

УДК 693.54:666.9 (575.2) (04)

## ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОСНОВАНИЙ ИЗ ЗОЛЫ БИШКЕКСКОЙ ТЭЦ ПОД ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*М.Ш. Тулемышев* – докт. техн. наук, проф.

*К.Б. Бактыгулов* – канд. техн. наук, Минавтотранспорт

*Э.М. Тулемышева* – преподаватель

---

The information of ashes used for buildings foundations to ensure strength and long life of constructions is presented. Correct technological methods with chemical additions change chemical and granulometric composition of the Bishkek Heat Power station ashes.

В Кыргызской Республике для производства цемента, растворов и бетонов в большей степени используется зола Бишкекской ТЭЦ [1]. В настоящее время она в основном применяется для изготовления шлакоблоков и золобетона в индивидуальном строительстве. Объекты используемой в строительных целях золы невелики, что приводит к увеличению площадей под золоотвалами и является причиной ухудшения экологического состояния восточной части г. Бишкек. Между тем имеется технология, позволяющая резко увеличить утилизацию золы Бишкекской ТЭЦ за счет устройства оснований из нее под дороги, площадки, здания и сооружения различного назначения. При устройстве таких оснований зола Бишкекской ТЭЦ заменяет пески и гравийно-песчаную смесь, используемых в настоящее время для этих целей.

Одной из причин, по которой зола ТЭЦ не используется для устройства оснований, является мнение, что она не обеспечивает необходимой прочности и долговечности оснований. В частности, Д.П. Минин приводит фотографии, иллюстрирующие результаты расширения зологрунтовых оснований после семисуточного выдерживания (рис. 1) [2].

При этом не учитывается использование для устройства основания взлетно-посадочной

полосы золы Прибалтийской ГРЭС. Между тем сланцевые циклонные золы содержат в своем составе до 14% свободного Са. Основание из золы Прибалтийской ГРЭС имело толщину 25 см и уплотнялось сразу после укладки увлажненного материала. Свободная известь в процессе гашения увеличивала свой объем, что и явилось причиной образования под плитами ПАГ-16 продольных трещин.

Как показали исследования, основными причинами объемных деформаций явилось интенсивное гашение в недельный срок основного количества свободной извести, проходящие синхронно с гидратацией ангидрита и образованием двуводного гипса.

Регулирование процессов гидратации и ангидрита в золе различными количествами воды не дало положительных результатов, не устранило деформаций. Установлено, что наиболее простым технологическим приемом является недельное выдерживание увлажненной золы до ее уплотнения. Сокращение сроков выдерживания золы до уплотнения позволяет осуществлять введение в ее состав химических добавок [3]. Так, добавление кремние-фтористой водородной кислоты  $H_2SiF_6$  дало возможность производить уплотнение в трехсуточном возрасте золы, после ее укладки в основание. В основе этого технологического приема

лежит химическая реакция взаимодействия  $H_2SiF_6$  с  $Ca(OH)_2$ , которая приводит к ускорению гашения и образованию гидросиликатов кальция. Образующийся свободный кремнезем  $SiO_2$  в результате разложения  $H_2SiF_6$  легко взаимодействует с  $CaO$  в условиях значительного насыщения известью. Результаты по исследованию зависимости прочности зологрунтового основания от времени выдерживания до уплотнения даны на рис. 2 [2]. Структурно-текстурные особенности строения основания из золы Прибалтийской ГРЭС, образующиеся в результате описанных технологических и физико-химических приемов управления про-

цессами минералообразования на ранних стадиях твердения, обуславливают его прочность в возрасте семи суток от 3 до 4 МПа. Таким образом, решена проблема трещинообразования в основаниях, возведенных из золы Прибалтийской ГРЭС.

В отличие от золы Прибалтийской ГРЭС зола Бишкекской ТЭЦ в своем составе содержит не более 5%  $CaO$  (табл. 1).

Физико-механические свойства золы Бишкекской ТЭЦ приведены в табл. 2.

