

УДК 691.542

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ВЯЖУЩЕГО ТОНКОМОЛОТЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Романенко И.И.

к.т.н., доцент,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
Пенза, Россия*

Петровнина И.Н.

к.т.н., доцент,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
Пенза, Россия*

Романенко М.И.

к.э.н.,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
Пенза, Россия*

Аннотация. Разработана технология по модифицированию гидравлического вяжущего молотыми минеральными компонентами. В качестве модификаторов применяли кварцевый песок, гранулированный шлак-отход металлургического производства. Для повышения пластичности цементного теста использовали гиперпластификатор нового поколения Melflux 2641. В результате проведенных исследований было установлено, что модификация портландцемента комплексом, состоящим из молотого кварцевого песка и молотого граншлака в процентном отношении как Ц: П: Ш=50%:28%:22% не замедляет набор прочности цементного камня в ранние сроки твердения. Предлагаемые бетоны характеризуются высокими эксплуатационными свойствами.

Ключевые слова: вяжущее, тонко молотые компоненты, прочность, дозировка, гиперпластификаторы, структурообразование, пески кварцевые, молотые граншлаки.

MODIFICATION OF BENDING THIN QUALITY COMPONENTS

Romanenko I.I.

candidate of technical sciences, associate professor,

Penza State University of Architecture and Construction,

Penza, Russia

Petrovnina I.N.

candidate of technical sciences, associate professor,

Penza State University of Architecture and Construction,

Penza, Russia

Romanenko M.I.

Ph.D.,

Penza State University of Architecture and Construction,

Penza, Russia

Annotation. A technology has been developed to modify the hydraulic binder with ground mineral components. As modifiers used quartz sand, granulated slag-waste metallurgical production. To increase the plasticity of the cement paste, a new generation of hyperplasticizer Melflux 2641 was used. As a result of the studies, it was found that the modification of Portland cement with a complex consisting of ground quartz sand and ground slag as a percentage of C: P: W = 50%: 28%: 22% Do not slow down the strength of cement stone in the early stages of hardening. The offered concretes are characterized by high operational properties.

Key words: astringent, finely milled components, strength, dosage, hyperplasticizers, structure formation, quartz sands, ground gritshlaki.

Производство модифицированных бетонов за счет использования смеси молотого доменного шлака и кварцевого песка является на данном этапе развития строительной индустрии предпочтительным. Как показали результаты испытаний бетонов, полученных в лаборатории ПГУАС и в заводских условиях ООО «Стройматериалы» полученные модифицированные бетоны характеризуются высокими эксплуатационными показателями: прочностью на сжатие и изгиб, сопротивлению разрушению от действия циклически повторяющихся нагрузок, высокой водонепроницаемостью [1].

Исследования были направлены на эффективное управление процессами структурообразования модифицированного цементного камня за счет введения модификаторов. Модификация портландцемента заключается в ведении в него алюмосиликатной составляющей и молотого кварцевого песка. В качестве алюмосиликатной составляющей вяжущего использовали тонкомолотый ($S_{уд}=450\text{м}^2/\text{кг}$) гранулированный доменный шлак Новолипецкого металлургического завода. Песок кварцевый с $M_{кр}=1,5$ Богословского карьера, Пензенской области. В качестве крупного заполнителя применяли доломитовый щебень фракции 5-10 Орского карьера. Для повышения подвижности бетонной смеси был апробирован органический комплекс- гиперпластификатор нового поколения Melflux 2641 на основе синтезированного поликарбоната. Вода –питьевая.

Технология приготовления, модифицированного вяжущего состоит из трех этапов и отличается от традиционной технологии использования тонкомолотых порошков при приготовлении бетонных смесей.

На первом этапе производится отдельное измельчение кварцевого песка и граншлака до удельной поверхности $450\text{ м}^2/\text{кг}$. На втором этапе осуществляется усреднение смеси песка и граншлака в быстроходном пропеллерном смесителе. Частота вращения вала смесителя $360\text{об}/\text{мин}$, время усреднения составляет в среднем 3-4мин. Полученную смесь

соединяют с портландцементом марки ЦЕМ I 42,5 Вольского цементного завода. Гомогенизация смеси до однородного состава производится в шаровой мельнице, время усреднения 5-10мин.

Прочностные свойства бетона определяли на отформованных образцах-кубах размерами 10x10x10 см, твердевших после тепловлажностной обработки по режиму 3+6+3 при температуре изотермической выдержки 60⁰С в нормальных условиях, на 1, 7, и 28 сутки.

