

Изобретение относится к строительным материалам, а частности, к составам для получения легких и тяжелых бетонов и изделий из них.

Известна бетонная смесь по авт. св. №1801958, кл. С 04 В 28/04, содержащая портландцемент в количестве 10,1-10,7 мас.%, золу-унос ТЭЦ в количестве 10,7-14,9 мас.%, заполнитель - ваграночный шлак - в количестве 60,9-66,2 мас.%, известьсодержащий отход - отход производства металлургической извести на основе CaO в количестве 3,2-3,4 мас.%, гипс в количестве 1,2-1,5 мас.%, смесь сульфидно-дрожжевой бражки и подмыленного щелока в соотношении 0,5:1,0 в количестве 0,1-0,15 мас.% и воду - остальное.

Недостатками известного состава являются пониженные эксплуатационные свойства бетона: повышенные водопоглощение, теплопроводность и плотность и пониженная прочность. Кроме того, в смеси в качестве вяжущего используется дефицитный цемент.

Известна бетонная смесь [см. ст. С.Хамзина и К.Смаилова "Основные направления реализации отходов производства Казахстана", ж. "Бетон и железобетон", №9,1991, с.25-27], содержащая известьсодержащий компонент в количестве 2,0-2,5 мас.%, гипссодержащие отходы с содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ от 98 до 99% в количестве 0,8-1,0 мас.%, золошлаковую смесь ТЭЦ в количестве 10,9-13,4 мас.%, мелкий заполнитель в количестве 25,0-25,6 мас.%, воду в количестве 7,3-7,9 мас.% и щебень -остальное.

Недостатками известной композиции являются повышенные водопоглощение и теплопроводность, высокая плотность бетона и низкая его прочность. Повышенное водопоглощение бетона обусловлено высокой капиллярной пористостью известково-гипс-о-шлакового вяжущего и мелкого заполнителя - песка. Низкая прочность бетона, особенно в ранние сроки твердения и после тепловой обработки, объясняется малой скоростью процессов гидратации известково-гипсо-шлакового вяжущего и низкой скоростью взаимодействия гидратированных соединений с мелким и крупным заполнителем. Из-за увеличенного содержания щебня от 50,0 до 54,0 мас.% в составе бетон обладает повышенной плотностью и, как следствие, повышенной теплопроводностью.

В основу изобретения поставлена задача создать такую бетонную смесь, в которой новая совокупность ингредиентов и их новое количественное содержание позволили бы уменьшить водопоглощение и плотность, снизить теплопроводность и увеличить прочность бетона.

Поставленная задача решается тем, что в бетонной смеси, включающей щебень, воду, золошлаковую смесь ТЭЦ, мелкий заполнитель, известьсодержащий компонент и гипссодержащие отходы, согласно изобретению содержится золошлаковая смесь ТЭЦ, модифицированная отработанными растворами щелочной очистки отливок плотностью 1250-1370 кг/м^3 , гипссодержащие отходы с содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ от 55 до 98% в качестве мелкого заполнителя - модифицированная концентрированными отработанными травильными растворами отработанная формовочная земля, в качестве известьсодержащего компонента - известьсодержащие отходы с содержанием Ca(OH)_2 от 45 до 75% и дополнительно сталеплавильные молотые шлаки с основностью 0,9-1,5 и зола-унос ТЭЦ при следующем соотношении компонентов, мас.%:

Известьсодержащие отходы с содержанием Ca(OH)_2 от 45 до 75%	3,0-4,0
Гипссодержащие отходы с содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ от 55 до 98%	2,4-4,0
Зола-унос ТЭЦ	6,5-9,0
Сталеплавильные молотые шлаки с основностью 0,9-1,5	6,2-9,1
Золошлаковая смесь ТЭЦ, модифицированная отработанными растворами щелочной очистки отливок плотностью 1250-1370 кг/м^3	11,8-21,8
Модифицированная концентрированными отработанными травильными растворами отработанная формовочная земля	27,0-32,0
Вода	7,4-8,7
Щебень	Остальное

В качестве известьсодержащих отходов смесь содержит известьсодержащие отходы водоподготовки ТЭЦ и/или отходы производства силикатного кирпича и/или молотые металлургические шлаки с основностью более 2,5 и/или шлам от производства ацетилена для газовой резки и сварки металла.

