

**МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БЕТОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ
ИЗ ИЗВЕСТНЯКА****MODIFIED CONCRETE WITH LIMESTONE PLACER HOLDER**

Бул жумушта акитаиты кошумча толтургуч катары колдонууда бетондун механикалык касиетин жана бетон аралашмасынын реологиялык касиетин пластификатордук кошумча жана биргелешкен минералдык таасир этүүчү изилдөөсүнүн жыйынтыгы көрсөтүлгөн.

***Ачык сөздөр:** техногендик сырьё, майдалоого жарамдуу, пирогендик калдыктар, суу керектилүүсү, портландцемент, гидравликалык активдүүлүк, кинетикалык майдалоо, модульдун чондугу, минералдык состав.*

В работе приведены результаты исследования совместного влияния минеральных и пластифицирующих добавок на реологические свойства бетонной смеси и механические свойства бетона при использовании в качестве заполнителя- известняка.

***Ключевые слова:** техногенное сырьё, размалываемая способность, пирогенные отходы, водопотребность; портландцемент, гидравлическая активность, кинетика измельчения, модуль крупности, минералогический состав.*

The results of the study of the joint influence of mineral and plasticizing additives on the rheological properties of the concrete mix and the mechanical properties of concrete when using limestone as a filler.

***Keywords:** technogenic raw materials, the ability to grind, pyrogenic waste water demand, Portland cement, hydraulic activity, kinetics of grinding, the module size, mineralogical composition.*

Для получения бетона с повышенными физико – механическими характеристиками необходимым является комплексное управление структурой, темпами твердения и прочностью, что связано с использованием механоактивированных вяжущих, комплексных химических модификаторов различного назначения и эффективных заполнителей.

При этом обеспечивается возможность направленного воздействия на процессы структурообразования и гидратации, твердения и набора прочности, а также параметры структуры и долговечности бетона на всех стадиях его приготовления: от выбора исходных материалов и назначения вещественного состава, введения в бетонную смесь на стадии ее приготовления химических модификаторов, улучшающих ее технологические свойства.

Цель работы: исследовать влияние модифицирующих добавок на реологические свойства бетонной смеси и физико–механические характеристики бетона при использовании щебня из известняка

Для проведения исследований были использованы портландцемент М400 Д 20 ГОСТ 10178-85, природный полевошпатовый песок. В качестве крупного заполнителя – известняк. Химический состав сырьевых материалов приведен в табл. 1.

В качестве модифицирующих добавок использовался глениум – суперпластификатор на основе поликарбоксилатэфирных полимеров, характеризующийся плотностью $1,10 \pm 0,02$ г/см³, содержанием ионов хлора: -0,01%, жидкой консистенции, прозрачного цвета.

В качестве наполнителя в бетон использовались хвосты флотационного обогащения сурьмяных руд (ХОСР), минералогический состав которых представлен содержанием двуокси кремния, карбоната кальция и глиноземнистого компонента.

Портландцемент характеризуется НГ -23,7%; сроками схватывания: начало -2,44 ч, конец 6,39 и активностью 41,2 МПа.

Минералогический состав клинкера представлен содержанием минералов, %: C₃S-61; C₂S-17; C₃A-6; C₄AF -13.

Природный полевошпатовый песок имеет плотность – 2,63-2,71 г/см³; среднюю плотность -2,51-2,59 г/см³ и пористость -42%; Мк =2,4.

Физико – механические характеристики щебня приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Химический состав сырьевых материалов

№ п/п	Материалы	Содержание оксидов										
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Mg O	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Mn O	SO ₃	ппп
1	Известняк Ошского месторождения	13,25	2,69	1,81	44,22	1,16	0,31	0,40	-	-	0,46	35,69
2	Клинкер КЦЗ	21,98	5,04	4,11	65,27	-	1,57	0,65	-	-	0,12	0,16
3	Песок	59,01	14,44	3,53	-	3,05	2,55	2,51	-	-	6,9	-
4	ХОСР	70,93	6,92	0,73	-	12,67	0,03	0,82	-	-	0,67	7,23

Таблица 2 – Физико-механические характеристики щебня из известняка

Наименование материала	Крупность щебня, мм	Средняя плотность, г/см ³	Насыпная плотность, г/см ³	Истинная плотность, г/см ³	Пористость, %	Пустотность, %	Содержание обломленных зерен, %	Водопоглощение	Потеря в массе после 25 циклов замор. и оттаив.	Марка щебня по прочности
Щебень из известняка	5-10	2,54	1,490	2,65	3,0	46,0	6,0	0,7	0,3	1200
	10-20	2,58	1,329	2,63	3,0	48,0	7,0	0,8	0,3	1200
	20-40	2,53	1,294	2,65	3,0	49,0	7,0	1,0	0,3	1200

Реологические свойства бетонной смеси и физико – механические характеристики бетона приведены в табл. 3 (1 состав).

Бетонная смесь характеризуется подвижностью 3,5 см, жесткостью 6 сек. Прочностные характеристики бетона соответствуют заданной марке (19,6 МПа).

Структурообразование и твердение рассматриваемого состава происходит в процессе гидратации портландцемента. Использование химически активного карбонатного заполнителя, способствует образованию прочной и плотной контактной зоны цементного камня с заполнителем, минеральный состав которого представлен гидроксидом алюмината кальция состава C₃A-CaCO₃·1H₂O и C₃AH₃.