Приготовление бетонной смеси также носит отличительный характер от общепринятой технологии. В смеситель быстроходный с изменяемым параметром вращения вала подается минеральная смесь модифицированного вяжущего и отдозированного количества песка фр. 0,16-0,63. Затем вводится природный песок и при постоянном перемешивании вводится 35% потребного количества воды с Melflux 2641, перемешивание осуществляется в течении 1,2-2,0мин при частоте вращения вала 350об/мин. После получения гомогенизированной органоминеральной смеси вводится потребное количество доломитового щебня марки M1200, фр.5-10мм. Включается поверхностный вибратор, расположенный на внешней обечайки смесителя и вводится оставшаяся часть воды с гиперпластификатором. При этом частота вращения вала в последней стадии составляет 45 об/мин. Общее время приготовления бетонной смеси составляет 5-7мин. Бетонная смесь обладает высокой подвижностью и после прекращения действия внешней возмущающей силы от вибратора и вращения вала смесителя смесь становится жесткой, но как только подается вибрационное воздействие смесь приобретает прежнюю подвижность.

В результате проведенных исследований было установлено, что модификация портландцемента комплексом, состоящим из молотого кварцевого песка и молотого граншлака в процентном отношении как Ц: П: Ш=50%:28%:22% не замедляет набор прочности цементного камня в ранние сроки твердения [2]. Результаты проведенных исследований представлены в табл.1.

Контрольный состав приготовленный на составе без гиперпластификатора Melflux 2641 имел начало схватывания 00-42час-мин., а конец схватывания 10-25 час-мин. Введение Melflux 2641 в количестве 0,2% от массы вяжущего в цементное тесто не способствовало замедлению процессов структурообразования на раннем этапе твердения. Начало схватывания 00-55час-мин., а конец схватывания 04-05 час-мин. Введение добавки Melflux 2641 в количестве 0,4% от массы модифицированного вяжущего в цементное тесто способствовало получению начала схватывания 01-20час-мин, конец 02-30час-мин.

Таблица 1.

Физико-механические свойства модифицированного вяжущего

Наименование показателей		Дозировка Melflux 2641, % от массы вяжущего			
		0,00	0,20	0,30	0,40
Удельная поверхность минеральной смеси: песок кварцевый+граншлак Суд, м ² /кг		450	450	450	450
Удельная поверхность ЦЕМ I 42,5 Суд, м ² /кг		310			
Нормальная густота теста		38	15	13,4	12
Сроки схватывания цементного теста, час. -мин	начало	00-42	00-55	00-59	01-20
	конец	10-25	04-05	03-15	02-30
Предел прочности, МПа в возрасте: 1сут. 7сут. 28сут.		5,5	27,2	25,7	22,4
		14,1	43,9	59,4	68,8
		18,0	57,5	74,8	85,1

Бетоны готовились в лабораторных условиях [3]. После тепловой обработки бетоны приготовленные по предлагаемой технологии твердели в камере нормального твердения.

Предлагаемые составы бетонов, изготовленные по новой технологии характеризуются постоянным набором прочности на протяжении 28суток экспозиции. Составы бетонных смесей представлены в тал.2.

При изготовлении бетонных смесей оценивалось влияние пластифицирующего эффекта добавки Melflux 2641 на подвижность

бетонной смеси и прочностные свойства бетонов после тепловлажностной обработки. Из данных приведенных в табл.2 видно, что представлены малоцементные составы в которых недостаток тонкой фракции вяжущего (портландцемента) компенсируется молотыми кварцевыми песками и молотыми гранулированными шлаками.

Таблица 2.

Составы и физико-механические свойства бетонов на основе модифицированного вяжущего

Наименование	Ед. измерения	Показатели		
		Состав 1	Состав 2	Контрольный
Песок кварцевый молотый $S_{уд}=450\text{м}^2/\text{кг}$	кг/м ³	158	217	158
Граншлак молотый, $S_{уд}=450\text{м}^2/\text{кг}$	кг/м ³	150	200	150
ПЦ500 ДО «Вольскцемент»	кг/м ³	150	236	150
Песок кварцевый фр. 0,16-0,63	кг/м ³	469	527	469
Рядовой песок фр. 0-5мм	кг/м ³	472	174	472
Щебень доломитовый фр. 5-10мм	кг/м ³	830	849	830
Melflux 2641	кг/м ³ / %от ПТЦ	1,25 0,83	1,9 0,81	- 0,00
Вода	кг/м ³	160	155	240
Осадка конуса	см	10-12	15-19	8-10
Плотность бетона	кг/м ³	2361	2340	2359
Водопоглощение	%	2,6	1,9	8,9
Прочность: - при сжатии, через 7 суток через 28 суток	МПа	20 30	36 50	4 7,4
- на растяжение при изгибе, через 28 суток	МПа	6	8	0,6

Контрольный состав аналог составу 1, отличие только в отсутствии гиперпластификатора. Контрольный состав характеризуется избыточной

потребностью в воде для приготовления бетонной смеси с заданной подвижностью. Увеличение расхода воды связано с избытком мелкодисперсной фракции молотого песка кварцевого и молотого граншлака, что приводит к падению прочности и долговечности бетона[4].

