

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI:10.12737/article_5b115a692e3597.01813809

Сумской Д.А., аспирант,
Загороднюк Л.Х., д-р техн. наук, проф.,
Жерновский И.В., канд. геол.-мин. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НОВООБРАЗОВАНИЙ В ВЯЖУЩИХ КОМПОЗИЦИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ

zagorodnyk.lh@bstu.ru

В настоящей работе изложены результаты рентгенографического изучения минерального состава кристаллических новообразований вяжущих композиций гидратационного твердения, полученных на основе портландцемента и алюмосиликатной добавки - отходов перлитового производства. Приведены результаты исследований по влиянию технологии приготовления вяжущих композиций в вихревой струйной мельнице на формирование кристаллических новообразований в цементных системах. Изучены особенности процессов измельчения и определены технологические и физико-механические свойства полученных вяжущих композиций. Установлены особенности фазового состава продуктов гидратации вяжущих композиций методами РФА и электронной микроскопии, обусловленные присутствием активной минеральной добавки в составе вяжущей композиции, приводящей к увеличению объемной концентрации гидратных новообразований, как за счет повышения степени гидратации клинкерных зерен, так и за счет взаимодействия $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с активными компонентами добавки. Методом электронной микроскопии исследована микроструктура цементных камней, полученных из активизированного портландцемента и вяжущих композиций в вихревой струйной мельнице. Установлено, что поры цементно-вяжущих композиций, приготовленных с использованием перлитовых наполнителей, заполнены новообразованиями. В результате проведенных исследований помола перлитовых зерен в вихревой струйной мельнице установлено, что зерна перлита имеют пластинчато-призматическую форму, что отчетливо видно на микрофотографиях. Микроструктура вяжущих композиций имеет плотную структуру за счет рационально подобранного состава, использования эффективного минерального наполнителя - перлитовых отходов, создающих дополнительные подложки для формирования внутренней микроструктуры композита, механохимической активации сырьевой смеси, позволяющих получать композиты с заданными свойствами. Установлены особенности формирования кристаллических фаз в зависимости от технологии приготовления вяжущих композиций.

Ключевые слова: вяжущие композиции, вихревая струйная мельница, отходы производства перлитового песка, кристаллические новообразования, физико-механические показатели

Введение. Рациональное потребление сырьевых и топливно-энергетических ресурсов предполагает использование в технологиях строительных материалов различных композиционных вяжущих, получаемых на основе портландцементного клинкера или товарного портландцемента с добавкой техногенного или природного алюмосиликатного сырья. Композиционные вяжущие, полученные на их основе позволяют сократить расход клинкерных компонентов до 40–50 %. Вместе с тем большинство композиционных вяжущих обладает специальными технологическими, физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Использование новых подходов и приемов в создании композиционных вяжущих позволит получать строительные композиты нового поколения с высокими физико-механическими и

эксплуатационными характеристиками, которые недостижимы при применении современных технологий.

Методология. В качестве сырьевых материалов использованы: цемент ЦЕМ I 42,5Н (ГОСТ 31108-2003) ЗАО «Белгородский цемент» и отходы производства перлитового песка. Композиционное вяжущее получали в помольном агрегате - вихревой струйной мельнице ВСМ-01. Дифракционные спектры образцов получены на рентгеновской рабочей станции Work Station ARL 9900 в Центре высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова, с использованием излучения Со-анода. Рентгенометрическая диагностика минеральных кристаллических фаз (качественный РФА) проведена с использованием базы дифракционных данных PDF-2. Физико-механические свойства вяжущих композиций

определяли в соответствии с нормативными требованиями.

Основная часть. В настоящее время широкое распространение получили композиционные вяжущие, которые широко применяют для рационального использования цемента в бетоне и для получения высококачественных строительных материалов различного назначения [1–6].

Композиционные вяжущие представляют собой продукт механохимической активации в регламентированных условиях портландцемента или другого вяжущего с минеральными добавками различного генезиса и химическими модификаторами, обеспечивающие требуемые физико-механические, технологические и эксплуатационные свойства [7–10].

