

УДК 691.541+695.512

Шелихов Н.С. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: shelihev@kgasu.ru

Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор

E-mail: rahimov@kgasu.ru

Сагдиев Р.Р. – ассистент

E-mail: ruslan-kgasu@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Требования к сырью для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих

Аннотация

Разработаны требования к карбонатно-глинистому сырью для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих. Этим требованиям соответствуют основные месторождения карбонатных пород и глин Татарстана. На примере нескольких месторождений РТ показана возможность использовать местное карбонатное сырье с различным содержанием MgO для производства гидравлической извести и романсцемента. Организация производства романсцемента и гидравлической извести позволят снизить дефицит портландцемента в регионе, за счет их применения в бетонах и растворах.

Ключевые слова: карбонатно-глинистое сырье, состав, требования к сырью, обжиг, гидравлическая известь, романсцемент.

Введение

Бетон и железобетон в ближайшей перспективе остаются основными конструкционными материалами в общей номенклатуре современных строительных материалов. Используемый для их изготовления портландцемент и его разновидности характеризуются целым рядом показателей высокой энергоемкости. Вследствие этого актуальными остаются проблемы разработки менее энергоемких гидравлических вяжущих веществ. Примером таких вяжущих являются не заслуженно забытые строителями гидравлическая известь и романсцемент, относящиеся к группе низкообжиговых гидравлических вяжущих, поскольку получаются при температурах, не приводящих к спеканию обжигаемых материалов.

Романсцемент и гидравлическая известь могут быть альтернативой цементу по энергоемкости и металлоемкости производства, экологии, стоимости особенно в регионах, где производство цемента отсутствует или имеет место его дефицит, а также снизить цементоемкость строительства. Они могут успешно применяться для производства сухих строительных смесей, низкомарочных растворов и бетонов, потребность которых составляет около 39 млн. м³/год, и других строительных материалов на основе местного минерального сырья.

С середины 20 века интерес к романсцементу и гидравлической извести стал снижаться и в настоящее время в России их практически не производят. С одной стороны это связано с невысокой прочностью, а с другой стороны с доломитизацией карбонатного сырья. Более 60 % всех разведенных месторождений известняков РФ являются магнезиальными [1] и не пользуются спросом для получения вяжущих веществ. В тоже время результаты ряда исследований показали, что наличие в сырьевых материалах MgO не вызывает отрицательных эффектов при гидратации и твердении романсцемента и гидравлической извести, если обеспечена его гидратационная активность [2, 3, 4].

Альтернативы магнийсодержащему сырью в ряде регионов РФ, в том числе и Татарстане, нет, вследствие этого технологии получения романсцемента и гидравлической извести должны разрабатываться на местном сырье, в том числе и на доломитах, для чего в первую очередь необходимо установить требования к сырью. Как показал анализ научно-технической литературы, на сегодняшний день таких требований нет.

Цель настоящей работы: на основе анализа нормативно-технических документов, научных работ, состава и свойств низкообжиговых гидравлических вяжущих, а также сырья месторождений Татарстана, установить требования к сырью для получения романцемента и гидравлической извести по составу, свойствам и содержанию основных компонентов.

Результаты и обсуждение

В работе [5] авторами настоящей статьи был проведен ретроспективный анализ получения, исследования и применения низкообжиговых гидравлических вяжущих, романцемента и гидравлической извести, который вскрыл существующие проблемы. Часть проблем связана с использованием для производства романцемента и гидравлической извести местного минерального сырья.

Сырьем для получения гидравлической извести могут служить мергелистых известняки с содержанием тонкодисперсных глинистых и песчаных примесей от 6 до 25 % или искусственные смеси аналогичного состава.

Основными составными частями гидравлической извести являются свободные окиси кальция и магния, а также силикаты и алюминаты кальция, присутствием которых обуславливаются гидравлические свойства этого вяжущего. В соответствии с российским стандартом¹ гидравлическая известь подразделяется на слабогидравлическую и сильногидравлическую и по химическому составу должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 1.

