

ЖАРОСТОЙКИЙ БЕТОН НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Рахимова Галия Мухамедиевна

Зав.кафедрой кафедры Строительные материалы и технологии
Карагандинский Государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда

Садирбаева Акмарал Махмутовна

Старший преподаватель кафедры Строительные материалы и технологии
Карагандинский Государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда

Сыздықова Салтанат Қуатқызы

Ассистент кафедры Строительные материалы и технологии
Карагандинский Государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда

Аннотация: Эффективной разновидностью материалов, предназначенных для эксплуатации в области высоких температур, являются жаростойкие бетоны. Применение их вместо штучных огнеупоров снижает трудозатраты, уменьшает сроки строительства, позволяет быстро изготавливать изделия любой формы, зачастую повышает долговечность футеровки. В статье представлены исследования влияния заполнителя из доменного шлака, а также добавок суперпластификатора на прочность жаростойкого бетона и удобоукладываемость бетонной смеси. Разработаны составы жаростойкого бетона на основе шлакопортландцемента с заполнителем из доменного шлака, а также проведены комплексные исследования физико-механических свойств жаростойкого бетона.

Ключевые слова: жаростойкий бетон, суперпластификатор, шлаковый заполнитель, портландцемент.

HEAT-RESISTANT CONCRETE BASED ON INDUSTRIAL WASTE

Rakhimova Galiya Muhamedievna

Head of the Department of Building Materials and Technologies
Karaganda State Technical University
Kazakhstan, the city of Karaganda

Sadirbaeva Akmaral Makhmutovna

Senior Lecturer of the Department of Building Materials and Technologies
Karaganda State Technical University
Kazakhstan, the city of Karaganda

Syzdyqova Saltanat Quatqyzy

Assistant of the Department Building materials and technologies
Karaganda State Technical University
Kazakhstan, the city of Karaganda

Abstract: An effective variety of materials intended for use in the high-temperature region are heat-resistant concrete. Their use instead of piece refractories reduces labor costs, reduces construction time, allows you to quickly produce products of any shape, often increases the lining durability. The article presents studies of the effect of aggregate from blast furnace slag, as well as superplasticizer additives on the strength of heat-resistant concrete and workability of the

concrete mixture. Compositions of heat-resistant concrete based on slag Portland cement with aggregate from blast furnace slag were developed, and comprehensive studies of the physicommechanical properties of heat-resistant concrete were carried out.

Keywords: heat-resistant concrete, superplasticizer, slag aggregate, portland cement

Одной из основных задач индустрии является общая сбережение энергии и экономические затраты энергоемких продуктов, в том числе огнеупорных элементов. Экономия может быть достигнута за счет улучшения технического уровня производства и использования более дешевых и жаропрочных материалов - жаростойкого бетона, где это возможно благодаря температурным условиям. В то же время до настоящего времени огнеупоры в основном изготавливаются в виде небольших кусков (огнеупорных кирпичей, формованных изделий, плиток и блоков шамотной и т. д.), что в дополнение к сокращению срока службы из-за наличия множества швов затрудняет применение механизации и индустриализации работ по их применению [1].

Жаростойкие бетоны предназначены для конструкций испытывающих в процессе эксплуатации влияние высоких температур во время работы. Исходя из критерий эксплуатации бетонных конструкций, прочность бетона на конкретный материал характеризуется высокой прочностью на сжатие, низким водопоглощением, низкой пористостью и высокой плотностью, высокой термостойкостью бетона.

Важнейшим резервом ресурсосбережения в строительстве является обширное использование вторичных материалов и ресурсов. Объем промышленных отходов растет быстрее, чем общественное производство, и имеет тенденцию опережать рост [2].

