

ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕСЧАНЫХ БЕТОНОВ

Б.А.Балакирев, Б.С.Шакиров
ЮКГУ им. М.Ауезова, г.Шымкент

Перед наукой стоит актуальная задача – создание производств на основе новейших технологий, причем они должны быть не только перспективными, но и малозатратными.

В последние годы исследователями изучается возможность изготовления песчаных бетонов при расходах цемента, близких или равных расходам его в равнопрочных бетонах с крупным заполнителем. Одним из путей, ведущих к снижению расхода цемента в песчаных бетонах, является введение в состав бетонной смеси микронаполняющих добавок. Особое внимание уделяется определению возможности использования в качестве микронаполнителя песчаного бетона зол ТЭС. Однако при выборе микронаполнителя следует руководствоваться его доступностью в разных районах, экономичностью и эффективностью.

Казахстан и среднеазиатские государства имеют достаточно развитую кирпичную промышленность, основанную на местном лёссовом сырье. Вместе с тем, даже при тщательно изученном сырье и правильно организованном технологическом процессе количество отходов на кирпичных заводах определяется в 5-6%. Часто в силу разнообразных причин их количество повышается. Эти отходы могут явиться базой для изготовления гидравлически активных добавок для песчаных бетонов.

Наряду с этим Казахстан и среднеазиатские государства обладают практически неограниченными запасами мелких барханных песков. Эти факторы – наличие сырья для гидравлически активной добавки и большие запасы песков - предопределяют интерес к изучению возможности изготовления на их основе песчаных бетонов с пониженным расходом цемента, что и выполнено нами в данной работе.

При проведении исследований была использована следующая рабочая гипотеза - низкотемпературный обжиг лёссового сырья приводит к появлению в его составе гидравлически активных новообразований. Последующее тонкое измельчение обожженного продукта и введение его в состав мелкодисперсных цементнопесчаных смесей снизит их пустотность и повысит плотность бетона, а процессы взаимодействия новообразований микронаполнителя с водой будут способствовать упрочнению строительного конгломерата.

При изучении структурообразующей роли микронаполнителя на кинетику роста прочности твердеющей пластично-вязкой системы, состоящей из портландцемента и тонкоизмельченного лёссового микронаполнителя, в качестве вяжущего использовали портландцемент М400. Микронаполнитель готовили путем измельчения кирпичного боя Шымкентского КСМ до удельной поверхности $4000 \text{ см}^2/\text{г}$. Составы лёссовоцементного вяжущего приготавливались с В/Ц = 0,43. Результаты экспериментов показали, что микронаполнитель оказывает существенное влияние на кинетику роста пластической прочности системы.

По нашему мнению, связано это с тем, что микронаполнитель активно участвует в создании упорядоченной мелкокристаллической микрокапиллярной структуры цементного камня. Микронаполнитель играет роль "готовых подложек", на поверхности которых преимущест-

венно образуются зародыши гидратных новообразований. Эти двухмерные зародыши прочно фиксируются на поверхности микронаполнителя и в дальнейшем, жестко закрепляясь на ней, интенсифицируют организационный рост структуры цементного камня в направлении, перпендикулярном поверхности частиц микронаполнителя.

Такой процесс структурообразования существенно отличается от структурообразования цементного камня без включения в состав вяжущего микронаполнителя. В отсутствие микронаполнителя зародыши кристаллов новообразований образуются преимущественно на частицах исходного цемента, так как их физико-химические свойства наиболее близки к возникающим новообразованиям. Однако в дальнейшем происходит растворение в воде с поверхности частиц исходного цемента его составляющих, и поверхность, на которой закреплен зародыш, при этом становится нестабильной. Подобной точки зрения придерживаются и авторы, изучающие влияние некоторых других видов микронаполнителей на создание структуры цементного камня [1,2].

Водопотребность микронаполнителя - это один из ключевых параметров применительно к производству песчаных бетонов. Поэтому нами были поставлены эксперименты по определению влияния режима обжига лёссовидных пород на реологические характеристики бетонных смесей и прочность песчаного бетона. В качестве заполнителя при изготовлении бетона применяли барханный песок со следующими характеристиками: $M_{кр}$ - 1,9; насыпная плотность - 1510 кг/м³; пустотность - 43%; водопотребность - 9 %.

