

Изобретение относится к области химии и химической технологии и может быть использовано в промышленности строительных материалов для получения ячеистобетонных смесей.

Известен способ приготовления сырьевой смеси для пористого строительного материала [1], согласно которому жидкое стекло смешивают с водой, часть полученного раствора с плотностью $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$ смешивают с мылонафтом плотностью $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$ в соотношении 12:1 и взбивают до получения пены в стандартной пенобетономешалке. Шлак смешивают с золой-унос и вводят в смесь оставшееся жидкое стекло, перемешивают в течение 1-2 мин, а затем добавляют ранее полученную пену и снова перемешивают в течение 2-4 мин. Сырьевая смесь включает, мас. %: гранулированный шлак 33,00-35,88, золу-унос 30,80-33,00, жидкое стекло с $M_c = 2$ 26,31-27,38, мылонафт 1,75-3,28, воду - остальное.

Недостатком этого способа является низкое значение предела прочности при изгибе и анизотропии свойств получаемого материала.

Наиболее близким к заявляемому по технической сущности и достигаемому результату является способ приготовления ячеистобетонной смеси [2], включающий приготовление пены из раствора жидкого стекла и мылонафта с одновременным приготовлением вяжущего путем совместного помола шлака и вспученного перлитового песка в соотношении по массе (7,3-13):1 до удельной поверхности 450-500 $\text{м}^2/\text{кг}$, введение продукта помола в пену, перемешивание в течение 3-4 мин, дополнительное введение вспученного перлитового песка фракции $\leq 1,25 \text{ мм}$ в количестве 3-4% от массы продукта помола и окончательное перемешивание в течение 2-3 мин.

Недостатком способа является получение материала с относительно низким значением предела прочности при изгибе и анизотропией свойств, возникающей из-за особенностей образования ячеистой структуры.

Задачей изобретения является усовершенствование способа, позволяющее повысить предел прочности при изгибе и снизить анизотропию свойств.

Поставленная задача решается тем, что в способе приготовления ячеистобетонной смеси, включающем приготовление вяжущего путем совместного помола основного доменного гранулированного шлака и кремнеземистого компонента, получение пены из смеси жидкого стекла и мылонафта, введение наполнителя и перемешивание компонентов, согласно изобретению, совместный помол основного доменного гранулированного шлака и кремнеземистого компонента, в качестве которого используют гранулированный шлак силикомарганца, осуществляют до удельной поверхности 350-400 $\text{м}^2/\text{кг}$, при их соотношении, соответственно, 1:1-3:1, в полученную пену сначала вводят наполнитель

гранулированный шлак силикомарганца с удельной поверхностью 100-200 $\text{м}^2/\text{кг}$, в количестве 10-20% от массы продукта помола и перемешивают в течение 5-6 мин., после чего в смесь вводят вяжущее и осуществляют окончательное перемешивание в течение 1-2 мин.

При совместном помоле основного доменного гранулированного шлака и гранулированного шлака силикомарганца до удельной поверхности 350-400 $\text{м}^2/\text{кг}$ происходит увеличение дисперсности и однородности смеси. Повышение и снижение тонкости помола материала приводит, соответственно, к быстрому схватыванию смеси и получению вяжущего низкой активности.

Присутствие основного доменного гранулированного шлака и гранулированного шлака силикомарганца в соотношении 1:1-3:1 создает в последующем оптимальные условия для образования низкоосновных гидросиликатов кальция CSH (B), цеолитоподобных гидратных новообразований, а наличие в гранулированном шлаке силикомарганца стекла кальций-магний-марганцевосиликатного состава определяет синтез дополнительных структурообразующих элементов, что в совокупности обуславливает рост прочностных характеристик конечного материала.

При введении в пену молотого гранулированного шлака силикомарганца с удельной поверхностью 100-200 $\text{м}^2/\text{кг}$, в количестве 10-20%, частицы определенного размера, размещаясь в пленках жидкости между воздушными пузырьками, образуют дополнительный стабилизирующий каркас и затем, после введения в смесь вяжущего, становятся центрами, вокруг которых начинается синтез новообразований, тем самым достигается увеличение предела прочности на изгиб, снижается анизотропия свойств материала, в частности повышается предел прочности при сжатии параллельно направлению вспенивания. При уменьшении количества молотого шлака силикомарганца ниже 10% не достигается требуемая прочность материала, при увеличении свыше 20% наблюдается оседание пены. Изменение параметров перемешивания наполнителя с пеной (5-6 мин) и вяжущего со смесью (1-2 мин) приводит к расслоению смеси и, следовательно, к снижению прочности.