Утилизация отходов промышленности обеспечивает производство богатыми источниками дешевого и часто уже подготовленного сырья; приводит к экономии капитальных вложений предназначенных для строительства предприятий, добывающих сырье, и повышению уровня их рентабельности; высвобождению значительных площадей земельных угодий и снижению степени загрязнения окружающей среды. Важнейшей задачей государственного значения является повышения уровня утилизации отходов промышленности. Одним из наиболее перспективных направлений утилизация промышленных отходов является их использование в производстве строительных материалов, которые могут удовлетворить до 40% спроса на сырьевые материалы, что является очень важной отраслью промышленности. Выбросы предприятий энергетической, химической и металлургической промышленности наиболее значительны. В результате разнообразных технологических процессов в атмосферу поступают газообразные и твердые отходы при сгорании топлива. Не только на атмосферу, но и на гидросферу (водную среду) промышленные отходы воздействуют отрицательно. Например, в сутки один целлюлозно-бумажный комбинат сбрасывает около 150 тыс. м³ сточных вод, т. е. столь же, что и крупный промышленный город. Внедрение безотходной технологии является эффективным решением проблемы промышленных отходов [2].

Интегрированное использование сырья для черной металлургии, где большое количество технологических отходов неизбежно возникает при выплавке чугуна, стали и ферросплавов, является особенно важно, так как количество отходов велика. Из них 80% составляют шлаки, которые образуются из пустой железной руды, флюса, золы топлива, а также продуктов окисления металлов и примесей [19]. Использование этих материалов в строительстве позволяет сохранить первичные минеральные ресурсы (песок, известь, глина, щебень), клинкерный цемент и топливо. Например, использование гранулированных шлаков в качестве бетонных заполнителей обеспечивает значительную экономию. Использование щебня и песка для строительных целей не только экономит деньги, также исключает использование при производстве естественных заполнителей [4].

Жаростойкий бетон на шлаковом заполнителе имеет более низкую термостойкость по сравнению с жаростойким бетоном на шамотном заполнителе. Жаростойкий бетон на шлаковом заполнителе при водном охлаждении при 800°С выдерживает в среднем только 7 теплосмен, причем трещины появляются уже после 1-2 теплосмен. При воздушном охлаждении такой бетон выдерживает всего 20 теплосмен. Низкая термическая стойкость жаростойкого бетона на шлаковом заполнителе обуславливается, по-видимому, сравнительно высоким коэффициентом термического расширения шлака, вследствие чего возникают большие внутренние напряжения и повреждения структуры бетона при первом нагревании, а также нарушается сцепление между цементным камнем и заполнителем. Кроме того, бетон с шлаком отличается сравнительно большим коэффициентом термического расширения, а при прочих равных условиях это приводит к снижению термической стойкости [3].

Разумеется, главной задачей современного рынка строительных материалов можно назвать снижение себестоимости продукции при сохранении необходимых показателей качества.

В производстве жаростойкого бетона в качестве заполнителей предлагается использование доменного шлака. Доменный шлак отличается очень малой термической стойкостью. Однако, в бетоне шлак значительно лучше выдерживает резкие колебания температуры.

Жаростойкие бетоны на заполнителях из доменного шлака и вяжущем из шлакопортландцемента имеют следующие показатели:

Плотность	2400 кг/м ³
Максимальная прочность на сжатие	35 МПа
Остаточная прочность после нагревания до 700 °С,	43%
Максимальная температура применения	700°С

Как известно, самый дорогой компонент композиции бетона и раствора, основанный на портландцементном клинкере, является вяжущее. Для решения проблемы конкурентоспособности сборных и монолитных железобетонных конструкций, которые непосредственно связаны с этим, в первую очередь необходимо обеспечить существенную экономию «драгоценного» портландцемента.

В этом случае непревзойденными помощниками являются пластификаторные добавки и суперпластификаторы, которые могут значительно снизить потребление цемента от 1 м³ бетона или раствора, т. е. до 17-20% от первоначального значения. При этом происходит не только сохранение всех указанных характеристик - удобоукладываемости, плотности, прочности и долговечности бетона, но и их оптимизации в пределах требуемых пределов и соотношений [5].

В настоящее время существует множество производителей модификаторов. Эти модификаторы при одинаковых условиях по-разному влияют на качество бетона [7].

Несмотря на некоторое удорожание стоимости бетона, применение добавок экономически оправдано из-за улучшения ряда технологических параметров и повышения эксплуатационных свойств. За последние годы за рубежом интенсивно развиваются исследования и расширяется практическое использование новых, весьма эффективных синтетических химических добавок в бетон, получивших название "суперпластификаторы". Применение этих добавок в бетонах создает целый ряд преимуществ технического, экономического и социального характера по сравнению с традиционной технологией. Для более глубокой оценки эффективности суперпластификаторов в технологии бетона имеет большое значение изучение их влияния на деформативные свойства, удобоукладываемость бетонной смеси [10].