Процессы, протекающие при гидратации и твердении цемента весьма сложны из-за полиминеральности порошка и параллельного протекания нескольких взаимодействий, которые перекрываясь, одновременно воздействуют друг на друга при ограниченном количестве воды. Гораздо сложнее протекают процессы гидратации и твердения в композиционных вяжущих, когда в уже достаточно сложную цементную систему дополнительно вводят минеральные компоненты различного генезиса. Состав продуктов реакции одного и того же минерала из-

меняется в зависимости от количества воды в системе суспензия – тесто, определяющими степень пересыщения водного раствора, а также вида и количества водорастворимых посторонних примесей, продолжительности процесса гидратации и др. Соответственно изменяется и химические реакции гидратации в системе [11–13]. Для получения композиционных вяжущих получали вяжущие композиции на основе портландцемента и минерального наполнителя с последующей модификацией их пластифицирующей добавкой.

В работе изложены результаты рентгенографического изучения минерального состава кристаллических новообразований в вяжущих композициях гидратационного твердения, полученных на основе портландцемента и алюмосиликатной добавки - отходов перлитового производства.

Объектом исследований служили образцы составов вяжущих композиций, полученные ранее (табл.1) с использованием минеральной добавки – отходов производства перлитового песка в количестве 5; 7,5 и 10 % и приготовленных при различных технологических режимах: путем пропускания через вихревую струйную мельницу в несколько этапов (один, два и три прохода) [14, 15].

Таблица 1

Свойства вяжущих композиций и цементов

№ составов	Наименование составов	НГ, %	схватывание, мин		плотность, г/см ³	R _{сж} , МПа	
			начало	конец		через 3 сут	через 28 сут
1	ПЦ0	29	169	271	2,3	40,1	43,1
2	ПЦ1=>(1 проход)	32	121	199	2,1	46,3	47,2
3	ПЦ2=>(2 проход)	34	78	169	2,1	45,5	49,0
4	ПЦ3=>(3 проход)	42	124	191	2,1	48,4	50,1
5	КВ1.0=>ПЦ/ПП=95/5 %	41	252	378	1,8	13,6	25,8
6	КВ1.1=>ПЦ/ПП=95/5 % (1 проход)	44	146	260	2,0	41,9	51,6
7	КВ1.2=>ПЦ/ПП=95/5 % (2 проход)	45	172	267	2,0	34,8	38,1
8	КВ1.3=>ПЦ/ПП=95/5 % (3 проход)	51	157	244	2,0	42,2	52,0
9	КВ2.0=>ПЦ/ПП=92,5/7,5 %	65	77	434	1,7	6,9	13,2
10	КВ2.1=>ПЦ/ПП=92,5/7,5 % (1 проход)	44	84	278	1,9	31,9	38,0
11	КВ2.2=>ПЦ/ПП=92,5/7,5 % (2 проход)	45	76	243	2,0	20,0	41,8
12	КВ2.3=>ПЦ/ПП=92,5/7,5 % (3 проход)	46	137	251	2,0	23,4	31,6
13	КВ3.0=>ПЦ/ПП=90/10 %	63	30	406	1,6	5,8	13,2
14	КВ3.1=>ПЦ/ПП=90/10 % (1 проход)	45	20	275	1,8	23,8	45,5
15	КВ3.2=>ПЦ/ПП=90/10 % (2 проход)	46	20	168	2,0	15,3	53,3
16	КВ3.3=>ПЦ/ПП=90/10 % (3 проход)	47	20	140	2,0	21,8	47,8

Установлено, что наилучшие результаты по физико-механическим показателям имеют составы № 6 и № 8, пропущенные через вихревую мельницу в один и в три прохода и превосходящие прочность исходного цемента, соответ-

ственно на 29 % и 24 %, по технико-экономическим показателям в качестве оптимального принимаем состав № 6 при дозировке минеральной добавки 5 % (табл. 1). По прочностным показателям заслуживает внимания

состав №15, при содержании 10 % минеральной добавки и пропущенный в два прохода через вихревую мельницу, показывающий повышение прочности на 24% в сравнении с исходным цементом.

Задачей рентгенографического изучения составов полученных образцов вяжущих композиций (табл.1) являлось определение минерального состава кристаллических новообразований в процессе твердения в возрасте 28 суток.