В качестве гипссодержащих отходов смесь содержит гипссодержащие отходы водоподготовки ТЭЦ и/или шлам нейтрализации отработанных травильных растворов и/или отходы нейтрализации отработанной серной кислоты и/или фосфогипс.

Преимущество заявляемой бетонной смеси заключается в том, что благодаря использованию указанных компонентов в указанных количествах уменьшаются водопоглощение бетона и его теплопроводность, снижается плотность и увеличивается прочность. Это объясняется тем, что входящие в состав известково-гипсо-шлакового вяжущего сталеплавильные молотые шлаки, содержащие гидравлически активные оксид

кремния и оксид кальция, которые в мелкодисперсном состоянии в присутствии известь- и гипсодержащих компонентов способны образовывать структуры, аналогичные цементному камню, и модифицированная золошлаковая смесь ТЭЦ, обработка которой отработанными растворами щелочной очистки отливок приводит к активации стекловидной фазы в составе золошлаковой смеси, способствуют повышению прочности бетона. Кроме того, использование модифицированной золошлаковой смеси позволило значительно снизить содержание щебня в бетонной смеси, в результате чего уменьшилась плотность бетона и улучшились его теплоизоляционные свойства,

Использование модифицированной отработанной формовочной земли позволяет заменить достаточно дефицитный песок отходами. Содержащийся в результате обработки концентрированными отработанными травильными растворами в отработанной формовочной земле сульфат железа способствует ускорению набора прочности бетона в ранние сроки твердения, а также повышению прочности после тепловлажно-стойной обработки и через 28 суток твердения. Взаимодействуя с компонентами смеси сульфат железа ускоряет процессы гидратации и взаимодействия между компонентами.

Модификация отработанной формовочной земли отработанными травильными растворами способствует активации первой за счет разрушения поверхностных нереакционноспособных керамитизированных пленок. Разрушенные планки способствуют закрытию капилляров бетонной смеси, что, в свою очередь, уменьшает водопоглощение.

При этом, поскольку улучшение указанных свойств происходит за счет использования в композиции отходов производства и отработанных продуктов, составляющих 56-80% смеси, существенно снижается стоимость бетонных изделий.

Бетонная смесь представляет собой композицию известково-гипсо-шлакового вяжущего, крупного и мелкого заполнителей и воды.

Известково-гипсо-шлаковое вяжущее состоит из известьсодержащих и гипсодержащих отходов, золы-уноса ТЭЦ, сталеплавильных молотых шлаков с основностью 0,9-1,5 и золошлаковой смеси ТЭЦ, модифицированной отработанными растворами щелочной очистки отливок плотностью 1250-1370 кг/м³.

Известьсодержащие отходы представляют собой порошкообразные продукты с содержанием $\text{Ca}(\text{OH})_2$ от 45 до 70%. В качестве известьсодержащих отходов могут быть использованы известьсодержащие отходы водоподготовки ТЭЦ, представляющие собой отход, образующийся в процессе подготовки воды на ТЭЦ, с содержанием $\text{Ca}(\text{OH})_2$ от 50 до 70%; отходы производства силикатного кирпича, представляющие собой отход производства извести в известково-вообжиговых печах с содержанием $\text{Ca}(\text{OH})_2$ от 50 до 70%; молотые металлургические шлаки с основностью более 2,5, представляющие собой отход производства стали, образующийся на конечных стадиях процесса выплавки или отход производства стали конвертерным способом, с содержанием $\text{Ca}(\text{OH})_2$ от 55 до 70%; шлам от производства ацетилена для газовой резки и сварки металла, представляющий собой отход, образующийся в процессе получения ацетилена из карбида кальция, с содержанием $\text{Ca}(\text{OH})_2$ от 50 до 70%. Указанные отходы можно использовать в любом сочетании или каждый в отдельности.

