

Изобретение относится к строительным материалам, в частности, к составам для получения шлакощелочных бетонных смесей и изделий из них.

Известна бетонная смесь (А.с. СССР №1578104, кл. C04B28/02), включающая вяжущее - портландцемент в количестве 17 - 19мас.%, шлаковый песок - песок из доменного шлака в количестве 22 - 26мас.%, заполнитель - щебень из доменного шлака в количестве 32 - 38мас.%, молотый доменный шлак в количестве 6 - 10мас.%, пыль производства кремний в количестве 2 - 6мас.% и воду - остальное.

Недостатком известного состава является то, что изделия, изготовленные из него, обладают повышенным водопоглощением, пониженной морозостойкостью и невысокой прочностью. Кроме того, в бетонной смеси используется дефицитное вяжущее -портландцемент что значительно удорожает изделия.

Известна бетонная смесь (А.с. СССР №1749201, кл. C04B28/08), содержащая вяжущее - портландцемент в количестве 4,7 - 10,2мас.% и тонкомолотый шлак восстановительного периода от выплавки стали электродуговым способом с модулем основности 1,32 - 1,72 в количестве 7,8 - 14,2мас.%, шлаковый песок в количестве 21,4 - 24,9мас.% и заполнитель в количестве 48,9 - 49,9мас.%, в качестве которых состав включает основной шлак окислительного периода от выплавки стали электродуговым способом с модулем основности 2,64 - 5, и воду - остальное.

Недостатками известной смеси являются повышенное водопоглощение и невысокая морозостойкость изделий, полученных из смеси, обусловленные использованием портландцемента в сочетании со шлаком, в результате взаимодействий которых в изделии образуется повышенное число капилляров, способствующих проникновению воды внутрь изделия. Попавшая в капилляры вода з циклах замерзание-оттаивание за счет расширения льда, образующегося из воды, приводит к постепенному ослаблению связей между частицами бетонной смеси и, в конечном итоге, разрушает бетон.

Кроме того, изделия, изготовленные из бетонной смеси, имеют пониженную механическую прочность, особенно после тепловой обработки. А использование в составе дефицитного вяжущего - портландцемента - приводит к удорожанию бетонных изделий.

В основу изобретения поставлена задача создать такую бетонную смесь, в которой новая совокупность ингредиентов и их новое количественное содержание позволили бы понизить водопоглощение, повысить морозостойкость и механическую прочность изделий.

Поставленная задача решается тем, что в бетонной смеси, включающей вяжущее, заполнитель, шлаковый песок и воду, согласно изобретению в качестве вяжущего содержится металлургический шлак с основностью 1,5 - 2,5 фракции не более 0,05мм, модифицированный в процессе выплавки металла отходами алюминиевого производства в соотношении шлак : модификатор 1 : 0,03 - 0,07, и отходы, содержащие соли и/или гидроксиды щелочных металлов в количестве не менее 60%, в качестве заполнителя - гранотсев фракции 0,1 - 5мм, в качестве шлакового песка - металлургический шлак с основностью 0,8 - 1,5 фракции 0,1 - 0,315мм, и дополнительно концентрированный отработанный раствор после обработки поверхностей черных металлов и сплавов минеральной кислотой при следующем соотношении компонентов, мас.%:

Металлургический шлак с основностью 1,5 - 2,5 фракции не более 0,05мм, модифицированный в процессе выплавки металла отходами алюминиевого производства в соотношении шлак : модификатор 1 : 6,03 - 0,07	17,5 - 20,8
Отходы, содержащие соли и/или гидроксиды щелочных металлов в количестве не менее 60%	0,7 - 0,9
Гранотсев фракции 0,1 - 5мм	25,0 - 28,0
Металлургический шлак с основностью 0,8 - 1,5 фракции 0,1 - 0,315мм	40,0 - 45,0
Концентрированный отработанный раствор после обработки поверхностей черных металлов и сплавов минеральной кислотой1,7 - 2,7	
Вода	6,8 - 8,7.

Преимущество заявляемой бетонной смеси заключается, в следующем. Входящие в состав композиции вяжущее, заполнитель и шлаковый песок способны взаимодействовать друг с другом, образуя при этом прочные связи между частицами бетонной смеси. Благодаря этим связям уменьшается количество образующихся капилляров в изделии, число которых значительно сокращается с введением в состав отработанного раствора после обработки поверхностей черных металлов и сплавов минеральной кислотой, который как бы закупоривает часть капилляров, препятствуя проникновению воды внутрь изделия. В результате этого повышаются водостойкость и морозостойкость изделия.

Введение модифицированного металлургического шлака, в результате модификации которого образуется до 70% стеклофазы в тонкоизмельченном состоянии, которая при повышенных температурах (в процессе термообработки изделия) приобретает высокую химическую активность и в присутствии щелочного компонента энергично взаимодействует с заполнителем и шлаковым песком, позволяет получать прочные бетоны.