Для определения количественных соотношений кристаллических фаз применен полнопрофильный количественный РФА. Расчеты проводились с использованием программы

DDV.v1.95e, позволяющей при использовании алгоритма «Derivative Difference Minimization» не уточнять аппроксимационные параметры сложноструктурированного фона дифракционного спектра. В качестве структурных моделей минеральных компонентов для полнопрофильного количественного РФА использовались данные ICSD –Inorganic Crystal Structure Database.

Минеральный состав исследуемых прогидратированных вяжущих композиций и исходного цемента в зависимости от технологии их приготовления в возрасте 28 суток приведен в табл.2.

Таблица 2

Содержание минеральных фаз в вяжущих композициях через 28 суток

Шифр образца	Содержание минеральных фаз, %									
	C ₃ S	C ₂ S	C ₄ AF	Portlandite	Ettringite	Calcite	Quartz	Ca(OH) ₂	CaCO ₃	ΣCaO
ВК 1.0	29,2	8,6	14,6	30,1	4,5	21,4	-	22,8	12,0	25,4
ВК 1.1	23,1	10,1	19,1	33,1	7,5	10,6	-	25,0	5,9	32,1
ВК 1.2	11,0	6,9	14,3	52,1	9,7	-	-	39,5	0,0	37,5
ВК 1.3	8,2	9,7	19,1	53,8	-	-	-	40,7	0,0	38,2
ВК 2.0	27,1	8,4	15,7	30,7	24,3	9,1	-	23,2	5,1	24,0
ВК 2.1	21,2	12,2	14,6	30,0	20,5	10,2	-	22,7	5,7	29,8
ВК 2.2	12,3	7,2	12,2	34,3	15,5	6,9	-	25,9	3,9	34,9
ВК 2.3	9,5	9,1	11,9	37,0	19,5	10,0	-	28,0	5,6	37,0
ВК 3.0	25,5	6,1	14,7	35,7	18,3	14,9	-	27,0	8,3	25,3
ВК 3.1	20,6	4,9	9,1	40,7	18,2	11,5	-	30,8	6,4	27,4
ВК 3.2	7,8	7,6	10,9	36,9	16,3	16,6	-	27,9	9,3	29,8
ВК 3.3	5,0	12,0	10,9	37,1	18,4	9,4	-	28,1	5,2	33,4
ПЦ0	30,6	10,3	20,5	29,8	-	8,7	-	22,6	4,9	27,5
ПЦ1	25,7	11,3	14,3	48,8	-	-	-	36,9	0,0	36,9
ПЦ2	12,8	7,6	14,6	55,9	-	9,2	-	42,3	5,1	47,4
ПЦ3	9,9	12,2	9,3	53,8	-	8,2	6,6	40,7	4,6	49,1

Анализируя изменение содержания алита и извести в цементных камнях на основе составов ПЦ0, ПЦ1, ПЦ2, ПЦ3 в 28 суточном возрасте (табл. 2, рис. 1), следует отметить, что в бездобавочном цементном камне, приготовленном на не измельченном цементе разница соотношений алита и извести составляет 10%. В то время как, при увеличении количества проходов цемента через вихревую струйную мельницу

содержание извести в цементном камне возрастает относительно алита в 1,5; 3,7 и 5 раз, что свидетельствует об активизации процессов фазообразования при увеличении количества проходов цемента через мельницу, создающих дополнительные поверхности для протекания реакций гидратации, что согласуется с теоретическими положениями.

