭС. Был произведен выпуск партии железобетонных изделий (пустотного настила перекрытий, дорожных плит, лестничных маршей) объемом 220 м³. Проведенные испытания выявили, что указанные изделия соответствуют по прочностным показателям ГОСТ 8829—77.

При изготовлении бетона использовались следующие материалы: шлакопортландцемент марки 400, песок с модулем крупности 1,9 плотностью 1410 кг/м³, щебень фракции 5...20 мм плотностью 1380 кг/м³, зола с удельной поверхностью 2700 см²/г. Применена пластифицирующая добавка УПБ (5 % от массы цемента). Режим твердения при тепловой обработке — 2 + 3 + 6 + 2 ч при 90 °С.

Табл. 2. Свойства бетонной смеси и бетона при введении в них золы Светлогорской ГРЭС

Но- мер сос- тава	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг				Под- ви- ж- ность смеси, мм	Предел прочности бетона (МПа) в возрасте (сут)		
	Ц	П	З	В		1	57	120
1	500	1500	—	220	131,0	<u>61,1</u> 264	<u>82,8</u> 476	<u>90,1</u> 550
2	400	1500	100	220	151,0	<u>51,2</u> 218	<u>73,8</u> 392	<u>80,3</u> 426
3	450	1500	50	220	143,0	<u>53,9</u> 238	<u>76,3</u> 428	<u>85,0</u> 457
4	475	1500	25	220	135,0	<u>57,3</u> 248	<u>79,5</u> 468	<u>87,0</u> 524

П р и м е ч а н и е. В числителе — предел прочности бетона при изгибе, в знаменателе — при сжатии.

В первой серии опытов расход цемента и воды поддерживался постоянным, при введении золы уменьшался расход песка. Во второй серии опытов уменьшался расход цемента соответственно дозе вводимой золы, соотношение массовых долей воды и вяжущего сохранялось постоянным — 0,44 (табл. 3). В первом случае по мере увеличения дозы золы снижалась жесткость смеси. Известно [1], что при введении с той же целью золошлаковой смеси жесткость бетонной смеси возрастает. Это объясняется тем, что зерна шлака имеют угловатую форму, что обуславливает их механическое зацепление и возрастание внутреннего трения в смеси. Форма зерен электрофильтров близка к сферической, что способствует повышению подвижности бетонных смесей вне зависимости от того, с какой целью зола вводится в бетон. При увеличении содержания золы прочность бетона возрастает, хотя средняя плотность его несколько снижается. Прирост прочности составляет 15...20%.

Введение золы в бетонные смеси при уменьшении расхода цемента также обуславливает снижение ее жесткости. Уменьшение прочности бетона в этом

Табл. 3. Свойства бетонной смеси и бетона при введении в них золы Прибалтийской ГРЭС

Но- мер се- рии	Но- мер сос- тава	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг					Жест- кость смеси, с	Предел прочности при сжатии (МПа) бетона в возрасте	
		Ц	П	Щ	З	В		1 сут	28 сут
		1	1	361	663	1229		—	160
	2	361	628	1229	25	160	18	28	40
	3	361	605	1229	50	160	18	32	41
	4	361	575	1229	75	160	17	34	44
	5	361	545	1229	100	160	17	33	44
2	6	361	663	1229	—	160	19	28	37
	7	336	663	1229	25	160	17	28	36
	8	311	663	1229	50	160	16	27	35
	9	286	663	1229	75	160	14	25	34
	10	261	663	1229	100	160	11	24	33

Табл. 4. Характеристики бетонной смеси и бетона дорожных плит при введении в них золы электрофильтров

Но- мер се- рии	Но- мер сос- тава	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг					Жест- кость смеси, с	Предел прочности при сжатии (МПа) бетона в возрасте	
		Ц	П	Щ	З	В		1 сут	28 сут
		1	1	447	610	1185		—	200
	2	447	560	1185	50	200	15	23	32
	3	447	510	1185	100	200	15	26	34
	4	447	460	1185	150	200	14	28	36
	5	347	610	1185	100	200	13	22,9	31

случае оказалось незначительным (лишь при замене 28 % цемента на золу прочность бетона понизилась более чем на 10 %).

Аналогичные результаты получены при испытании бетонных смесей других составов (табл. 4).

Соотношение призмной и кубиковой прочности для испытанных бетонов находится в пределах 0,76...0,85.

При испытании плит перекрытий на жесткость нагружение их производилось контрольным грузом 220 кг. На первом этапе плиты загружались равными ступенями до нормативной нагрузки и выдерживались на каждой ступени в течение 30 мин. На втором этапе нагружение производилось до разрушения плит. Испытание всех контрольных образцов показало, что плиты пустотного настила из бетона с добавкой сланцевой золы удовлетворяют требованиям ГОСТа по прочности, деформативности и трещиностойкости.

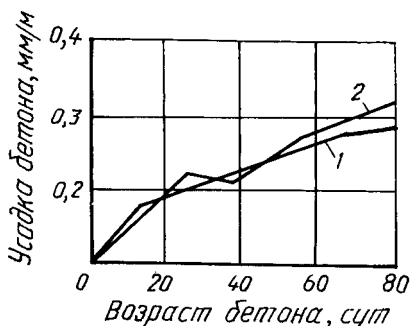


Рис. 1. Усадка бетона:
1 — с золой; 2 — без золы

Определение усадки исследуемого бетона производилось на призмах размером 10×10×40 см при относительной влажности воздуха 60...70 % и температуре 20...25 °С. Как видно из графика на рис. 1, усадка тяжелого бетона, содержащего сланцевую золу, значительно ниже, чем обычного бетона.

На основании результатов исследования можно сделать вывод о целесообразности использования зол ГРЭС при производстве бетонных изделий. Бетонные смеси с золой обладают повышенными реологическими свойствами, снижение воздухоовлечения в них дает возможность получать изделия с качественной поверхностью. Уменьшается жесткость смеси, продолжительность ее укладки и уплотнения, повышается производительность труда при изготовлении изделий.

За счет рационального подбора составов смесей с использованием золы электрофильтров Прибалтийской ГРЭС можно экономить до 30 % цемента практически без снижения прочности получаемого бетона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волженский А.В. и др. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов. — М., 1984. — 256 с.