Для изготовления микронаполнителя использовали кирпичный бой Шымкентского КСМ или лёссовидную породу Шымкентского месторождения, которую обжигали при температурах 750, 800, 850, 900 и 950⁰С со скоростью нагрева 20 град/мин для каждой из указанных температур. Время выдержки при конечной температуре обжига составляло 5 минут. Охлаждение производилось со средней скоростью 50 град/мин. После обжига материал измельчали до удельной поверхности 4000 см²/г.

При выборе бетонных смесей исходили из возможности получения достаточно подвижных составов, содержащих значительное количество микронаполнителя. В результате для экспериментов был принят состав 1:0,43:4,08:0,78 (цемент: микронаполнитель: песок: вода). Использование подвижных составов упрощало возможность получения сравнимых между собой результатов. В этом и последующих экспериментах использовали образцы - кубы с ребром 50мм.

Проведенные опыты показали (таблица 1), что максимальная прочность пропаренного бетона достигается при введении в его состав микронаполнителя из лёссовидных пород, обожженных в интервале (850-950)⁰С. Этот температурный диапазон способствует образованию в материале наибольшего количества гидравлически активных соединений. При этом температура обжига отражается не только на активности, но и на водопотребности получаемого микронаполнителя, что сказывается на подвижности бетонных смесей. Наиболее высокой водопотребностью отличается микронаполнитель, изготовленный из лёссовидной породы, обожженной при температуре 750⁰С, что свидетельствует о рыхлой, высокопористой структуре материала. Наиболее низкой водопотребностью отличается микронаполнитель, изготовленный из кирпичного боя.

Таблица 1 - Влияние режима обжига и вида микронаполнителя на подвижность смеси и прочность песчаного бетона

№ п/п	Температура обжига, ⁰ С	Подвижность смеси, мм	Прочность при сжатии после пропаривания, МПа, через	
			12 ч	28 суток
1	750	120	9,7	14,2
2	800	123	14,5	21,9
3	850	129	14,9	23,8
4	900	140	15,1	23,6
5	950	164	14,9	21,5
6	Кирпичный бой	195	12,1	18,4

Существенное различие в подвижности бетонных смесей потребовало постановки опытов по определению влияния температуры обжига микронаполнителя на прочность бетона при постоянной подвижности смесей. Исследования проводили при постоянном соотношении цемента, микронаполнителей и песка (1:0,43:4,08). Количество воды в составах подбиралось опытным путем и принималось обеспечивающим расплыв конуса в 120 мм при встряхивании на столике. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Полученные результаты показали (таблица 2), что при равной подвижности смесей (120 мм) оптимальная температура обжига лёссовидной породы находится в интервале (800-850)⁰С.

Прочность бетона с микронаполнителем из кирпичного боя при равной подвижности составов приближается к прочности бетона с микронаполнителем из лёссовидных пород, обожженных в оптимальном температурном интервале. Следовательно, в качестве микронаполнителя могут применяться как специально обжигаемые при температурах (800-850)⁰С лёссовидные породы, так и отходы кирпичной промышленности. В последующих экспериментах для изготовления микронаполнителя в основном использовали кирпичный бой.

Для выявления влияния дисперсности микронаполнителя на подвижность смеси и прочность бетона кирпичный бой измельчали до различных удельных поверхностей и вводили в состав цементно-песчаной смеси.

Таблица 2 - Влияние режима обжига и вида лёссового микронаполнителя на прочность песчаного бетона при одинаковой подвижности смесей

№ п/п	Температура обжига, ⁰ С	В/Ц бетонной смеси	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Прочность при сжатии после пропаривания, МПа, через	
				12 ч	28 суток
1	750	0,78	2270	9,7	14,2
2	800	0,77	2290	15,1	22,4
3	850	0,76	2290	16,9	36,3
4	900	0,75	2300	17,6	36,1
5	950	0,7	2290	18,6	26,9
6	Кирпичный бой	0,66	2300	17	25,8

Бетонные смеси готовили следующего состава 1:0,43:4,08:0,66 (Ц:М:П:В), цемент и песок использовали те же, что и в предыдущих опытах. Результаты испытаний образцов после пропаривания представлены в таблице 3.