Гипсодержащие отходы представляют собой мелкодисперсные порошкообразные продукты с содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ от 55 до 98%. В качестве гипсодержащих отходов могут быть использованы гипсодержащий отход водоподготовки ТЭЦ, являющийся отходом регенерации фильтров в процессе подготовки воды с содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ от 60 до 80%; шлам нейтрализации отработанных травильных растворов, представляющий собой продукт нейтрализации концентрированных травильных растворов гидроксидом кальция с содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ от 55 до 70%; отходы нейтрализации отработанной серной кислоты, представляющие собой продукт, получаемый в процессе нейтрализации отработанной серной кислоты гидроксидом кальция или известняком, с содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ от 75 до 90%; фосфогипс, являющийся отходом, образующимся в процессе получения суперфосфата, с содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ от 98 до 99 %. Указанные отходы можно использовать в любом сочетании или каждый в отдельности.

Зола-унос ТЭЦ является отходом от сжигания твердого топлива (угля) и представляет собой мелкодисперсный порошкообразный продукт с содержанием 50-65% SiO_2 , 12-20% Al_2O_3 , 8-14% Fe_2O_3 , 3-5% CaO , 2-7% C.

Сталеплавильные молотые шлаки с основностью 0,9-1,5 представляют собой отходы от выплавки низколегированных сталей в электродуговых печах, фракции не более 0,08мм и с содержанием 25-35% SiO_2 , 23-40% CaO , 4-9% Al_2O_3 , 2-6% MgO , 3-6% Fe_2O_3 .

Модифицированная золошлаковая смесь ТЭЦ является мелкодисперсным отходом от сжигания углей на теплоэлектростанциях, хранящийся в отвалах, обработанным отработанными растворами щелочной очистки отливок плотностью 1250-1370 кг/м³, представляющими собой водный раствор, содержащий едкий натрий NaOH и силикат натрия Na_2SiO_3 в соотношении 1:0,8-1,4.

В качестве крупного заполнителя в составе бетонной смеси используют щебень, представляющий собой фракцию природного гранита размером 10-25 мм.

В качестве мелкого заполнителя в бетонной смеси применяют отработанную формовочную землю, обработанную концентрированными отработанными травильными растворами. Отработанная формовочная земля представляет собой отход литейного производства фракции 0,12-0,2мм с содержанием 92-96% SiO_2 , 2-3% Al_2O_3 , 1-2% C, а концентрированные отработанные травильные растворы - жидкость с содержанием сульфата железа в количестве 120-160 г/л и 20-60 г/л серной кислоты. После модификации отработанная формовочная земля дополнительно содержит 0,5-1,1% сульфата железа.

Приготавливают бетонную смесь следующим образом. В бетоносмесительную установку загружают известьсодержащие отходы в количестве 3,0-4,3 мас.%, гипсодержащие отходы в количестве 2,4-4,0 мас.%, золу-унос ТЭЦ в количестве 6,5-9,0 мас.%, сталеплавильные молотые шлаки в количестве 6,2-9,1 мас.%, золошлаковую смесь ТЭЦ, модифицированную отработанными растворами щелочной очистки отливок плотностью 1250-1370 кг/м³ и перемешивают в течение 1-4 мин. После этого вводят воду в количестве 7,4-8,7 мас.%, модифицированную концентрированными отработанными травильными растворами отработанную

формовочную землю в количестве 27,0-32,0 мас.% и щебень до 100% и перемешивают в течение 2-5 мин.

Примеры образцов заявляемого и известного составов приведены в табл. 1.

Для испытаний на прочность, водопоглощение, теплопроводность и плотность из смесей 1-8 изготавливали образцы размером 15х 15х 15см и выдерживали 3 часа для набора начальной прочности 0,5-1,0 МПа.

Для проверки на водопоглощение готовые образцы выдерживали 28 суток в нормальных условиях (при температуре 18-20°С и относительной влажности 100%), после чего высушивали при температуре 105°С в течение 8 часов. Затем образцы взвешивали и помещали в камеру с водой таким образом, чтобы вода их покрывала полностью. Выдерживали 24 часа и взвешивали. По разности масс определяли количество поглощенной воды в процентах.

Теплопроводность определяли на стандартном оборудовании. Испытуемый образец помещали в специальный прибор и подогревали с одной стороны со скоростью 20°С/мин в течение 5 мин. После этого измеряли температуру на противоположной стороне кубического образца. По известной толщине образца, количеству поступающего тепла, разности температур нагреваемой и противоположной сторон и времени нагрева рассчитывали теплопроводность бетона.