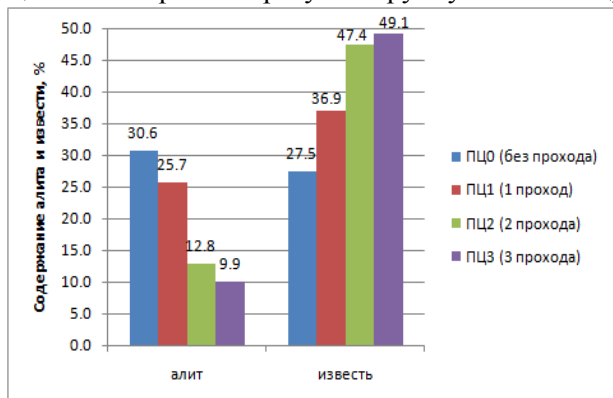


Рис. 2. Изменение содержания алита и извести в цементных камнях составов: ПЦ0, ПЦ1, ПЦ2, ПЦ3 в 28 суточном возрасте

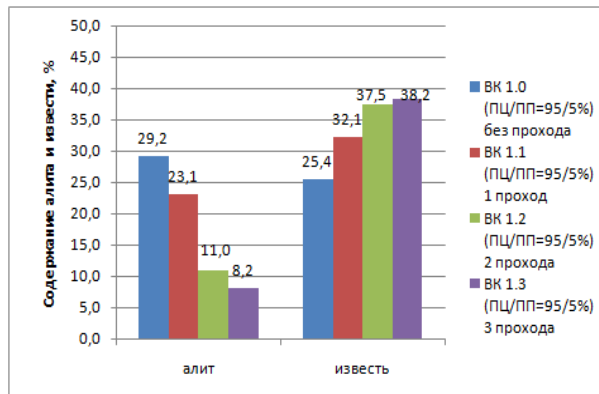


Рис. 3. Изменение содержания алита и извести в цементных камнях на основе ВК1.0, ВК1.1, ВК1.2, ВК 1.3 в 28 суточном возрасте при соотношении ПЦ/ПП=95/5 %

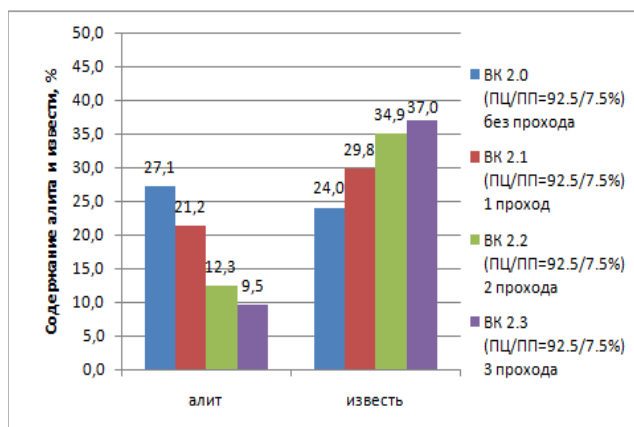


Рис. 4. Изменение содержания алита и извести в цементных камнях на основе ВК2.0, ВК2.1, ВК2.2, ВК2.3 в 28 суточном возрасте при соотношении ПЦ/ПП=92,5/7,5 %

Рассматривая изменение содержания алита и извести в цементных камнях на основе ВК1.0, ВК1.1, ВК1.2, ВК1.3 в 28 суточном возрасте при соотношении ПЦ/ПП=95/5 % (табл. 2, рис. 2), отмечается, что в цементном камне, приготовленном на не измельченной вяжущей композиции разница соотношений алита и извести составляет 13 %, а при увеличении количества проходов вяжущей композиции через вихревую струйную мельницу содержание извести возрастает относительно алита в 1,3; 3,4 и 4,6 раз, что свидетельствует об активизации процессов при увеличении количества проходов вяжущей композиции через мельницу.

Содержания алита и извести в цементных камнях на основе ВК2.0, ВК2.1, ВК2.2, ВК2.3 в 28 суточном возрасте при соотношении ПЦ/ПП=92,5/7,5 % (табл. 2, рис. 3), наблюдается, что в не измельченной вяжущей композиции разница соотношений алита и извести составляет 11 %, при увеличении количества проходов вяжущей композиции через вихревую струйную мельницу содержание извести возрастает относительно алита в 1,4; 2,8 и 3,9 раз, что свидетельствует об активизации процессов при увеличении количества проходов вяжущей композиции через мельницу.