Кроме того, при устройстве насыпи важную роль играет гранулометрический состав золы (табл. 3).

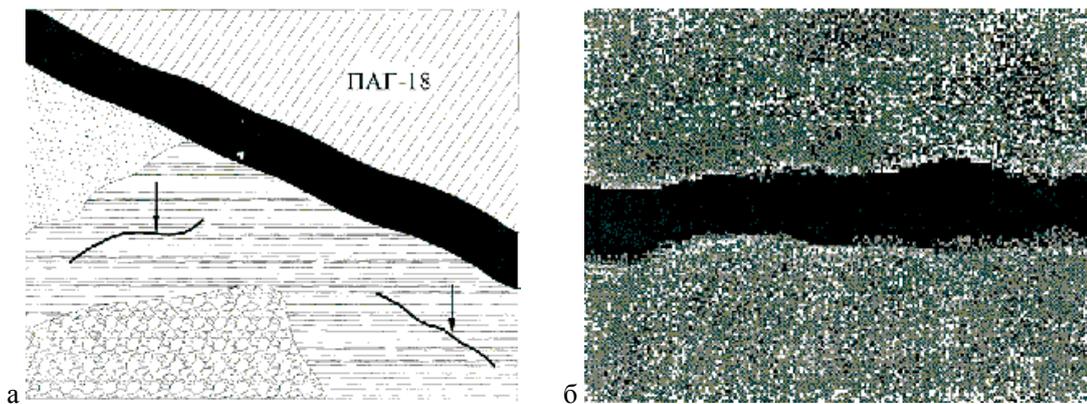


Рис. 1. Образование трещин на 7-е сутки вследствие общего расширения зологрунтового основания под сборным бетоном (ПАГ-16) при уплотнении зологрунтового бетона сразу же после увлажнения смеси:

- а – трещины, образовавшиеся в результате гашения извести;
  - б – трещины под растровым микроскопом.
- стрелки показывают горизонтальные макротрещины оснований;

Таблица 1

Химический состав золы Бишкекской ТЭЦ

№ проб зола	Содержание оксидов, %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Прочие	ППП	Сумма
1	58,16	24,74	4,69	3,02	0,45	0,49	1,53	4,54	98,12
2	58,29	19,39	8,30	5,32	0,60	0,74	0,80	4,32	97,76
3	55,4	23,15	4,30	2,18	1,35	1,08	3,80	4,94	96,20
4	57,35	26,23	6,20	3,32	0,65	0,16	1,01	3,90	98,82
5	51,7	24,85	4,77	4,35	0,63	0,75	4,60	4,72	96,37