С целью демонстрации преимуществ излагаемого способа были проведены испытания. В качестве сырьевых материалов использовали Запорожский доменный гранулированный шлак с модулем основности $M_c = 1,19$, гранулированный шлак силикомарганца Никопольского завода ферросплавов (химические составы шлаков приведены в таблице 1), жидкое стекло с силикатным модулем $M_c = 2$ и плотностью $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$, мылонафт плотностью $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$ по ГОСТ 13302-77.

Для получения ячеистобетонной смеси готовят вяжущее путем совместного помола основного доменного гранулированного шлака и гранулированного шлака силикомарганца до удельной поверхности 350-400 $\text{м}^2/\text{кг}$ при их соотношении, соответственно 1:1-3:1. Жидкое стекло плотностью $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$ смешивают с мылонафтом плотностью $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$ в соотношении 12:1 по объему и взбивают до получения устойчивой пены в пенобетономешалке. В пену при перемешивании сначала вводят наполнитель - гранулированный шлак силикомарганца с удельной поверхностью 100-200 $\text{м}^2/\text{кг}$, в количестве 10-20% от массы продукта помола и перемешивают в течение 5-6 мин, затем добавляют вяжущее и перемешивают в течение 1-2 мин, ячеистобетонную смесь разливают в формы 10 x 10 x 10 и 4 x 4 x 16, которые после выдерживания в течение 4 часов подвергаются тепловлажностной обработке по режиму 3 + 6 + 3 ч при температуре изотермического

выдерживания $90 \pm 5^\circ\text{C}$. Характеристики образцов определялись в соответствии с требованиями ГОСТ 12852.0-77-ГОСТ 12852.2-77, ГОСТ 10180-78, ГОСТ 310.4-81.

Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 2.

Анизотропия основных свойств присуща ячеистым бетонам в силу специфики образования пористой структуры. Предел их прочности при сжатии перпендикулярно направлению вспенивания, как правило, выше предела прочности при сжатии параллельно направлению вспенивания, что предопределяет размещение конструкции в определенном положении: а именно так, чтобы нагрузка действовала в направлении, перпендикулярном вспениванию. Предлагаемый способ приготовления ячеистобетонной смеси позволяет снизить анизотропию основных свойств и повысить предел прочности при изгибе и, тем самым, получить материал с повышенными конструктивными характеристиками.

Таблица 1

Вид шлака	Массовая доля, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	FeO	S	SO ₃	R ₂ O ₃
Запорож- ский до- менный гранулиро- ванный шлак	38,37 39,00	5,89 6,60	47,66 47,91	5,40 5,56	0,45 0,50	0,29 0,43	1,48	— —	—
Гранули- рованный шлак си- дикомарга- неца									
Никополь- ского завода	46,50	4,30	14,00	2,60	18,30	0,50	—	1,00	осталь-
феррос- плавов	49,70	8,00	16,40	3,10	20,30	0,81		1,20	ное

Таблица 2

Результаты испытаний

№№ пп	Компоненты ячеисто-бетонной смеси	Содержание, мас. %	Гранулированный шлак силикомарганца		
			кол-во, %	удельн. поверх, м ² /кг	Время перемешива- ния с пеной, мин
1.	Молотый шлак	54,9	10	100	5
	Граншлак силикомарганца	5,5			
	Жидкое стекло	37,1			
2.	Мылонафт	2,5	10	100	5
	Молотый шлак	54,9			
	Граншлак силикомарганца	5,5			
3.	Жидкое стекло	37,1	10	100	5
	Мылонафт	2,5			
	Молотый шлак	54,9			
4.	Граншлак силикомарганца	5,5	10	100	5
	Жидкое стекло	37,1			
	Мылонафт	2,5			
5.	Молотый шлак	54,9	10	100	5
	Граншлак силикомарганца	5,5			
	Жидкое стекло	37,1			
	Мылонафт	2,5	10	100	5
	Молотый шлак	54,9			
	Граншлак силикомарганца	5,5			
	Жидкое стекло	37,1	10	100	5
	Мылонафт	2,5			
	Молотый шлак	54,9			