Исследуя изменение содержания алита и извести в цементных камнях на основе ВК3.0, ВК3.1, ВК3.2, ВК3.3 в 28 суточном возрасте при соотношении ПЦ/ПП=90/10 % (табл. 2, рис. 4), следует обратить внимание на то, что в не измельченной вяжущей композиции разница соотношений алита и извести составляет 2 %, но при увеличении количества проходов вяжущей композиции через вихревую струйную мельницу содержание извести возрастает относительно алита в 1,3; 3,4 и 4,6 раз, что свидетельствует об активизации процессов в твердеющей системе.

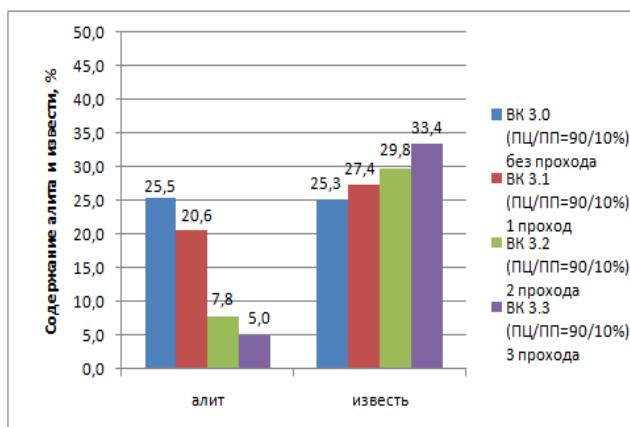


Рис. 5. Изменение содержания алита и извести в цементных камнях на основе ВК3.0, ВК3.1, ВК3.2, ВК3.3 в 28 суточном возрасте при соотношении ПЦ/ПП=90/10 %

Рассматривая в целом формирование кристаллических новообразований в цементных камнях, приготовленных из всех полученных вяжущих композиций, в зависимости от технологии их приготовления следует отметить, что прослеживается стабильная зависимость. При возрастании количества проходов во всех системах вяжущих композиций и цементов уменьшается количество алитовой фазы и возрастает количество извести, что свидетельствует о активном протекании процессов гидратации. Отмечается, что с увеличением количества проходов тенденция соотношения алитовой фазы и извести во всех составах стабильно увеличивается от 3 до 3,5 раз.

Изучение особенностей фазового состава продуктов гидратации вяжущих композиций методами РФА и электронной микроскопии (рис. 5) показало, что активная минеральная добавка в составе вяжущей композиции приводит к увеличению объемной концентрации гидратных новообразований, как за счет повышения степени гидратации клинкерных зерен, так и за счет взаимодействия $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с активными компонентами добавки. Благодаря гидравлической активности перлитовой добавки в условиях пониженной концентрации СаО в жидкой фазе образуется, главным образом, низкоосновные гидросиликаты кальция, кристаллизующиеся преимущественно в мелкодисперсном виде в форме игл и волокон.

Характер влияния перлитовой добавки на гидратацию клинкера имеет свои особенности. При твердении вяжущей композиции протекают те же процессы, что и при гидратации и твердении портландцемента. Введенная минеральная добавка в виде отходов перлитового производства не изменяет хода основных химических взаимодействий, но скорость протекания реакции значительно повышается. Ускорение реак-

ций гидратации, по нашему мнению, обусловлено следующими факторами: разобшающим, разбавляющим действием добавки, так как в начале добавка действует как мелкий заполнитель, которая разъединяет частицы цемента и облегчает

доступ к ним воды и как гидравлическая добавка, поглощая $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и выводя гидроксид кальция из сферы реакции, тем самым ускоряя гидролиз C_3S и C_3A и одновременно понижая основность гидросиликатов кальция.

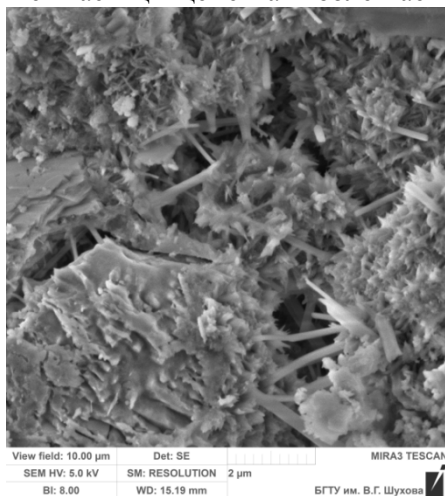


Рис. 5. Микрофотографии вяжущих композиций в возрасте 28 сут

Установлено, что введение перлитовой добавки обеспечивает стабильное существование гидросульфалюмината кальция в цементном камне. Образующиеся гидратные новообразования имеют более высокую дисперсность по сравнению с продуктами гидратации обычного цемента, а содержание свободного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ уменьшается прямо пропорционально увеличению доли перлитовой добавки в составе вяжущего за счет соответствующего увеличения количества $\text{CSH}(\text{В})$ и этtringита, который ускоряет процесс набора начальной прочности вяжущего.