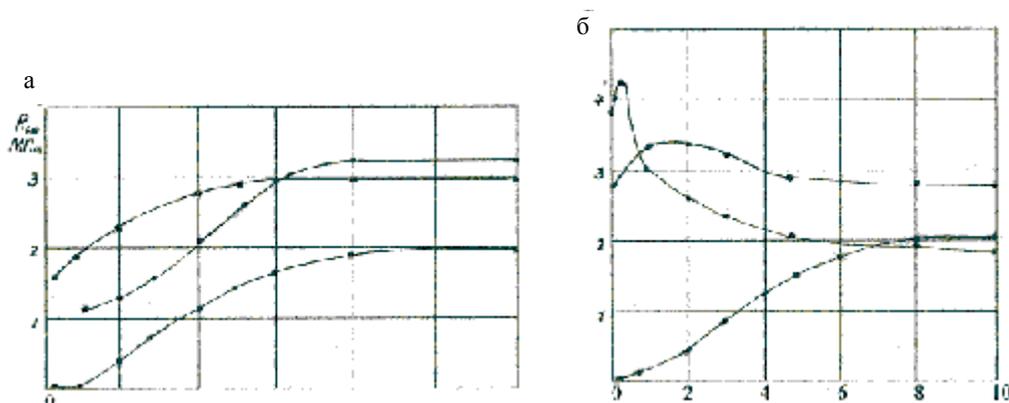


Рис. 2. Зависимость прочности зологрунтового бетона от времени выдерживания смеси грунтов с циклонной золой Прибалтийской ГРЭС:  
 а – при затворении водой: 1 – мелкозернистый карбонатный песок (г. Лида) ±20% золы; 2 – песчано-гравийная смесь (Шауляй) ±20% той же золы; 3 – мягкий суглинок (г. Витебск) ± 20% той же золы;  
 б – при затворении с оптимальными добавками кислот: 1 – золопесчаная смесь 1(А); 2 – та же смесь с добавкой H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>; 3 – та же смесь с добавкой HCl.

Таблица 2

Физико-механические свойства золы Бишкекской ТЭЦ.

№ проб	Карьерная влажность, %	Насыпной вес, кг/м <sup>3</sup>	Толщина помола, %	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Характер плавкости, 0С		
					начало деформ.	температура размягчения	темп. жидко-текучего сост.
1	33,1	850,0	20,5	2800	1220	1230	1290
2	35,8	865,0	21,3	3100	1260	1275	1310
3	30,1	840,0	20,8	3060	1290	1320	1395

Таблица 3

Гранулометрический состав золы Бишкекской ТЭЦ

№ проб	Остаток на ситах, %								
	Номера сит, мм								
	10	5	3	2	1	0,5	0,25	0,14	менее 0,14
1	11,02	4,28	2,94	3,60	3,20	7,03	6,01	14,77	47,92
2	10,80	4,80	2,54	1,70	4,05	3,60	9,60	12,30	50,62
3	10,80	4,30	3,10	3,50	3,90	3,11	12,10	13,58	46,86
4	10,50	5,10	2,50	1,74	4,00	3,65	9,60	12,50	50,42
5	10,70	4,90	2,60	1,76	4,03	3,62	9,50	12,40	50,62

Как видно из табл. 3, золы Бишкекской ТЭЦ обладают довольно устойчивым гранулометрическим составом, что позволяет рекомендовать их использование в насыпях и при устройстве оснований без дополнительного регулирования их грансостава.

В целях отработки технологии устройства насыпей и оснований из золы Бишкекской

ТЭЦ осуществлено исследование зол на уплотняемость и водонепроницаемость. Определена влажность золы, необходимая для достижения максимальной плотности. Уплотнение оснований из зол осуществлялось как трамбовкой, так и укаткой. В качестве контрольной плотности принималась максимально достигаемая в лаборатории, сниженная на 2%. Для

дорожных насыпей снижение максимальной плотности определяется категорией дороги и высотой насыпи. Для дамб обвалования и каналов в насыпях величина контрольной плотности определяется из условия обеспечения устойчивости дамбы и ее частей.

С целью обоснования необходимого уровня уплотнения зольных оснований выполнены исследования, в процессе которых установлена зависимость между физико-механическими характеристиками золы Бишкекской ТЭЦ (удельное сцепление, угол внутреннего трения, удельное сопротивление конструкции, коэффициент фильтрации и др.). Установлено, что зависимость коэффициента уплотнения от высоты насыпи из золы Бишкекской ТЭЦ может изменяться от 0,94 для метрового слоя золы до 0,99 для шестиметрового слоя.

Зола Бишкекской ТЭЦ является полноценным заменителем песка и гравийно-песчаной смеси и рекомендуется для устройства оснований под дороги, площадки, здания и сооружения, а также для устройства насыпей ирригационного назначения.

#### Литература

1. *Караханиди С.Г.* Использование золы как вторичного сырья в строительстве. – Фрунзе: Кыргызстан, 1980.
2. *Гончарова А.В., Баранова В.В., Мельниченко В.П.* Обоснование технологического приема управления свойствами грунтобетона с использованием зол уноса / Бетоны для водопропускных сооружений. – Л.: Энергия, 1980.
3. *Correns C.W.* Die Sedimentgesteine. I Verwitterung. – Berlin, 1939