Таблица 1

Требования к гидравлической извести

Химический состав	Содержание, % по массе для	
	слабогидравлической	сильногидравлической
Активные CaO+MgO	40-65	5-40
Активная MgO	не более 6	не более 6
CO ₂	не более 6	не более 5

Прочность гидравлической извести в возрасте 28 суток в условиях твердения по установленным нормам должна быть не менее следующих значений. При изгибе –0,4 МПа для слабогидравлической и 1,0 МПа для сильногидравлической; При сжатии –1,7 МПа для слабогидравлической; и 5,0 МПа для сильногидравлической.

Как видно, прочностные показатели невысокие, а содержание MgO ограничено шестью процентами. Ограничение содержания MgO связано, очевидно, с опасностью его пережога при использовании обычных обжиговых схем с температурой обжига 1000-1100° С. В отличие от российских норм, западные нормы более точно определяют как состав гидравлической извести, так и степень гидравличности, рассчитываемую по гидравлическому (основному) модулю:

$$m = \frac{\%CaO}{\%Al_2O_3 + \%SiO_2 + \%Fe_2O_3}. \quad (1)$$

Например, французские нормы, приведенные В.Н. Юнгом [6], в основу которых положены еще классификационные принципы Вика, давали следующее данные о гидравлической извести (табл. 2). В нормах представлены пять типов гидравлической извести (в российских нормах – только 2).

Следует отметить, что классификация Вика отражает условия производства во Франции, где применение гидравлической извести с давних пор значительно развито.

Основной модуль для гидравлической извести по данным отечественной научно-технической литературы [7] находится в пределах 1,7-9. Для сильногидравлической извести 1,7-4,5. Для слабогидравлической 4,5-9.

¹ ГОСТ 9179-77 Известь строительная. Технические условия.

Таблица 2
Классификация гидравлических извести по Вика

Вид гидравлической извести	Глинистые вещества, %	Индекс гидравличности		Основной модуль	Сроки твердения, сутки
		% глин. вещ. % CaCO ₃	% глин. вещ. % CaO		
Слагогидравлич.	5,3-8,2	0,05-0,09	0,10-0,18	10-8,25	16-30
Среднегидравлич.	8,2-14,8	0,09-0,17	0,16-0,31	8,25-3,2	10-15
Обычная гидравлич.	14,8-19,1	0,17-0,22	0,31-0,42	3,2-2,4	5-9
Сильногидравлич.	19,1-21,8	0,22-0,28	0,42-0,50	2,4-2,0	2-4
Пределальная	21,8-28,7	0,28-0,38	0,50-0,65	2,0-1,55	1

В табл. 3 представлены требования к гидравлической извести по современным западно-европейским нормам². Как следует из сравнения прочностных показателей таблицы с нормативами ГОСТ 9179-77, европейские требования практически соответствуют отечественным требованиям для одинаковых типов извести.

Таблица 3
Гидравлические извести по европейским нормам

Наименования гидравлической извести	Степени гидравличности по R ₂₈ , МПа известь: песок, 1:1,3	Основные компоненты, характерные данные
NHL (Natural Hydraulic Limes) – природные гидравлические извести без добавок, в том числе: - высоко гидравлическая NHL 5; - умеренно гидравлическая NHL 3,5; - слабо гидравлическая NHL 2.	5 3,5 2	Вырабатываются без добавок в виде гидратированных порошков из глинистого или кремнезёmistого известняка при температуре обжига не более 1250 °C.
NHL-Z – природные гидравлические извести с добавками		Содержат до 20 % пущлановых и других гидравлических добавок (вплоть до золы и цемента).
HL (Hydraulic Limes) – гидравлические извести (искусственные)		Смеси гидроксида кальция, силикатов кальция, алюминатов кальция «и другого» (нередко включая золу и цемент).

Гидравлическая изесть может успешно заменять портландцемент при изготовлении сухих строительных смесей, низкомарочных бетонов и растворов. Есть примеры использования гидравлической извести для автоклавных ячеистых бетонов.

