

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ВОЛЛАСТОНИТОВОЙ ПОРОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Ассакунова Б.Т.<sup>1</sup>, Таирова А.А.<sup>2</sup>

*Кыргызский Государственный университет, строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, 720020, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34 «Б» e-mail: kafedra\_pesmik@mail.ru*

**РЕЗЮМЕ. ВВЕДЕНИЕ.** В настоящее время в цементной промышленности в целях сокращения выбросов CO<sub>2</sub>, а также ресурсо- и энергосбережения приоритетным является выпуск композиционных портландцементов с минеральными добавками, которые влияют на формирование структуры и свойств цементного камня и материалов на его основе.

**ЦЕЛЬ.** Исследование влияния волластонитсодержащей породы на характеристики цементного вяжущего.

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Выполнены физико-механические испытания полученных вяжущих согласно действующей документации.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.** Водопотребность вяжущих с добавкой 10 % волластонитовой породы изменяется незначительно. При содержании 30-40 % волластонита водопотребность цемента составляет 26,5-26,6 %, что можно объяснить пластифицирующим влиянием волластонита на реологические свойства (пластичность) смесей.

При содержании наполнителя до 30-40 % марочность цемента остается в пределах марки исходной матрицы.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Таким образом волластонитсодержащие породы (содержание CaO·SiO<sub>2</sub>-30-40 %) можно отнести к структурно-активным минеральным добавкам и на их основе получены композиционные цементы с содержанием породы до 40 % и соответствующие по прочности марке исходной матрицы.

*Ключевые слова: волластонитсодержащая порода, механоактивация, адсорбция, парагенез, известняк, кальцит, гидратация, водопотребность*

## USE OF WOLASTONITE WASTE IN THE PRODUCTION OF COMPOSITE BINDING SUBSTANCES

Assakunova B.T.<sup>1</sup>, Tairova A.A.<sup>2</sup>

*Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture n.a. N. Isanov. 720020, Bishkek, st. Malydybaeva 34 b*

**ABSTRACT. INTRODUCTION.** Currently, in the cement industry, in order to reduce CO<sub>2</sub> emissions, as well as resource and energy saving, the production of composite Portland cements with mineral additives that affect the formation of the structure and properties of cement stone and materials based on it is a priority. **PURPOSE.** Investigation of the influence of wollastonite-containing rocks on the characteristics of cement binder. **METHODS.** Physical and mechanical tests of the obtained binders were performed in accordance with the current documentation. **RESULTS AND DISCUSSION.** Study of the influence of wollastonite-containing rocks on the characteristics of cement binder The water demand of binders with the addition of 10% wollastonite rock varies slightly. With a content of 30-40% wollastonite, the water demand of cement is 26.5-26.6 %, which can be explained by the plasticizing effect of wollastonite on the rheological properties (plasticity) mixtures. When the filler content is up to 30-40 %, the grade of the cement remains within the grade of the original matrix. **CONCLUSION.** Thus, wollastonite-containing rocks (CaO content. SiO<sub>2</sub>-30-40 %) can be attributed to structurally active mineral additives and based on them, composite cements with a rock content of up to 40% and corresponding in strength to the brand of the original matrix are obtained.

*Keywords: wollastonite-containing rock, mechanical activation, adsorption, paragenesis, limestone, calcite, hydration, water porosity*

Современная строительная индустрия делает упор на необходимость экономного расходования энергоресурсов, в том числе на соблюдение оптимального температурного режима помещения. Это требует разработки и внедрения в производство новых более эффективных материалов и изделий с пониженной теплопроводностью и плотностью. Кроме того, растущие цены на минеральные природные сырьевые ресурсы и складирование делают очевидными для производителей и потребителей экономические выгоды использования вторичного сырья [10].

В настоящее время в цементной промышленности в целях сокращения выбросов CO<sub>2</sub>, а также ресурсо- и энергосбережения приоритетным является выпуск композиционных портландцементов с минеральными добавками, которые влияют на формирование структуры и свойств цементного камня и материалов на его основе.

Одним из условий экономического и социального развития строительной отрасли и продукции в Кыргызской Республики является создание энерго-ресурсосберегающих материалов для строительства из местного сырья с улучшенными техническими и механическими свойствами. Благоприятным фактором является то, что имеются растительные отходы сельского хозяйства, которые почти не утилизируются, их целесообразно применить в качестве заполнителя вместо древесины в производстве арболита (солома, стебли хлопчатника, рисовой лузги, табака и др.) [7].