Выводы. Таким образом, процессы структурообразования цементного камня на основе вяжущей композиции имеет свои особенности, которые обусловлены формированием низкоосновных гидратных новообразований и интенсивным протеканием ионообменных процессов с участием перлитовой минеральной добавки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чернышева, Н.В. Использование техногенного сырья для повышения водостойкости композиционного гипсового вяжущего // Строительные материалы. 2014. № 7. С. 53–56.

2. Lesovik V., Tschernyschova N., Drebezkova M. Нанодисперсное кремнезёмсодержащее сырьё для повышения эффективности быстротвердеющих композиционных вяжущих (Nanodisperse kieselsäurehaltige Rohstoffezur Verbesserungder Effizienzschneller härtender Bindemittel mischungen) // 2. Weimar Gypsum Conference – Weimar, 26–27 März, 2014. С. 259–266.

3. Елистраткин М.Ю., Лесовик В.С., Когут Е.В., Куприна А.А. Разрушенные здания и сооружения - эффективное сырьё для производства кладочных растворов // Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства: международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 291–299.

4. Чернышева Н.В., Дребезгова М.Ю. Композиционное гипсовое вяжущее с минеральной добавкой бетонного // Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий. Материалы VII Международной научно-практической конференции по гипсу. М., Изд-во «Де Нова». 10–12 сентября, 2014. С. 239–243.

5. Куприна А.А., Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Гинзбург А.В. Композиционные вяжущие для эффективных строительных растворов // Эффективные строительные композиты Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 322–331.

6. Минаков С.В., Елистраткин М.Ю. К вопросу выбора компонентов композиционных вяжущих // Современные строительные материалы, технологи и конструкции. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д.

Миллионщикова". Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 365–370.

7. Куприна А.А., Елистраткин М.Ю., Кулик Н.В. Доступный модификатор для кладочных растворов // Современные строительные материалы, технологии и конструкции. Материалы. Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова".

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 370–376.

8. Попов Д.Ю., Дёгтев Ю.В., Лесовик Р.В., Елистраткин М.Ю., Магомедов З.Г., Хао Ц.Ц. Композиционные вяжущие для получения самоуплотняющихся мелкозернистых декоративных бетонов // Эффективные строительные композиты. Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 514–522.

9. Lesovik V.S., Zagorodnyk L.H., Tolmacheva M.M., Smolikov A.A., Shekina A.Y., Shakarna M.H.I. Structure-formation of contact layers of composite materials // Life Science Journal. 2014. Т. 11. № 12. С.948–953.

Информация об авторах

Сумской Дмитрий Алексеевич, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: pr9nik2011@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Загороднюк Лилия Хасановна, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: zagorodnyk.lh@bstu.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Жерновский Игорь Владимирович, канд. геолого-минералогических наук, доцент, профессор, кафедры материаловедения и технологии материалов.

E-mail: zhernovsky.igor@mail.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

10. Сапелин А.Н., Бессонов И.В., Елистраткин М.Ю. Конструкционно-теплоизоляционные материалы на основе алюмосиликатных микросфер // Научно-технические и инновационные Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 325–330.

11. Чернышева Н.В., Дребезгова М.Ю. Композиционное гипсовое вяжущее с минеральной добавкой бетонного лома // Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий. Материалы VII Международной научно-практической конференции по гипсу. М., Изд-во «Де Нова». 10–12 сентября, 2014. С. 239–243.