Применение химических добавок, точнее суперпластификаторов, позволяющих регулировать свойства бетона в достаточно широких пределах без существенного

усложнения технологии производства, может решить многие проблемы, стоящие в настоящее время перед строительной технологией [9].

Для получения жаростойкого бетона с заданными физико - техническими и эксплуатационными свойствами применяется суперпластификатор MTGS 25. MTGS 25 – порошковая добавка с пуццолановым и суперпластифицирующим действием для получения высококачественного специального бетона. MTGS 25 – порошок темного цвета, представляет собой 40% - ный раствор активных полимеров на меламиновой основе, диспергирующих цементные гранулы. Он может быть использован тремя способами:

а) с целью увеличения прочности, снижения водопоглощаемости и увеличения долговечности - путем сокращения количества воды по сравнению с рецептурой для обычного бетона с той же перерабатываемостью;

б) с целью улучшения перерабатываемости (пластичности) по сравнению с обычным качественным бетоном (хорошая прочность, непроницаемость, долговечность), который без добавки MTGS 25 был бы трудноукладываемым - при сохранении рецептуры для остальных компонентов;

в) путем сокращения в равных пропорциях количеств как воды, так и цемента сохраняются характеристики бетона и достигаются как экономические преимущества (стоимость добавки ниже стоимости сэкономленного цемента), так и технические - благодаря снижению усадки, ползучести и термического напряжения, обусловленного тепловой гидратации цемента Прочность определяет способность материала (бетона) сопротивляться разрушению под действием внешних нагрузок. Мерой прочности является предел прочности - максимальное напряжение, возникновение которого являются внутреннее напряжение разрыва, в результате действия внешних сжимающих сил, следствием которых имеет место разрушение образцов бетона или элементов конструкций, зданий и сооружений [8].

Для оценки влияния химических добавок на свойства бетона были изготовлены опытные образцы - бетонные кубики размером 100x100x100 мм с добавкой вышеназванных модификаторов и без добавок как контрольные образцы. Учитывая производственные условия подачи бетонной смеси бетононасосом, осадка конуса для всех бетонных смесей назначена 15 см [10].

Результаты проведенного испытания показывают, добавка значительно снижает водопотребность при одинаковой подвижности бетона. Воздействие MTGS 25 может быть варьировано в соответствии с желаемым результатами (улучшение прочности, сокращение расхода цемента) за счет изменения дозировки от 0,5 до 1,5% .

Таблица 1- Характеристики жаростойкого бетона с добавкой MTGS 25 и без добавок [10].

Бетон	Расходцемента, кг/м ³	Дозировка добавки, %	В/Ц	ОК,см	Водопотребность,%	Плотность, кг/м ³	Прочность в возрасте, кгс/см ²		Набор прочности за 7 сут., % от проектной
							7 сут	28 сут	
Без добавок	350	-	0,588	5	120	2475	218	280,2	75,8
С добавкой MTGS 25	350	0,8	0,520	5	94,5	2380	282	354,1	83,4

Применение суперпластификатора MTGS 25 в жаростойкий бетон позволит:

- увеличить подвижность бетонной смеси с П1 до П5 (таблица 1, рисунок 1);
- повысить время сохраняемости подвижности бетонной смеси до 4 часов;
- снизить водопотребность бетонной смеси до 25 %;
- увеличить конечные прочностные характеристики бетона – до 10%;

- улучшить сцепление бетона с закладной арматурой и металлоизделиями с одновременным обеспечением пассивного состояния металла;
- снизить расход цемента до 20% [6].

В результате проведенных исследований, а также на основании практики можно сказать, что при добавке использование MTGS 25 происходит следующее (рисунок 1):

- увеличивается скорость твердения бетона при низких температурах;
- при температурах выше точки замерзания добавка значительно ускоряет степень твердения и поэтому очень полезна для конструкций, находящихся в холодной воде, так как уменьшается время, необходимое для выдержки бетона;
- скорость схватывания цементного теста увеличивается для всех сортов цемента;
- значительно увеличивается прочность растворов и бетонов.