Сырьем для получения романцемента служат сильно мергелизованные известняки или мергели, содержащие 25 % и более глинистых примесей, а также искусственные смеси подобных составов. В некоторых странах, например в США и Бельгии [6], термин романцемент не употреблялся, и рассматриваемый продукт называли натуральным цементом. Обычно романцемент содержит от 35 до 45 % силикатных составляющих (включая полуторные окислы). По данным К. Шоха [8 с. 273], кроме CaO в состав романцемента может входить также в значительном количестве MgO, причем основные его свойства от этого не изменяются. Подтверждая возможности использования сырья с высоким содержанием MgO, в работе [9] предложено гидравлическое вяжущее на основе глины и доломита (MgO=21 %). Наиболее высокие прочностные показатели получены при содержании доломита 30 % и температуре обжига 750°C.

² DIN EN 459 1-2010. Building lime. Definitions, specifications and conformity criteria.
DIN EN 459 3 -2011. Building lime. Conformity evaluation.

Следует отметить, что работ по исследованию низкообжиговых гидравлических вяжущих, в частности, романцемента мало, а в действующих на сегодняшний день отечественных нормах вообще отсутствует упоминание о романцементе. Отдельные сведения имеются в учебно-научной литературе [7, 8], а также в не действующих на сегодняшний день старых нормах. В соответствии с ними романцемент имел следующие характеристики (табл. 4).

Романцемент с близкими к этим характеристикам казателями впервые был получен авторами в КГАСУ из мергелей Чишмабашского месторождения РТ в 2001 году [10].

Для получения романцемента в работе [11] применялось сырье из местных месторождений – глина четвертичного периода (месторождение Спартакс, Латвия), глина (красная) девонского периода (месторождение Лиепа, Латвия) и доломит (месторождение Кранциемс, Латвия).

Таблица 4
Характеристики романцемента

Марки романцемента	Прочность при сжатии, МПа в возрасте		Тонкость помола	
	7 суток	28 суток	Номер сетки	остаток, %
25	1,2	2,5		
50	2,5	5,0	02	10
100*	5,0	10	08	25
150	7,5	15		

* по данным [6] до 100.

При соотношение $\text{CaO}/\text{MgO} = 1,6$ установлено, что основные кристаллические фазы после обжига синтезированных смесей те же, что и у обожженного доломитового мергеля: кварц (SiO_2), известь (CaO), двухкальциевый силикат ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), трехкальциевый алюминат ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), геленит ($2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_5\cdot\text{SiO}_2$) и периклаз (MgO).

В табл. 5 приведены химические составы романцементов, производимых в разное время в России и за рубежом. Как следует из таблицы и в России, в Германии и в США в составы романцементов входило значительное количество MgO (до 21 %), что свидетельствует о широком использовании доломитов.

Таблица 5
Составы романцемента

Химический состав	Количество, %			
	Россия [6]	Германия [8]	Англия [8]	США ³
CaO	41,6	45,63-53,59	55	33,7-37,6
MgO	18,2	1,43-4,53	-	16,65-20,94
SiO_2	22,2	22,58-35,28	25	22,75-24,30
Al_2O_3	9,4	5,84-10	8-10	5
Fe_2O_3	4,8	3-5	8-12	7,22
остальное	3,8	-	до 4	-

В КГАСУ также проведены исследования по использованию магнийсодержащего сырья для получения романцемента [3, 4, 12]. Полученные данные показали возможность получения романцемента из карбонатно-глинистого сырья Татарстана при коэффициенте насыщения, $\text{KH} = 0,8$ и содержании в карбонатной части сырья MgO до 21 %.

Рассмотрим существующие требования к сырью.

Карбонатное сырье

Наиболее распространенным карбонатным сырьем в Татарстане являются доломитизированные известняки и известковистые доломиты, усредненный химический состав которых соответствует пунктам «В-Ж» табл. 6.

³ ASTM Standard Performance Specification for Hydraulic Cement.