12. Муртазаев С.-А.Ю., Чернышева Н.В., Аласханов А.Х., Сайдумов М.С. Использование композиционных гипсовых вяжущих на техногенном сырье в производстве стеновых материалов // Труды Грозненского государственного нефтяного технического университета им. акад. М.Д. Миллионщикова. Грозный, 2011. вып. 11. С. 161–167.

13. Белов Н.В. Химия и кристаллохимия силикатов кальция. V Всесоюз. совещ. по химии цемента: Тез докл. М. 1978. С. 23–29.

14. Загороднюк Л.Х., Сумской Д.А., Золотых С.В., Канева Е.В. Получение вяжущих композиций для теплоизоляционных растворов в вихревой струйной мельнице // Вестник БГТУ им. Шухова. 2017. №2. С. 25–35.

15. Загороднюк Л.Х., Сумской Д.А., Золотых С.В., Канева Е.В. Микроструктура продуктов гидратации вяжущих композиций, полученных в вихревой струйной мельнице // Вестник БГТУ им. Шухова. 2017. №3. С.9–18.

Поступила в марте 2018 г.

© Сумской Д.А., Загороднюк Л.Х., Жерновский И.В., 2018

D.A. Sumskoy, L.K. Zagorodnyuk, I.V. Zhernovsky

PECULIARITIES OF FORMATION OF CRYSTALLINE NOVELTIES

IN BENDING COMPOSITIONS DEPENDING ON TECHNOLOGY THEIR PREPARATION

In this paper, we present the results of an x-ray study of the mineral composition of crystalline neoplasms of astringent hydration hardening compositions obtained on the basis of Portland cement and an aluminosilicate additive, perlite waste. The results of studies on the effect of the technology of preparing astringent compositions in a vortex jet mill on the formation of crystalline neoplasms in cement systems are presented. The features of grinding processes are studied and the technological and physicochemical properties of the resulting knitting compositions are determined. The microstructure of cement stones obtained from activated Portland cement and astringent compositions in a vortex jet mill was studied by electron microscopy. It has been established that open pores of cement-binding compositions prepared using perlitic fillers are filled with neoplasms. As a result of the carried out studies of grinding perlite grains in a vortex jet mill, it has been established that the perlite grains have a plate-prismatic shape, which can be clearly seen in micrographs. The microstructure of astringent compositions has a dense structure due to a rationally selected composition, the use of an effective mineral filler-perlite waste, which create additional substrates for the formation of the internal microstructure of the composite, and mechanochemical activation of the raw mix, which makes it possible to obtain composites with predetermined properties. Analysis of the microstructure of astringent compositions indicates the formation of a dense fused structure due to a rationally selected composition, the use of an effective mineral filler-pearlitic waste, creating additional substrates for the formation of the internal microstructure of the composite, and further activating the raw mix to produce composites with specified properties. The features of the formation of crystalline phases are determined depending on the technology of preparation of astringent compositions.

Keywords: astringent compositions, vortex jet mill, wastes of perlite sand production, crystalline neoplasms, physical and mechanical parameters.