Кроме того, использование в смеси отходов производств не только снижает стоимость изделий, но и позволяет решать проблему утилизации отходов.

Бетонная смесь представляет собой композицию шлакощелочного вяжущего, заполнителя, шлакового песка, уплотняющей добавки и воды.

Шлакощелочное вяжущее состоит из металлургического шлака с основностью 1,5 - 2,5 фракции не более 0,05мм, модифицированного в процессе выплавки металла отходами алюминиевого производства в соотношении шлак : модификатор 1 : 0,03 - 0,07 и отходов, содержащих не менее 60% солей и/или гидроксидов щелочных металлов.

Указанный металлургический шлак представляет собой тонкомолотый продукт от выплавки черных металлов и сплавов в электродуговых, индукционных и мартеновских (емкостью 30 - 50 тонн) печах на конечной стадии процесса выплавки. После модификации отходами алюминиевого производства он содержит до 70% тонкомолотой стеклофазы, которая является потенциальным вяжущим веществом. Модифицированный шлак имеет следующий химический состав: 15 - 25% SiO_2 , 40 - 55% CaO , 9 - 12% Al_2O_3 , 0,5 - 1,5% Na_2O , 4 - 6% Fe_2O_3 .

В качестве отходов, содержащих соли и/или гидроксиды щелочных металлов используют некондиционные продукты производства соды или глинозема или жидкого стекла или щелочи или щелочной плав производства капролактама или твердый продукт щелочной очистки отливок или смесь указанных продуктов в любом сочетании.

Некондиционный продукт производства соды содержит от 70 до 85% карбоната натрия Na_2CO_3 .

Некондиционный продукт производства глинозема содержит 30 - 40% карбоната калия и 35 - 45% карбоната натрия Na_2CO_3 .

Некондиционный продукт производства жидкого стекла содержит от 60 до 75% силиката натрия Na_2SiO_3 или силиката калия K_2SiO_3 .

Некондиционный продукт производства щелочи содержит от 30 до 50% гидроксида калия KOH или гидроксида натрия NaOH и от 20 до 40% карбоната натрия Na_2CO_3 или карбоната калия K_2CO_3 .

Щелочной плав производства капролактама содержит 80% карбоната натрия Na_2CO_3 и 20% гидроксида натрия NaOH.

Твердый продукт щелочной очистки отливок представляет собой концентрированный отработанный раствор щелочной очистки отливок плотностью 1250 - 1370 кг/м³, выпаренный до твердого состояния, и содержит 30 - 60% гидроксида натрия NaOH или гидроксида калия KOH и 30 - 45% силиката натрия Na_2SiO_3 или силиката калия K_2SiO_3 .

В качестве заполнителя состав включает гранитсев фракции 0,1 - 5мм, представляющий собой отход производства гранитного щебня фракции 10 - 25мм и 25 - 40мм.

В качестве шлакового песка в составе бетонной смеси используется металлургический шлак с основностью 0,8 - 1,5 фракции 0,1 - 0,315мм, представляющий собой продукт от выплавки черных металлов и сплавов в электродуговых, индукционных и мартеновских (емкостью 30 - 50 тонн) печах в начальной стадии процесса выплавки. Указанный шлак содержит 25 - 40% SiO_2 , 20 - 40% CaO , 2 - 11% Al_2O_3 , 3 - 5% MgO , 1 - 3% MnO , 1 - 2,5% Fe_2O_3 , 2 - 6% FeO .

В качестве уплотняющей добавки состав содержит концентрированный отработанный раствор после обработки поверхностей черных металлов и сплавов минеральной кислотой, например, серной, фосфорной, соляной. Раствор содержит водорастворимую соль железа ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$) в количестве 150 - 180 г/л и минеральную кислоту в количестве 20 - 40 г/л.

Приготавливают бетонную смесь следующим образом. В бетоносмесительную установку загружают модифицированный металлургический шлак с основностью 1,5 - 2,5 фракции не более 0,05мм в количестве 17,5 - 20,8 мас.% и отходы, содержащие соли и/или гидроксиды щелочных металлов в количестве 0,7 - 0,9 мас.%, растворенных предварительно в воде, взятой в количестве 2,7 - 5,2 мас.% (40 - 60%) от общего количества воды. Компоненты перемешивают 3 - 5 мин, после чего вводят металлургический шлак с основностью 0,8 - 1,5 фракции 0,1 - 0,315мм в количестве 40,0 - 45,0 мас.%, гранотсев фракции 0,1 - 5мм в количестве 25,0 - 28,0 мас.%, концентрированный отработанный раствор после обработки поверхностей черных металлов и сплавов минеральной кислотой в количестве 1,7 - 2,7 мас.%, остальную воду и перемешивают в течение 3 - 5 мин.

Примеры образцов составов заявляемой и известной бетонной смеси приведены в табл.1.