Анализ работ [1, 13] по использованию карбонатного сырья месторождений Татарстана показал, что в республике вообще не добывается сырье для производства гидравлических вяжущих (портландцемента, гидравлической извести, романцемента). По информационной базе ЦНИИГеолнеруда (Садыков Р.К., Сенаторов П.П.) известно лишь несколько месторождений достаточно чистых известняков [13]. Преимущественно известняки доломитизированы. Степень доломитизации даже в пределах одного месторождения различна, от 1,1 % до 21,5 %. Общий анализ состава карбонатных пород показывает, что в сырье одного месторождения количество оксида магния может изменяться от уровня примеси до уровня основного компонента (например, от 1,23 до 17, 72 %). Это особенно важно при использовании обжиговых технологий для производства строительных материалов. Например, при производстве вяжущих режим обжига, настраиваемый обычно на максимальный выход основного компонента, приводит либо к пережогу MgO, либо к недостаточному выходу MgO или CaO, или того и другого и способствует образованию при обжиге сырья минералов с разной гидратационно-временной способностью.

Таблица 6

Классы карбонатных пород для производства извести

Содержание, %	Класс						
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
CaCO ₃ , не менее	92	86	77	72	52	47	72
MgCO ₃ , не более	5	6	20	20	45	45	8
Глинистые примеси (SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃), не более	3	8	3	8	3	8	20

Единственным нормативным документом как то устанавливающим требования к сырью для получения гидравлической извести является отраслевой стандарт⁴. В соответствии с ним, состав карбонатных пород должен отвечать требованиям, изложенным в табл. 6.

Для гидравлической извести рекомендуется использовать сырье группы «Ж» с гидравлическим модулем 2,22 и выше. Однако сырье группы «Б», имеющее модуль гидравличности 6,4 и выше тоже может быть использовано для получения слабогидравлической извести.

В научно-технической литературе приводятся данные о использовании карбонатного сырья и с более широким интервалом содержания полуторных окислов и карбоната магния. Например, В.Н. Юнг [6] приводит данные об использовании карбонатного сырья с содержанием CaCO₃ от 70 до 90 %, MgCO₃ до 10 %, полуторных окислов от 10 до 30 %. А по данным К. Шоха [8, с. 24] еще в 30-ые годы 20 века для производства гидравлической извести в Германии использовались доломитовые мергели Вюртенберга с содержанием MgCO₃ до 40 %.

А.В. Волженский [7] приводит следующую классификацию карбонатного сырья для производства воздушной и гидравлической извести (табл. 7). В таблице приведен новый вид гидравлической извести – магнезиальная гидравлическая.

Требования к карбонатному сырью для производства романцемента можно найти только в научно-технической литературе. Нормативные требования на сегодняшний день отсутствуют. В общем случае карбонатное сырье для романцемента должно обеспечивать такое соотношение между карбонатной и глинистой составляющей, чтобы весь CaO, образующийся при обжиге, связывался в силикаты, алюминаты и ферриты. Это достигается при использовании в качестве сырья известковых мергелей и мергелей с содержанием глинистых составляющих не менее 25 % (табл. 8). Гидравлический модуль романцемента 1,1-1,7.

⁴ ОСТ 21-27-76 Породы карбонатные для производства строительной извести. ТУ.

Таблица 7

Классификация карбонатного сырья для производства извести

Сырье	Содержание, %			Вид получаемой извести
	CaCO ₃	MgCO ₃	глина	
Известняк:				
- чистый;	95-100	0-3	0-2,5	Маломагн. жирн.
- обычный;	87-95	0-3	3-8	Маломагн. тощ.
- мергелистый;	75-90	0-5	8-25	Гидравлическая
- доломитизированный.	75-90	5-20	0-8	Магнезиальная
Доломит	55-75	25-45	0-8	Доломитовая
Доломитизированный мергелистый известняк	50-70	5-25	8-30	Магнезиальная гидравлическая

Анализ научно-технической литературы показывает, что в разное время для романсцемента использовалось карбонатное сырье с содержанием:

- CaCO₃ от 56 до 72 %;
- MgCO₃ от 1 до 7 % (иногда до 40 %);
- глинистые составляющие остальное.