REFERENCES

1. Chernysheva N.V. Use of technogenic raw materials to increase water resistance of composite gypsum binder. Building materials. 2014. no. 7, pp. 53–56.
2. Lesovik V., Tschernyschova N., Drebezkova M. Nanodisperse silica-containing raw materials for increasing the efficiency of fast-setting compositional binders (Nanodisperse kieselsäurehaltige Rohstoffezur Verbesserungder Effizienzschneider härtender Bindemittel mischungen). 2. Weimar Gypsum Conference - Weimar, 26-27 March, 2014, pp. 259–266.
3. Elistratkin M.Yu., Lesovik V.S., Kogut E.V., Kuprina AA The destroyed buildings and structures are an effective raw material for the production of clay mortars. Intellectual Building Composites for Green Building: an international scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of the Honored Scientist of the Russian Federation, Corresponding Member of RAASN, Doctor of Technical Sciences, Professor Valery Stanislavovich Lesovik. 2016, pp. 291–299.
4. Chernysheva N.V., Drebezkova M.Yu. Composite gypsum binder with mineral admixture of concrete. Increase of production efficiency and application of gypsum materials and products. Materials of the VII International Scientific and Practical Conference on Gypsum. M., Publishing house "De Nova". 10-12 September, 2014, pp. 239–243.
5. Kuprin A.A., Lesovik V.S., Elistratkin M.Yu., Ginzburg A.V. Composite binders for effective mortars. Effective building composites Scientific and practical conference for the 85th anniversary of the Honored Scientist of the Russian Federation, Academician of RAASN, Doctor of Technical Sciences Bazhenov Yuri Mikhailovich. Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov. 2015, pp. 322–331.
6. Minakov S.V., Elistratkin M.Yu. On the choice of components of composite astringents // Modern building materials, technology and design. Materials of the International Scientific and Practical Conference, dedicated to the 95th anniversary of the FGBOU HPE "GGNTU named after MD Millionshchikov." The Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education "Grozny State Oil Technical University named after Academician M.D. Millionschikov "(FSBBOU HPE" GGNTU ")", Grozny. 2015, pp. 365–370.
7. Kuprin A.A., Elistratkin M.Yu., Kulik N.V. Available modifier for masonry solutions. Modern building materials, technology and construction Materials. International scientific and practical conference dedicated to the 95th anniversary of the FSBEI HPE "GGNTU named after MD Millionshchikov." The Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education "Grozny State Oil Technical University named after Academician M.D. Millionschikov "(FSBBOU HPE" GGNTU ")", Grozny. 2015, pp. 370–376.
8. Popov D.Yu., Degtev Yu.V., Lesovik R.V., Elistratkin M.Yu., Magomedov ZG, Hao C.T.

Composite binders for the production of self-compacting fine-grained decorative concrete. Effective building composites Scientific and practical conference for the 85th anniversary of the Honored Scientist of the Russian Federation, Academician of RAASN, Doctor of Technical Sciences Bazhenov Yuri Mikhailovich. Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov. 2015, pp. 514–522.

9. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.H., Tolmacheva M.M., Smolikov A.A., Shekina A.Y., Shakarna M.H.I. Structure-formation of contact layers of composite materials. Life Science Journal. 2014, vol. 11, no. 12, pp. 948–953.

10. Sapelin A.N., Bessonov I.V., Elistratkin M.Yu. Constructional and heat-insulating materials based on aluminosilicate microspheres. Science-intensive technologies and innovations Jubilee International scientific-practical conference dedicated to the 60th anniversary of BSTU named after V.G. Shukhova (XXI scientific readings). 2014, pp. 325–330.

11. Chernysheva N.V., Drebezgova M.Yu. Composite gypsum binder with mineral admixture of concrete scrap. Increase of production efficiency and application of gypsum materials and products.

Materials of the VII International Scientific and Practical Conference on Gypsum. M., Publishing house "De Nova". 10-12 September, 2014, pp. 239–243.

12. Murtazaev S.-A. Yu., Chernysheva N.V., Alaskhanov A.H., Saidumov M.S. Use of composite gypsum binders on technogenic raw materials in the production of wall materials. Proceedings of the Grozny State Petroleum Technical University. acad. M.D. Millionaire. Terrible, 2011, Issue. 11, pp. 161–167.

13. Belov N.V. Chemistry and crystal chemistry of calcium silicates. V Vsesoyuz. sovshch. on chemistry of cement: Tez dokl. M.1978, pp. 23–29.

14. Zagorodnyuk L.H., Sumskaya D.A., Zolotykh S.V., Kaneva E.V. Obtaining knitting compositions for heat-insulating solutions in a vortex jet mill. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2017, no.2, pp. 25–35.

15. Zagorodnyuk L.H., Sumskaya DA, Zolotykh SV, Kaneva E.V. Microstructure of the products of hydration of astringent compositions obtained in a vortex jet mill. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2017, no. 3, pp. 9–18.

Information about the author

Dmitry A. Sumskoy, Postgraduate student.

E-mail: pr9nik2011@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostyukova st., 46.

Liliya K. Zagorodnyuk, PhD, Professor.

E-mail: zagorodnyk.lh@bstu.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostyukova st., 46.

Igor V. Zhernovsky, PhD, Professor.

E-mail: zhernovsky.igor@mail.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, Kostyukova st., 46.

Received in March 2018