1 – бетон без добавок; 2 – бетон с добавкой MTGS 25.

Рисунок 1 – Влияние модификатора на прочность бетона

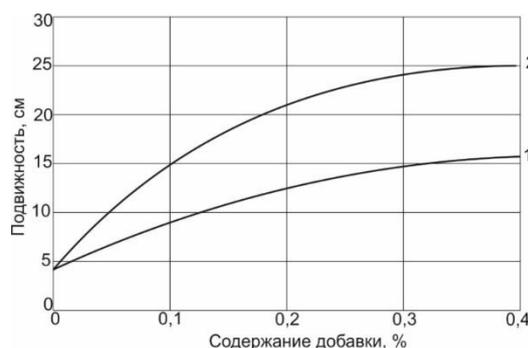
Для получения бетона высокого качества помимо применения высококачественных материалов укладываемая бетонная смесь должна обладать определенными свойствами, соответствующими выбранной технологии.

Одним из важных свойств бетонной смеси является удобоукладываемость - способность ее заполнять форму с наименьшими затратами труда и энергии, обеспечивая при этом максимальную плотность, прочность и долговечность бетона [11].

Исследовано влияние суперпластификатора MTGS 25 на подвижность бетонных смесей (рисунок 2).

Удобоукладываемость в первую очередь зависит от количества воды затворения. Водосодержание бетонной смеси и способ ее уплотнения являются главнейшими факторами качественной структуры бетона.

Из рисунка 2 видно, что применение модификатора MTGS 25 оказывает положительное влияние на свойства бетонных смесей, значительно повышая подвижность смеси и снижая ее водопотребность, а также повышает удобоукладываемость бетонной смеси.



1 – бетон без добавок; 2 – бетон с добавкой MTGS 25.

Рисунок 2 – Влияние модификатора на подвижность бетонной смеси

Применение жаростойких бетонных изделий позволяет увеличить монтажные элементы, уменьшить общий вес конструкции, улучшить качество конструкции. При снижении веса бетона на каждые 10% стоимость строительства снижается примерно на 3%. Использование жаростойкого бетона уменьшает массу здания на 30 ... 40%, приблизительно на 20% уменьшить трудозатратность построения, снижает транспортные расходы на 30%. 40%, снизить общую стоимость строительства не менее 6 ... 10% [12].

Список литературы:

1. Овчинников А.А., Разработка составов жаростойкого бетона на жидком стекле с суперпластификатором: автореф...к.т.н.:05.23.05. - Иваново, 2009.- 5с., 138с.
2. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л., Строительные материалы из отходов промышленности. Учебно-справочное пособие/Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. -Ростов-на-Дону.:Феникс, 2007. – 79-80с.
3. Некрасов К.Д., Тарасова А.П., Жаростойкий бетон на портландцементе, Москва - 1969, 86-115 с., 134-142 с.
4. Аксенова Л. Л., Хлебенских Л. В. Использование отходов предприятий черной и цветной металлургии в строительной индустрии [Текст] // Технические науки в России и за рубежом: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Москва, июль 2014 г.). — М.: Буки-Веди, 2014. — С. 106-108.
5. <http://www.tpribor.ru/dobavki1.html>
6. Рахимова Г.М. Технология и свойства тяжелого бетона на основе эффективных гидрофобизирующих органоминеральных модификаторов типа ОМД: автореф. ...к.т.н.:05.23.05. -Алматы, 2010.- 42с., 65с.
7. Еркинбеков, А. Влияние модификаторов на свойства бетона//Технологии бетонов.-2010.-№3-4.-С.40-42
8. 11 Рахимова Г.М. Технология и свойства тяжелого бетона на основе эффективных гидрофобизирующих органоминеральных модификаторов типа ОМД: автореф. ...к.т.н.:05.23.05. -Алматы, 2010.- 42с., 65с.
9. Баженов, Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов — М.: АСВ, 2009. — 500с.
10. Исаев М. М., Влияние суперпластификаторов на деформативные свойства бетонов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.23.05.- Москва, 2013.- 19 с.
11. <http://betony.ru/monolitniy-beton/svoystva-betonnih-smesey.php>
12. <http://dodiplom.ru/ready/47176>