Таблица 8

Классификация сырья по соотношению известняк-глина

Название пород	Состав, %	
	Известняк	Глина
Известняк	98-100	2-0
Мергелистый известняк	90-95	10-5
Известковый мергель	75-90	25-10
Мергель	40-75	60-25
Глинистый мергель	10-40	90-60
Мергелистая глина	2-10	98-90
Глина	0-2	100-98

В табл. 9 представлены требования к сырью по соотношению между компонентами. Требования созданы для портландцементного сырья, но могут являться основой при разработке требований на сырьё для производства низкообжиговых гидравлических вяжущих.

Таблица 9

Требования к основным сырьевым компонентам по содержанию CaO

№ п/п	Наименование основного сырьевого компонента	Требования по содержанию CaO, %	
		РФ [14]	EN ⁵
1	Карбонатный компонент	45-56	CaO/SiO ₂ ≥ 2
2	Мергели «натуралы»	40-44	-
3	Глинистый компонент - I группа - II группа	менее 15 от 4 до 15	до 10- -

Глинистое сырье

Использование искусственных смесей для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих дает возможность использовать сырье практически любого содержания. Расчетом и подбором заданного состава можно нивелировать пределы изменения химического состава сырья. Практически все работы, анализируемые в настоящей работе обзоре [2, 3, 4, 9, 12] использовали искусственные смеси, причем одним из компонентов был доломит.

⁵ DIN EN 15368 – Hydraulic binder for non-structural applications – Definition, specifications and conformity criteria.

Одной из двух основных составляющих сырья для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих являются глины. Глинистое сырье для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих в научной и технической литературе не выделяется и требования к нему отсутствуют. На определенном этапе исследований можно использовать требования к химическому составу глинистых пород для производства портландцемента с учетом поправок в дальнейшем. Требования представлены в табл. 10.

Соотношение между компонентами искусственных смесей можно установить по коэффициенту насыщения, предложенному Кюлем в 30-х годах для расчета сырьевой смеси портландцемента. Без учета свободной CaO коэффициент выражается формулой:

$$KH = \frac{CaO - (1,65Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)}{2,8SiO_2}. \quad (2)$$

Таблица 10

**Ориентировочные требования к химическому составу глинистых пород
для производства портландцемента [14]**

Окислы	Содержание в %	Примечание
CaO	Не ограничивается	-
MgO	Допустимое содержание MgO в глинистом компоненте зависит от содержания ее в карбонатном компоненте. При этом следует исходить из того, что содержание MgO в клинкере для портландцемента было не более 5%, а для магнезиального портландцемента не более 10 %	
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Содержание этих окислов, в сочетании с их количеством в карбонатном компоненте должно обеспечивать получение необходимых значений коэффициента насыщения кремнеземного и глиноземного модулей в сырьевой смеси и клинкере (с учетом возможности введения корректирующих добавок)	
R ₂ O	Желательно не более 3-4	-
SO ₃	Желательно не более 1	Особенно нежелательно присутствие сульфатной серы, связанной с гипсом

Учитывая то, что сырье при получении романцемента обжигается не до спекания и твердофазовые реакции между кремнеземом и оксидом кальция приводят к образованию лишь низкоосновных силикатов (в основном 2CaOSiO₂), коэффициент насыщения принимает вид:

$$KH = \frac{CaO - (1,65Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)}{1,86SiO_2}. \quad (3)$$

Допустимое содержание оксида магния для портландцементного сырья представлено в табл. 11 по данным [15].

Как следует из таблицы, суммарное содержание MgO в сырье допускается до 11 %, даже при возможности образования периклаза при температуре обжига 1350°C.

Так как температура получения гидравлической извести и романцемента всего 800-900° и вероятность образования периклаза при этих температурах меньше, появляется возможность расширения интервала содержания MgO в сырье для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих за счет использования доломитов. Примером этого являются результаты работ по использованию карбонатно-глинистого сырья РТ для получения гидравлических вяжущих, в том числе и работы авторов [2, 3]. Основным компонентом сырьевой смеси являлся доломит с содержанием MgO до 21 %.

Нормированное содержание примесей в карбонатно-глинистом сырье для цементного производства представлено в табл. 12 по данным⁶ [15].