Одним из эффективных путей управления структурой цементных бетонов является введение модификаторов, в частности суперпластификаторов в процессе изготовления бетонных смесей. Механизм воздействия пластификаторов заключается в значительном повышении подвижности, удобоукладываемости и жизнеспособности бетонной смеси с повышением ее гомогенности и снижением дефектности структуры бетона; снижается общая и капиллярная пористость и повышается прочность.

Таблица 3 – Влияние модифицирующих добавок на свойства бетона

№ п/п	Наименование состава	ОК, см	Жесткость, сек	Прочность после ТВО $R_{сж}$, МПа	ρ , кг/м ³	Прочность ч-з 28 сут $R_{сж}$, МПа
1.	Без добавки	3,5	6	14,85	2330	19,6
2.	Добавка глиениум 1%	11,5	2	14,4	2310	22,6
3.	Микрокремнезем - 5% от массы П/Ц	0	9	20,65	2340	25,6
4.	Микрокремнезем (5%) совместно с глиениумом 1%	3	5,9	21,25	2350	29,7
5.	Добавка ХОСР 15% от массы П/Ц	3	6,63	19,2	2360	21,5
6.	Добавка ХОСР 15% совместно с глиениумом 1%	11	4	25,5	2380	25,6

Использование кремнесодержащего компонента в составе смеси способствует химическому превращению в гидросиликаты кальция механически слабой гидратной фазы портландцемента - гидроокиси кальция с повышением общей объемной прочности цементного камня.

Расходование $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на реакцию с микрокремнеземом будет снижать рН как в межпоровом, межкристаллическом пространстве, так и в фазообразующих порах (микрокапиллярах), тем самым интенсифицируются процессы структурообразования

В табл. 3 приводятся результаты исследования влияния наполнителей совместно с пластифицирующей добавкой на реологические свойства бетонной смеси и прочность бетона.

С целью выявления воздействия пластифицирующей добавки на свойства бетонной смеси и характеристики бетона в состав 2 было добавлено до 1% глиениума. Из приведенных данных ярко виден пластифицирующий эффект глиениума-значительное повышение подвижности смеси. Осадка конуса смеси повышается до 11,5 см, жесткость до 2 сек, повышается гомогенность смеси, так как пластификация ее способствует облегчению перемешивания.

Прочность образцов нормального твердения с глиениумом (22,6 МПа) превышает прочность бездобавочного бетона (19,6 МПа).

При гидратации цемента в обычных условиях в структуре цементного камня образуется до 40% портландита—кристаллической гидроокиси кальция, который представляет собой крупные кристаллы, легко растворимые в воде (1,65 г/л при 20⁰С), обладающие низкой прочностью и твердостью (2 по шкале Мооса). Поэтому для упрочнения цементного камня необходимо использовать аморфный кремнезем, который способен вступить в реакцию с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при обычных температурах.

Поэтому в состав 3 введен 5% микрокремнезема от массы цемента. Средний размер частиц микрокремнезема ~ 200 мкм, его взаимодействие с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ идет на границе микро- и макро- пористости образца и способствует снижению дефектности структуры, образованию мелкокристаллической структуры и значительному повышению эксплуатационных и прочностных характеристик бетона. При этом происходит образование низкоосновных гидросиликатов, что повышает прочность бетона на 24% (25,6 МПа). А при совместном использовании микрокремнезема с глиениумом (состав 4) прочность повышается до 25-30% (29,7 МПа).

Учитывая, что добавка микрокремнезема повысит себестоимость продукции, можно использовать кремнеземсодержащую добавку ХОСР, который является пирогенным отходом обогащения сурьмяных руд.

С целью экономии вяжущего в состав 5 был добавлен кремнеземсодержащий отход ХОСР до 15% от массы цемента.

Из приведенных данных видно, что добавка тонкодисперсного кремнеземсодержащего отхода, представленного в основном частично аморфизированным кварцем (SiO_2) и кальцитом, способствует упрочнению бетона т.к., указанные минералы принимают участие в гидратации портландцемента. Этот факт подтверждает значение прочности нормального твердения (21,6 МПа), которая несколько превышает прочность бездобавочных образцов. Особенно эффективное воздействие на процесс твердения бетона добавка -ХОСР оказывает при тепловлажностной обработке, что подтверждается повышением прочности до 19,2 МПа. Плотность образцов остается практически близкой к плотности бездобавочных бетонов.

Значительный эффект упрочнения оказывает совместное воздействие ХОСР с глениумом- прочность бетона повышается на 24%.

Таким образом, используя в качестве заполнителей химически активные материалы (известняк), пластифицирующие добавки (до 1 %) совместно с активными кремнеземсодержащими отходами, можно получить модифицированные бетоны повышенной прочности, чем бездобавочные. Структура бетона характеризуется повышенной прочностью контактной зоны цементного камня с заполнителем вследствие химической активности заполнителя из местных карбонатных пород.

Использование отхода сурьяного производства кремнеземсодержащей добавки (ХОСР) до 15% взамен портландцемента с 1% пластификатора способствует повышению удобоукладываемости бетонной смеси, ее гомогенизации, дальнейшему направленному структурообразованию бетона, повышению его прочностных характеристик, снижению расхода цемента, утилизации промышленного отхода и снижению себестоимости продукции.

Список литературы

1. Мамытов А.С. Разработка технологии композиционных малоклинкерных вяжущих веществ и изделий на их основе с использованием местного сырья [Текст]: Дис.... канд.техн.наук / А.С.Мамытов.–Бишкек: 2015. - 168 с.