Установлено, что гиперпластификатор Melflux 2641 при дозировке 0,81-0,83% от массы портландцемента и при отношении В/В=0,27-0,29 позволяет повысить осадку конуса бетонной смеси с 8см до 19см, а прочность бетонов в возрасте 28 суток с 30 до 50МПа.

Минимальная дозировка портландцемента в модифицированном вяжущем обеспечивает получение тяжелых бетонов с заданными эксплуатационными свойствами [5].

В процессе гидратации комплексного вяжущего с органоминеральными добавками происходит заполнение гелевых пор низкоосновными гидросиликатами кальция. Молотый кварцевый наполнитель совместно с шлаковыми минералами выступают в роли затравок для первичного формирования новообразований. В тоже время Melflux 2641 на основе поликарбоксилатов с большим дзетта-потенциалом способствует саморазжижению цементной композиции при введении в модифицированное вяжущее. Так как высокая удельная поверхность ($4500\text{см}^2/\text{г}$) молото шлака и кварцевого песка способствует адсорбции большого количества воды что приводит к увеличению потребности воды для получения бетонной смеси заданной подвижности. В тоже время излишнее количество воды приводит к снижению прочности, морозостойкости и увеличению пористости цементного камня. Важно отметить, что Melflux 2641, обладая и ионной и стерической активностью, влияет на все составляющие этой системы. Предел прочности цементного камня при сжатии и изгибе составов с гиперпластификатором нового поколения Melflux 2641 выше на 250-370% по сравнению с контрольными составами.

Предлагаемая композиция модифицированного вяжущего способствует уменьшению эффективного диаметра пор, что вызывает уплотнение

структуры бетона. Молотый граншлак шлак черной металлургии не создает в окружающем материале деформации и напряжения, а высокая дисперсность частиц позволяет участвовать в организации структуры связующего. На первых этапах твердения вяжущего, кварцевый молотый песок совместно со шлаком выступают в роли центров кристаллизации, активирующих образование новой фазы из пересыщенных растворов. Присутствие тонкодисперсной составляющей молотого граншлака, являющейся алюмосодержащей составляющей, позволяет связать излишнюю щелочь, не участвующую в процессе гидратации.

Исследования показали, что бетоны полученные по предлагаемой технологии с модифицированным вяжущим практически не впитывают воду, бензин, минеральные масла и водные раствора сахара. Это способствует повышению долговечности, коррозионной стойкости бетонных изделий, что характеризует высокие эксплуатационные свойства.

Предложенное технологическое решение по использованию тонкомолотых минеральных компонентов было успешно реализовано в условиях производственной базы ООО «Стройматериалы» (г. Пенза) при изготовлении опытной партии предварительно-напряженных плит перекрытия марки 400, колец диаметром 1,0 м с немедленным снятием опалубки (М250) и свай длиной 6 м, сечением 300*300*мм и маркой М300.

Библиографический список:

1. Василик П.Г., Бурьянов А.Ф., Гонтарь Ю.В., Чалова А.И. «Влияние супер- и гиперпластификаторов на водопотребность и прочностные характеристики затвердевшего камня на основе комплексного вяжущего», Материалы 5-ой Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий», М., 2010, Стр. 47-51.

2. Несветаев Г.В, Давидюк А.Н., «Гиперпалластификаторы «Melflux» для сухих строительных смесей и бетонов», «Строительные материалы», №3, 2010, Стр. 2-3
3. Кузнецов Ю.С., Романенко И.И., Тимофеева О.В., Теоретические основы взаимодействия химических добавок (отходов производства) с компонентами грунта // Седьмые академические чтения РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения». -Белгород: - 2001. -с. 198-200;
4. Романенко И.И., Вершинина С.М., Е.А. Белякова Е.А. Методы измерения структуры матрицы бетона // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: сб. науч. работ Ч.1. – Пенза: Изд-во ПГАСА, 2004. - С. 385-387.
5. Калашников В.И. Терминология науки о бетонах нового поколения // Строительные материалы. №3. 2011. С. 103-106.