⁶ DIN EN 197-1-2011. Composition, specifications and conformity criteria for common cements.
ASTM C 150/C 150M. Standard Specification for Portland Cement.
ASTM Standard Performance Specification for Hydraulic Cement.

Таблица 11

Предельно допустимое содержание MgO в сырье⁷ [15]

Содержание MgO в глинистых породах, %	Карбонатные породы с содержанием CaO, %				
	56	53	50	47	45
	Содержание MgO, % не более				
0		4,052	3,76	3,56	3,37
2		3,52	3,41	3,33	3,26
4		2,99	3,06	3,11	3,16
6		2,46	2,71	2,89	3,05
8		1,92	2,35	2,67	2,95

Поскольку эти нормы не противоречат стратегии получения низкообжиговых гидравлических вяжущих (гидравлической извести и романцемента), то их можно использовать для оценки местного сырья.

Таблица 12

Нормируемое содержание вредных примесей в сырье

№ п/п	Наименование оксида	Допустимое содержание в сырьевых компонентах, % не более по нормам					
		Карбонатном			Глинистом		
		РФ	DIN EN	ASTM	РФ	DIN EN	ASTM
1	MgO	4	5*	до 6*	6	-	-
2	SO ₃	1,3	4*	до 6*	5	-	-
3	K ₂ O+Na ₂ O	1	-	0,5	3,5-5,0	0,5	0,5
4	P ₂ O ₅	0,4	-	-	0,6	-	-
5	TiO ₂	-	-	-	2,0	-	-
6	ион Cl	0,015	0,05	0,05	0,015	0,05	-

*суммарное содержание в карбонатном и глинистом сырье

Анализ химического состава глинистого сырья из числа средних и крупных месторождений РТ показал, что они соответствует требованиям по содержанию CaO. Содержание вредных примесей также не превышает допустимых значений.

На основании выше приведенного анализа составов сырья, а также выборки существующих требований к составам, компонентам и примесям, в табл. 13 представлены обобщенные требования к составам, которые предлагаются для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих.

Сопоставление требования с составами карбонатно-глинистого сырья эксплуатируемых месторождений РТ показало, что сырье ряда месторождений этим требованиям соответствует и может быть использовано для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих [2, 4, 10].

Для подтверждения вышесказанного, из карбонатного сырья Матюшенского месторождения и глинистого сырья Кощаковского месторождения РТ, с учетом требований к карбонатно-глинистому сырью, табл.13, были составлены сырьевые смеси, рассчитанные по коэффициенту насыщения: КН=0,8 – для романцемента и КН=1,3 – для гидравлической извести.

⁷ ASTM C91 / C91M – 12. Standard Specification for Masonry Cement

Таблица 13

Рекомендуемые составы сырья для производства гидравлической извести и романсцемента

№ п.п.	Соединения	Содержание в сырье, %	
		Для гидравлической извести	Для романсцемента
1.	CaCO ₃ ,	50-70	50-70
2.	MgCO ₃	0-45*	0-45**
3.	Al ₂ O ₃	4-10	4-10
4.	SiO ₂	4-15	10-25
5.	Fe ₂ O ₃	2-4	2-4
6.	Суммарное содержание SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	6-25	не менее 25
7.	Na ₂ O+K ₂ O	до 1	до 1
8.	Свободного SiO ₂ (в виде песка)	до 3	до 3

* Магнезиальная гидравлическая известь. ** Магнезиальный романсцемент

Проведен обжиг, установлены его оптимальные параметры, получены гидравлическая известь и романсцемент, а также установлены зависимости прочности вяжущих от температуры, длительности обжига и коэффициента насыщения.

Результаты следующие:

- оптимальные температуры обжига 850-950 °C;
- изотермическая выдержка 200-300 мин;
- помол сырья до муки с удельной поверхностью $S_{уд}=250 \text{ м}^2/\text{кг}$.

При КН=0,8 для романсцемента и КН=1,3 для гидравлической извести, прочность романсцемента – 22 МПа. Группа извести – сильно гидравлическая, прочность извести 13 МПа. Группа извести – слабо гидравлическая, прочность извести 7,5 МПа. Значения прочности не менее, чем у существующих современных аналогов.