Из полученных составов изготавливали образцы размером 7 × 7 × 7 см и выдерживали 3 часа для набора начальной прочности. Готовые образцы подвергали испытаниям на водопоглощение, морозостойкость и механическую прочность.

Для проверки на водопоглощение образцы выдерживали 28 суток при 20°C, относительной влажности 100%, после чего высушивали при температуре 105°C в течение 8 часов. 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.

Для определения морозостойкости образцы помещали в воду и выдерживали 24 часа при 20°C, после чего помещали в холодильную камеру и выдерживали 10 часов при температуре - 15°C. После этого образцы оттаивали в течение 10 часов при 20°C и снова помещали в холодильную камеру, где выдерживали 10 часов при -15°C. Цикл повторяли до появления трещин и начала разрушения образцов.

Испытания на прочность проводили на образцах, выдержанных при 20°C и относительной влажности 100% в течение 7 и 28 суток и после пропаривания по режиму: 3 часа подъем температуры до 90°C, 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 у образцов, полученных из заявляемой бетонной смеси по сравнению с образцами из известной смеси водопоглощение уменьшилось в 1,2 - 1,7 раза, морозостойкость увеличилась в 1,3 - 1,8 раза, прочность через 7 суток увеличилась в 1,1 - 1,2 раза, через 28 суток - в 1,04 - 1,07 раза, и после термообработки - в 1,4 - 1,5 раза.

Таблица 1

Наименование ингредиента	Содержание ингредиентов в составе, мас. %								
	Номер состава								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9- про- тотип
Металлургический шлак, модифицированный в процессе выплавки металла отходами алюминиевого производства:									
– с основностью 1,5 фракции 0,01–0,05 мм, соотношение шлак:модификатор 1:0,03	17,5	–	–	9,8	20,1	–	5,0	–	–
– с основностью 1,5 фракции 0,01–0,05 мм, соотношение шлак:модификатор 1:0,05	–	–	7,7	–	–	9,1	5,0	–	–
– с основностью 2,5 фракции 0,01–0,05 мм, соотношение шлак:модификатор 1:0,07	–	18,8	–	9,8	–	–	5,0	20,8	–
– с основностью 2,5 фракции 0,01–0,05 мм, соотношение шлак:модификатор 1:0,05	–	–	10,0	–	–	9,1	5,5	–	–
Некондиционный продукт производства:									
сода	–	0,8	–	0,2	–	–	–	–	–
глинозема	–	–	0,25	–	–	–	0,6	–	–
жидкого стекла	0,7	–	–	–	–	0,45	–	–	–
щелочи	–	–	–	0,2	–	0,4	–	–	–

Щелочной плав производства кап-ролактама	-	-	0,5	0,2	0,5	-	-	0,9	-
Твердый продукт щелочной очистки отливок	-	-	-	0,2	0,4	-	0,3	-	-
Гранотсев:									
фракции 0,1-0,315 мм	13,0	26,0	20,0	18	10,0	28,0	-	13,0	-
фракции 0,5-5 мм	15,0	-	7,5	8,5	17,5	-	25,0	13,9	-
Металлургический шлак:									
с основностью 0,8 фракции 0,1-0,315 мм	45,0	22,0	20,0	22,5	41,6	15	20,0	-	-
с основностью 1,5 фракции 0,1-0,315 мм	-	22,9	24,45	20	-	28,65	22,7	40,0	-
Концентрированный отработанный раствор после обработки поверхностей черных металлов и сплавов									
серной кислотой	1,7	1,7	1,5	-	1,5	-	1,0	2,7	-
фосфорной кислотой	-	-	0,5	-	0,4	0,5	0,4	-	-
соляной кислотой	-	0,6	-	2,1	-	2,0	1,0	-	-
Вода	1,7	7,2	7,6	8,5	8,0	6,8	8,5	8,7	8,0
Портландцемент	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0
Основной шлак окислительного периода от выплавки стали электродуговым способом с модулем основности 2,64-5	-	-	-	-	-	-	-	-	72,0
Тонкомолотый основной шлак восстановительного периода от выплавки стали электродуговым способом с модулем основности 1,32-1,72	-	-	-	-	-	-	-	-	12,0

Таблица 2

Наименование показателя	Значение показателя								
	Номер образца								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Водопоглощение, %	5,2	4,8	4,4	4,1	4,3	4,0	3,9	3,8	6,4
Морозостойкость, число циклов замораживание-оттаивание	32	36	44	39	43	40	39	43	25
Прочность на сжатие, МПа									
через 7 суток	9,1	9,4	9,5	9,5	9,8	9,8	10,2	10,2	8,6
через 28 суток	27,4	28	28,1	28	27,9	27,8	28,2	28,2	26,3
после пропаривания	20,6	21,3	20,9	20,5	21	21,4	21,4	22	14,4