Продолжение табл. 2

№№ пп	Компоненты ячеисто-бетонной смеси	Содержание, мас. %	Гранулированный шлак силикомарганца		
			кол-во, %	удельн. поверх., м ² /кг	Время перемешива- ния с пеной, мин
6.	Молотый шлак	54,9	10	100	5
7.	Граншлак силикомарганца	5,5			
	Жидкое стекло	37,1			
	Мылонафт	2,5			
	Молотый шлак	54,9	10	100	5
8.	Граншлак силикомарганца	5,5			
	Жидкое стекло	37,1			
	Мылонафт	2,5			
	Молотый шлак	54,9	10	100	5
9.	Граншлак силикомарганца	5,5			
	Жидкое стекло	37,1			
	Мылонафт	2,5			
	Молотый шлак	50,3	20	100	6
10.	Граншлак силикомарганца	10,1			
	Жидкое стекло	37,1			
	Мылонафт	2,5			
	Молотый шлак	57,5	запредельные значения	100	4
	Граншлак силикомарганца	2,9	5		
	Жидкое стекло	37,1			
	Мылонафт	2,5			

Продолжение табл. 2

№ пп	Компоненты ячеисто-бетонной смеси	Содержание, мас. %	Гранулированный шлак силикомарганца		Время перемешивания с пеной, мин
			кол-во, %	удельн. поверх, $\text{м}^2/\text{кг}$	
11.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	48,3 12,1 37,1 2,5	25	100	7
12	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	54,9 5,5 37,1 2,5	10	200	5
13.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	54,9 5,5 37,1	10	Запредельные значения 800	5
14.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	54,9 5,5 37,1	10	220	5
15	Доменный граншлак и вспученный перлитовый песок (совместный помол) в соотношении по массе 9:1 до уд. поверхности $500 \text{ м}^2/\text{кг}$ вспученный перлитовый песок $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$ Жидкое стекло Мылонафт	9,2 30,4 2,0			

Продолжение табл. 2

№ пп	Компоненты ячеисто-бетонной смеси	Продукт совместного помола основного доменного гран. шлака и гран. шлака силикомарганца				Предел прочности		
		соотношение при помоле	удельная поверхность, м ² /кг	время перемешив. со смесью, мин	при изгибе, МПа	при сжатии, МПа	при сжатии параллельно направлению вспенивания, МПа	
1.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	3:1	350	1	1,6	7,9	7,6	
2.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	2:1	350	1	630	1,5	6,5	
3.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	1:1	350	1	560	1,3	4,9	
4.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	Запретительные значения						
5.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	4:1	350	1	740	1,1	6,8	
	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	1:2	350	1	540	0,6	3,8	
							5,5	
							3,0	

Продолжение табл. 2

№ пп	Компоненты ячеисто-бетонной смеси	Продукт совместного помола основного доменного гран. шлака и гран. шлака силикомарганца				Предел прочности		
		соотношение при помоле	удельная поверхность m^2/kg	время перемешив. со смесью, мин	при изгибе, МПа	при сжатии, МПа	при сжатии параллельно направлению вспенивания, МПа	
6.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	2:1	400	1	550	1.1	4.6	4.5
7	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	2:1	запредельные значения	0.5	550	0.7	4.0	3.2
8.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	2:1	320	3	700	0.7	7.1	6.2
9.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	2:1	350	2	750	1.7	9.0	8.8
10	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	2:1	350	1	600	0.8	5.2	4.1

№№ пп	Компоненты ячеисто-бетонной смеси	Продукт совместного помола основ- ного доменного гран. шлака и гран. шлака силикомарганца				Предел прочности			
		соотноше- ние при помоле	удельная поверх., м ² /кг	время перемешив. со смесью, мин	при изгибе, МПа	при сжатии, МПа	при сжатии параллельно направлению вспенива- ния, МПа		
11.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	2:1	350	1	800	1.2	7.9	7.0	
12.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	2:1	350	1	500	1.2	4.6	4.5	
13.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	2:1	350	1	700	1.0	7.3	6.56	
14.	Молотый шлак Граншлак силикомарганца Жидкое стекло Мылонафт	2:1	350	1	490	0.6	3.8	3.0	

№ пп	Компоненты ячеисто-бетонной смеси	Продукт совместного помола основного доменного гран. шлака и гран. шлака силикомарганца			Предел прочности			
		соотношение при помоле	удельная поверхность, $\text{м}^2/\text{кг}$	время перемешив. со смесью, мин	при изгибе, МПа	при сжатии, МПа	при сжатии параллельно направлению вспенивания, МПа	
По прототипу								
15.	Доменный граншлак и вспученный перлитовый песок (совместный помол) в соотношении по массе 9:1 до уд. поверхности $500 \text{ м}^2/\text{кг}$ вспученный перлитовый песок $\rho = 70 \text{ кг}/\text{м}^3$ Жидкое стекло Мылонафт				700	0.9	7.8	6.7