Выводы

Анализ литературы показал, что в качестве сырья для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих (гидравлической извести и романсцемента) в различное время использовались как природные, так и искусственные карбонатно-глинистые смеси с содержанием MgO до 21 %, при этом российские технические требования к сырью и нормы на романсцемент в технической литературе отсутствуют.

Критический анализ требований к цементному сырью и проведенные исследования сырья РТ позволили сформировать требования по составу сырья для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих (гидравлической извести и романсцемента).

Установлено, что по минералогическому и химическому составам карбонатно-глинистое сырье ряда месторождений РТ пригодно для получения низкообжиговых гидравлических вяжущих.

Установлены технические свойства гидравлической извести и романсцемента, в том числе марки по прочности. Марка романсцемента «200». Группа извести – сильно гидравлическая, прочность извести 13 МПа. Группа извести – слабо гидравлическая, прочность извести 7,5 МПа. Значения прочности не менее, чем у существующих современных аналогов

Список библиографических ссылок

1. Садыков Р.К., Сенаторов П.П. Минерально-сырьевая база промышленности строительных материалов Приволжского федерального округа // Строительные материалы, 2006, № 8. – С. 53-55.
2. Шелихов Н.С., Рахимов Р.З. Комплексное использование карбонатного сырья для производства строительных материалов // Строительные материалы, 2006, № 9. – С. 40-42.
3. Сагдиев Р.Р., Шелихов Н.С. Бесклинкерные гидравлические вяжущие на основе карбонатно-глинистого сырья с повышенным содержанием карбоната магния // Известия КГАСУ, 2012, № 2 (20). – С. 194-200.

4. Шелихов Н.С., Сагдиев Р.Р., Рахимов Р.З., Стоянов О.В. Романцемент низкотемпературного обжига // Вестник Казанского технологического университета, 2013, т. 16, № 19. – С. 62-66.
5. Шелихов Н.С., Рахимов Р.З., Сагдиев Р.Р., Стоянов О.В. Низкообжиговые гидравлические вяжущие. Проблемы и решения // Вестник Казанского технологического университета, 2014, т. 17, № 2. – С. 59-65.
6. Юнг В.Н. Введение в технологию цемента. – М.: Госстройиздат, 1938. – 404 с.
7. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества, 4-ое издание. – М.: Стройиздат, 1986. – 476 с.
8. Шох К. Строительные вяжущие вещества / Пер. с нем. Ч. 1. – М.: Госстройиздат, 1934. – 303 с.
9. Ширин-Заде И.Н. Структура глинодоломитовых композиционных материалов // Строительные материалы, 2010, № 3. – С. 33-34.
10. Shelikhov N.S., Rahimov R.Z. Hydraulic lime and romancement from mineral raw material of Tatarstan // Non-Traditional Cement and Concrete. III. International Symposium. Brno, 2008. – P. 712-718.
11. Барбане И., Витыня И., Линдыня Л.. Исследование химического и минералогического состава романцемента, синтезированного из латвийской глины и доломита // Строительные материалы, № 1, 2013. – С. 40-43.
12. Шелихов Н.С., Рахимов Р.З., Сагдиев Р.Р., Стоянов О.В. Гидравлическая известь и романцемент на магнезиальном сырье. Влияние температуры и длительности обжига на активность MgO // Вестник Казанского технологического университета, 2014, т. 17, № 2. – С. 119-123.
13. Методическое руководство по поискам, оценке и разводке твердых нерудных полезных ископаемых Республики Татарстан, Часть 1. – Казань: Из-во КГУ, 1999. – 256 с.
14. Справочник по производству цемента. Под ред. Холина И.И. – М.: Госстройиздат, 1963. – 851 с.
15. Краткий справочник технолога цементного завода. Под редакцией д-ра техн. наук, проф. И.В. Кравченко. – М.: Стройиздат, 1974 . – 302 с.