Как видно из полученных результатов, с увеличением дисперсности микронаполнителя от 2100 см²/г до 6000 см²/г прочность бетона возросла на 100% через 12 часов после пропаривания. При этом у бетона с микронаполнителем, характеризующимся дисперсностью 2100 см²/г, прирост прочности к 28-суточному возрасту составляет 26%, а при удельной поверхности 6000 см²/г – 45 %.

Таблица 3 - Зависимость подвижности смеси и прочности бетона от вида и дисперсности микронаполнителя

№ п/п	Вид микронаполнителя	Удельная поверхность, см ² /г	Подвижность смеси, мм	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Прочность при сжатии после пропаривания, МПа, через		Количество химически связанной воды от массы цемента через 28 сут. после пропаривания, %
					12 ч	28 сут	
1	Обожженный при 950 ⁰ С	2200	114	2290	13,1	17,5/33	13,7
2	то же	3000	112	2300	15,9	22,6/42	14,0
3	Кирпичный бой	2100	125	2280	10,3	13/26	13,1
4	то же	4200	122	2300	16,5	24,6/49	14,2
5	то же	6000	114	2290	20,4	29,5/45	14,9

Примечание – числитель - прочность бетона, знаменатель - прирост прочности в % к 28 сут.

Следовательно, увеличение дисперсности микронаполнителя способствует росту прочности бетона сразу после пропаривания и благоприятно отражается на прочности при последующем твердении. Это свойство лёссового микронаполнителя не совпадает со свойствами зольных микронаполнителей. Показано [3], что с ростом дисперсности частиц золы водоцементное отношение несколько снижалось при условии постоянства подвижности смеси. По этим данным крупные зольные зерна представляют собой сложные агрегаты, состоящие из мелких частиц, удерживающих значительное количество влаги. При измельчении происходит разрушение агрегированных частиц и превращение их в отдельные мелкие зерна с пониженной способностью к адсорбции воды. Противоположные результаты, наблюдаемые при использовании лёссового микронаполнителя, объясняются тем, что он отличается пористой неагрегированной структурой материала, при этом повышение дисперсности приводит к значительному увеличению его смачиваемой поверхности и водопотребности.

Проведенные эксперименты показали, что максимальная прочность пропаренного бетона достигается при введении в его состав микронаполнителя из лёссовидных пород, обожженных в интервале $(800-850)^{\circ}\text{C}$. Увеличение дисперсности микронаполнителя способствует росту прочности бетона сразу после пропаривания и благоприятно отражается на прочности при последующем твердении.

Прочность бетона с микронаполнителем из кирпичного боя при равной подвижности составов приближается к прочности бетона с микронаполнителем из лёссовидных пород, обожженных в оптимальном температурном интервале. Следовательно, для изготовления микронаполнителя могут применяться как специально обжигаемые при температурах $(800-850)^{\circ}\text{C}$ лёссовидные породы, так и отходы кирпичной промышленности.

Литература

- 1 Ребиндер П.А. Избранные труды. Физико-химическая механика.- М.:Наука, 1980.-С.321-326.
- 2 Ефремов И.Ф. Закономерности взаимодействия коллоидных частиц //Успехи коллоидной химии.- М.:Наука, 1973.-С.86-94.
- 3 Стольников В.В., Кинд В.В. Опыт исследования и применения золы уноса в гидротехническом бетоне и для сборных конструкций // Тр. Координационного совещания по гидротехнике. -Л.,1971.-В.67.-С.89-95.

Қорытынды

Жұмыста барханды құмдарды құрылыс материалдар өндірісінде, комплексті қолданудың бағыты анықталған. Жұмыста Қазақстан мен Орта Азияда көп тараған, қазіргі бар құжаттардың талап – тілектерін қанағаттандырмайтын барханды құмдар мен сары топырақты таужартастарының құрылыс материалдарды өндіруге жарайтындығы анықталған.

Summary

This scientific research work has dealing with the solution or answer to the problem of the complex – usage (utilization) of the sand – dune and loess layers in production of construction materials. It is shown also the possibility of manufacture of high – quality and high – efficient construction materials in Kazakhstan and in the Republics of Central Asia on the basis of unstandard materials which are widespread on the territory of these republics.