Плотность образцов определяли путем взвешивания испытуемого образца и точного определения его объема. По полученным результатам рассчитывали плотность образца. За результат брали среднюю расчетную плотность 3 образцов одного состава.

Испытания на прочность проводили на образцах, выдержанных при нормальных условиях в течение 7 и 28 суток и после пропаривания по режиму: 3 часа подъем температуры до 90°С, 6 часов выдерживание при этой температуре. 3 часа охлаждение. Испытания проводили на прессе путем фиксации усилия разрушения образца. По известной площади грани образца, соприкасающейся с прессом, и по зафиксированному усилию разрушения определяли прочность образца на сжатие.

Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Испытания показали, что заявляемая бетонная смесь обладает более высокими эксплуатационными свойствами, чем смесь-прототип. Водопоглощение бетона из заявляемой смеси уменьшилось на 10-18%, на 16-26% и 15-25% снизилась плотность и теплопроводность соответственно,

Прочность в ранние сроки твердения увеличилась в 1,4-1,8 раза, после пропаривания - в 1,8-2,1 раза, прочность образцов через 28 суток повысилась в 1,2-1,5 раза.

Таблица 1

№ п/п	Наименование ингредиента	Содержание ингредиента в составе, мас. %							
		Номер состава							
		1	2	3	4	5	6	7	8 (прототип)
1	Известьсодержащие отходы:								
	Известьсодержащие отходы водоподготовки ТЭЦ	3	2,15	–	1,1	3,4	–	–	–
	Отходы производства силикатного кирпича	–	–	3,7	0,5	–	–	1,7	–
	Молотые металлургические шлаки с основностью более 2,5	–	2,15	–	0,5	–	3,5	–	–
	Шлам от производства ацетилена для газовой резки и сварки металла	–	–	–	1,1	–	–	1,7	–
2	Карбидная известь	–	–	–	–	–	–	–	2,2
3	Гипсодержащие отходы:								
	Гипсодержащие отходы водоподготовки ТЭЦ	3,3	–	–	–	1,13	2,4	–	–
	Шлам нейтрализации отработанных травильных растворов	–	2,7	2,1	–	0,6	–	1,45	–
	Отходы нейтрализации отработанной серной кислоты	–	–	1,6	1,1	1,14	–	–	–
	Фосфогипс	–	–	–	2,1	1,13	–	1,45	0,9
4	Зола-унос ТЭЦ	7,4	6,7	9,0	6,5	7,9	7,1	7,4	–
5	Модифицированная концентрированными отработанными травильными растворами отработанная формовочная земля	29,8	27,1	32,0	27,0	27,3	29,4	28,6	–

№ п/п	Наименование ингредиента	Содержание ингредиента в составе, мас. %							
		Номер состава							
		1	2	3	4	5	6	7	8 (прототип)
6	Сталеплавильные молотые шлаки с основностью 0,9–1,5	6,2	9,1	8,0	8,6	6,9	7,1	7,7	–
7	Золошлаковая смесь ТЭЦ, модифицированная отработанными растворами щелочной очистки отливок плотностью 1250–1370 кг/м ³	15,9	20,3	11,8	21,8	18,4	18,8	18,8	–
8	Щебень	25,7	21,3	23,9	22,2	24,7	24,1	22,9	51,3
9	Вода	8,7	8,5	7,9	7,5	7,4	7,6	8,3	7,4
10	Золошлаковая смесь ТЭЦ	–	–	–	–	–	–	–	13,0
11	Песок	–	–	–	–	–	–	–	25,2

Таблица 2

Наименование показателя	Номер образца							
	1	2	3	4	5	6	7	8 (прототип)
Водопоглощение, %	5,6	5,7	5,7	5,9	5,7	6,1	6,1	6,8
Теплопроводность, Вт/(м·К)	1,06	1,01	1,02	0,99	1,03	0,94	0,96	1,26
Плотность, кг/м ³	1880	1805	1810	1780	1840	1660	1700	2250
Прочность на сжатие, МПа								
через 7 суток	2,4	3,0	2,7	2,5	2,6	2,7	2,6	1,7
через 28 суток	11,3	13,4	12,9	11,5	11,7	11,9	11,9	9,0
после пропаривания	7,7	9,2	9,0	7,7	7,9	7,9	8,0	4,3