Shelikhov N.S. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: shelihov@kgasu.ru

Rahimov R.Z. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: rahimov@kgasu.ru

Sagdiev R.R. – assistans

E-mail: ruslan-kgasu@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The requirements to raw materials for obtaining hydraulic binder with low temperature calcination

Resume

The analysis of the literature is showed, that by raw material for obtaining hydraulic binders with low temperature calcinations (hydraulic lime and romancemetnt) in various time were used natural and artificial the carbonate-clay mixes with the contents MgO up to 21 %. The russian specifications for raw material and the standards on romancement in the technical literature are absent.

The critical analysis of the requirements to raw material for portlandcement and the conducted researches of raw material PT have allowed to generate the requirements on a structure of raw material for obtaining low temperature calcinations hydraulic binders (hydraulic lime and romancemetnt).

Is established, that mineral and chemical compositions the carbonate – clay raw material of a series of deposits of Tatarstan is suitable for obtaining hydraulic binders with low temperature calcinations.

The technical properties of hydraulic binders were established, including mark on strength. The mark of romancement – «200». Group of lime – hardly hydraulic, strength – 13 MPa. Group of lime – poorly hydraulic, strength – 7,5 MPa. Values of strength not less, than for existing modern analogs.

Keywords: carbonate and clay raw materials, composition, requirements to raw materials, calcinations, hydraulic lime, romancement.

Reference list

1. Sadykov R.K., Senatorov P.P. Mineral resources base of the building materials industry Volga Federal District // Building Materials, 2006, № 8. – P. 53-55.
2. Shelichov N.S., Rakhimov R.Z. Integrated use of carbonate raw materials for the production of building materials // Building Materials, 2006, № 9. – P. 40-42.
3. Sagdiev R.R., Shelichov N.S. No clinkers hydraulic binders based on carbonate-clay raw materials with a high content of magnesium carbonate // News of the KSUAE, 2012, № 2 (20). – P. 194-200.
4. Shelichov N.S., Sagdiev R.R., Rakhimov R.Z., Stoyanov O.V. Romantsement low temperature roasting // Bulletin of the Kazan University of Technology, 2013, v. 16, № 19. – P. 62-66.
5. Shelichov N.S., Rakhimov R.Z., Sagdiev R.R., Stoyanov O.V. Low calcined hydraulic binders. Problems and solutions // Bulletin of the Kazan University of Technology, 2014, vol 17, № 2. – P. 59-65.
6. Jung V.N. Introduction to cement. – M.: Gosstroizdat, 1938. – 404 p.
7. Volzhensky A.V., Burov Y.S., Kolokolnikov V.S. Mineral binders, 4-th edition. – M.: Stroyizdat, 1986. – 476 p.
8. K. Schoch Building binders / Per. with it. P. 1. – M.: Gosstroizdat, 1934. – 303 p.
9. Shirin-Zadeh I.N. Clay-dolomit structure composite materials // Building Materials, 2010, № 3. – P. 33-34.
10. Shelikhov N.S., Rakhimov R.Z. Hydraulic lime and romancement from mineral raw material of Tatarstan // Non-Traditional Cement and Concrete. III. International Symposium. Brno, 2008. – P. 712-718.
11. Barban I., Vitynya I., Lindynya L. Study chemical and mineralogical composition romantsementa synthesized from Latvian clay and dolomite // Building materials, № 1, 2013. – P. 40-43.
12. Shelichov N.S., Rakhimov R.Z., Sagdiev R.R., Stoyanov O.V. Hydraulic lime and magnesian romantsement on raw materials. Effect of temperature and duration of firing activity of MgO // Herald of the Kazan University of Technology, 2014, v. 17, № 2. – P. 119-123.
13. Methodological guidance on the search for, evaluation and layout of solid non-metallic minerals of the Republic of Tatarstan, Part 1. – Kazan: From KSU, 1999. – 256 p.
14. Directory cement production. Ed. Choline II. – M.: Gosstroizdat, 1963. – 851 p.
15. Quick Reference technologist cement plant. Edited by Dr. tehn. Sciences, prof. Kravchenko I.V. – M.: Stroyizdat, 1974. – 302 p.