Вовлечение техногенных отходов и отходов сельского хозяйства в производство энергоэффективных стеновых материалов является решением экологических вопросов их утилизации, охраны окружающей среды, снижением себестоимости продукции и расширения выпуска теплоэффективных и экологических комфортных материалов для малоэтажного строительства [8].

В методе комплексной оценки тепловой эффективности наружных стен разработанном в начале 80-х годов, дан анализ тепловой эффективности слоистых, в том числе и однослойных, стеновых конструкций, позволивший установить зависимость между сопротивлением теплопередачи конструкции и суммарным расходом тепла. Данный метод показал нецелесообразность дальнейшего увеличения толщины ограждения, поскольку при этом достигается незначительное снижение расхода тепла за счет снижения теплопередачи ограждения, но зато возрастает расход тепла на изготовление материалов и производство конструкций [9].

Исследование влияния волластонита на характеристики цементного камня изучались во многих работах, в частности в работе Г.И. Бердова и др. [5]. В данной работе мы рассматриваем влияние волластонитсодержащей породы на свойства цемента.

Для волластонита -  $\beta$  характерны удлиненные таблитчатые и игольчатые кристаллы, которые образуются при раскалывании кристаллов.

Природный волластонит, представляющий цепочный моносиликат кальция ( $\beta$ -CaSiO<sub>3</sub>), имеет стеклянный до перламутрового блеска, радиально-шестоватую форму агрегатов, совершенную спайность в одном направлении, находится в парагенезе с известняковыми гранатами, кальцитом, кварцем и другими минералами.

В силу своих минералогических особенностей, химического состава и физических свойств (белизна, совершенная спайность, стеклянный блеск, химическая инертность) природный волластонит представляется перспективным сырьем для некоторых областей промышленности и строительства.

Практическая ценность волластонита обусловлена способностью расщепляться на тонкие упругие волокна, высокой механической прочностью на разрыв, термической стойкостью, высокой сцепляемостью волокон с цементом и другими органическими связующими.

По данным [1,3] волластонитовая руда и концентраты нетоксичны, невзрывоопасны, негорючи, не выделяют токсичных веществ.

Все вышеописанное является убедительным обоснованием использования волластонита в качестве наполнителя в цементных композициях. Армирование цементного камня кристаллами волластонита определяет повышенные прочностные характеристики на изгиб, а также его физико-механическое сродство с цементосодержащими сырьевыми композициями. Активная и избирательная адсорбция продуктов гидратации вяжущего способствует образованию плотной структуры изделий, что является весьма важным фактором повышения водонепроницаемости цементного камня, и морозостойкости бетонов. Кроме того, использование в качестве наполнителя в цементные композиты волластонита является весьма обоснованным ввиду наличия значительных промышленных запасов в Кыргызской Республике, структурных особенностей минерала в отличие от более изученного кварца. Немаловажное значение имеет и яркая белизна волластонита, так как он обладает окрашивающей способностью и может нести двойную функцию: как наполнитель и как разбеливающая добавка в серый портландцемент с целью получения на его основе разных цветовых гамм.

*Сырьевые материалы.* Используемая в работе волластонитовая порода Макмальского месторождения характеризуется низким содержанием волластонита (32-54 %), кальцита (54,16 %), кварца (3,2 %), магнезита (4,06 %) полевого шпата (6,23 %).

Поэтому нами была определена активность волластонитовой породы по поглощению извести из насыщенного раствора извести, которая за 15 титрований составила 8-10 мг/г. Известно, что активность чистого волластонита составляет 25-30 мг/г добавки, т.е. волластонитовая порода не обладает гидравлической активностью.

Однако повышенное содержание кальцита в составе породы (54,16 %) будет способствовать повышению реакционной способности породы, т.к. при механоактивации ионы кальцита, как известно [2,3] заряжаются преимущественно положительно. При гидратации композиционных вяжущих наполнитель будет активным, так как образующаяся в результате гидролиза трехкальциевого силиката  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  будет реагировать с кальцитом. При этом образуется основной карбонат кальция, выделяющийся в виде гелеобразных масс, обладающих адгезионными свойствами, упрочняющими поверхность новообразований клинкерных минералов с частицами наполнителями при последующей кристаллизации.

Кварц также активизируется в процессе измельчения и будет взаимодействовать с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с образованием дополнительного количества гидросиликатов кальция.

Особая роль в процессе гидратации отводится волластониту, который благодаря кристаллической структуре и химическому составу ( $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) обладает средством с клинкерными минералами и интенсифицирует процесс гидратации, так как игольчатые удлиненные кристаллы волластонита играют роль каркаса и затравки для твердеющей массы.

Вышеописанные процессы обуславливают образование плотной и прочной структуры цементного камня, что способствует повышению водонепроницаемости изделий.

В качестве цементной матрицы использовался цемент Кантского завода.

Химический состав материалов приведен в табл. 1.

Минералогический состав портландцемента в (%): C3S -61,2; C2S -17,2; C3A -5,8; C4AF12,7.

Портландцемент ЦЕМ II/A-III 32,5 ГОСТ 31108—2016 характеризуется НГ-24,5%; сроками схватывания: начало 2 ч. 50 мин., конец 4 ч. 00 мин; тонкость помола -88 % прошло через сито 008; Rcж - 41,8 МПа; содержание  $\text{SO}_3$  -1,9 %.

Таблица 1- Химический состав сырьевых материалов

№ п/п	Материалы	Содержание оксидов								
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	ппп	Σ
1	Клинкер КЦЗ	22,34	4,60	3,99	65,2	1,34	0,6	-	-	98,31
2	Волластонит	20,58	2,57	0,79	48,5	1,99	-	25,0	0,43	95,89

Были составлены смеси цемента с различным содержанием волластонита в качестве наполнителя (10-40%), которые подвержены дополнительному совместному измельчению до тонкости помола, соответствующей полному прохождению через сито 008.

*Результаты испытаний и обсуждения.* Физико-механические свойства полученных композиций приведены в табл.2.

Таблица 2- Физико - механические свойства валлостонитсодержащего портландцемента

№ п/п	Составы		НГ, %	Сроки схватывания, мин.		Предел прочност, Мпа		Равномерность изменения объема
	п/ц	волл.		нач.	кон.	изгиб.	сжат.	
1	100	-	24,5	50	80	7,4	41,8	нет трещин
2	90	10	25,0	55	145	7,7	10,0	
3	85	15	25,5	80	160	7,0	39,9	-
4	80	20	26,0	95	210	6,8	39,3	-
5	70	30	26,5	100	220	6,5	39,0	-
6	60	40	26,6	110	240	6,4	38,9	

Водопотребность вяжущих с добавкой 10 % волластонитовой породы изменяется незначительно. При содержании 30-40 % волластонита водопотребность цемента составляет 26,5-26,6 %, что можно объяснить пластифицирующим влиянием волластонита на реологические свойства (пластичность) смесей.

Мелкие фракции волластонита обладают ярко выраженными адсорбционными структурообразующими свойствами, ликвидируют усадочные деформации и повышают прочность на изгиб и сжатие композиционных вяжущих. При содержании наполнителя до 30-40 % марочность цемента остается в пределах марки исходной матрицы.

Таким образом волластонитсодержащие породы (содержание CaO·SiO<sub>2</sub>-30-40 %) можно отнести к структурно-активным минеральным добавкам и на их основе получены композиционные цементы с содержанием породы до 40 % и соответствующие по прочности марке исходной матрицы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Керамические материалы на основе волластонита.* Г.Н. Масленникова, С.Ж. Жекишева, Т.И. Конешова- М.:Стройиздат, 1991.-313 с.
2. *Волластонит [Текст].* –М.: Наука, 1982. - 284 с.
3. *Козырев В.В.* Перспективные области применения волластонитовых материалов// *Волластонит.* М.:Наука, 1982. С.18.
4. *Козлов В.В.* Сухие строительные смеси. М.:АСВ, 2000
5. *Бердов Г.И., Ильина Л.В.* и др. Влияние волластонита на прочность цементного камня из длительно хранившегося портландцемента//*Научно –технический и производственный журнал.*2011. С.48-49
6. ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Технические условия.
7. *Матыева А.К., Кенешбек уТ., Сайыткадыев Н.Т.* Арболит из легкого бетона. Наука и инновационные технологии. МУИТ. Бишкек. №1/2019(10). С.38-43.
8. *Матыева А.К.* Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. Москва , Академия Естествознания, №4, 2019. С. 33-37.
9. *Муқанбет к.Э.* ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ФУНКЦИИ И СЕЙСМОУСТОЙЧИВОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ // *Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. LVIII междунар. науч.-практ. конф. № 5(53). Часть II.* – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 35-39.
10. *Асаналиева Ж.Д.* Неавтоклавный пенобетон на основе наполнителей из вторичных материалов и промышленных отходов // *Жунал Academy. Технологии материалов.* -№8-2019. С.20-25.