УДК 691.316

Г.В. КУЗНЕЦОВА, инженер (kuznetzowa.gal@yandex.ru),
Н.Н. МОРОЗОВА, канд. техн. наук, В.Г. ХОЗИН, д-р техн. наук
Казанский государственный архитектурно-строительный университет (420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1)

Карбонатные порошки в производстве силикатного кирпича на бездобавочной извести*

Проведено исследование по использованию минеральных порошков природного и искусственного происхождения в производстве силикатного кирпича. В качестве исследуемых отходов рассматривался минеральный порошок из природного карбонатного материала и осажденный карбонат кальция – отход производства сахара. Сравнение фракционного состава осажденного карбоната кальция с природным минеральным порошком показало близость соотношения фракций у осажденного карбоната кальция и природного минерального порошка. Отличия порошков состоят в форме частиц: осажденный карбонат кальция представлен сферическими поликристаллическими сростками кальцита, а природный минеральный порошок – обломками кристаллов кальцита. Производство силикатного кирпича на чистых намывных песках, содержащих частицы размером менее 0,16 мм 0–2%, приводит к увеличению расхода извести. Исследования показали, что карбонатсодержащие материалы увеличивают сырцовую прочность, но загрязненность отходов влияет на автоклавную прочность.

Ключевые слова: карбонаты кальция, отходы, осадок, порошок, прочность.

G.V. KUZNETSOVA, Engineer (kuznetzowa.gal@yandex.ru),
N.N. MOROZOVA, Candidate of Sciences (Engineering), V.G. KHOZIN, Doctor of Sciences (Engineering)
Kazan State University of Architecture and Engineering (1, Zelenaya Street, 420043, Kazan, Russian Federation)

Carbonate Powders in Production of Silica Brick with Straight Lime*

The study of using mineral powders of natural and artificial origin in the production of silica brick has been conducted. Mineral powder from natural carbonate material and precipitated calcium carbonate, waste of sugar production, were considered as studied waste. Comparison of the fractional composition of precipitated calcium carbonate with natural mineral powder shows the closeness of the ratio of fractions of the precipitated calcium carbonate and natural mineral powder. Powders differ in the form of particles: precipitated calcium carbonate is presented as spherical polycrystalline calcite intergrowths and natural mineral powder – as fragments of calcite crystals. The production of silicate brick with clear alluvial sand, containing 0–2% of particles with size less than 0.16 mm, leads to an increase in lime consumption. The study shows that carbonate-containing materials increase the raw strength, but waste pollution affects the autoclave strength.

Keywords: calcium carbonates, waste, sediment, powder, strength.

Горно-обогатительная, металлургическая, химическая и пищевая промышленность и энергетика при производстве основного продукта выпускают и побочные материалы, являющиеся источником техногенного сырья. Одними из широко распространенных отходов промышленности являются карбонатсодержащие материалы.

Отходы дробления горных пород позволяют получать искусственные пески, каменную муку из чистой породы и др. При производстве сахара образуется синтетический осажденный карбонат кальция. В химической промышленности при производстве азотных удобрений образуется конверсионный карбонат кальция [1]. Конверсионный или химически осажденный карбонат кальция получают осаждением кальция из водных растворов нитрата кальция карбонатом аммония. Такой карбонат кальция является мелкодисперсным продуктом (до 90% частиц размером менее 100 мкм). Фильтрационный осадок (дефекат) в мелкодисперсной форме со средними размерами частиц 17 мкм содержит в основном углекислый кальций $CaCO_3$ (60–75% по сухому веществу), 10–15% органических веществ, в том числе белков и углеводов, кальциевые соли щавелевой, лимонной, яблочной кислот и др. Элементный состав осадка включает углекислый магний, азот (0,2–0,7% N), фосфор (0,2–0,9% P_2O_5), калий (0,3–1% K_2O) [2]. Отходы загрязнены примесями, поэтому значительная их часть остается в отвалах предприятий как карбонатный отход производства.

Сравнение фракционного состава осажденного карбоната кальция с природным минеральным порошком показало близость соотношения фракций (размеров зерен) у осажденного карбоната кальция и природного минерального порошка (МП). Отличия состоят в форме частиц: осажденный карбонат кальция представлен сферическими поликристаллическими сростками кальцита, а природный МП – обломками кристаллов кальцита [3].

Производители извести в прайс-листах предлагают к реализации пыль уноса. Известковые производства, которыми располагают заводы силикатного кирпича, сами являются производителями таких отходов, как пыль из фильтров участков дробления и обжиговых печей, отсевы грохота.

С точки зрения сырья для силикатных материалов, содержание кремнезема в породах составляет: ультраосновных (менее 45% SiO_2), основных (45–55% SiO_2), среднекислых (55–65% SiO_2) и кислых (более 65% SiO_2). Содержание SiO_2 в песке для силикатных материалов должно быть по возможности более 70%. Хороший песок должен содержать более 95%, пригодный – более 30% SiO_2 [4].

Проведено исследование по использованию минеральных порошков природного и искусственного происхождения в производстве силикатного кирпича. В качестве исследуемых отходов рассматривался минеральный порошок из природного карбонатного материала и осажденный карбонат кальция производства сахара.

* Работа выполнена по заданию № 7.1955.2014/К в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ.
* The work was executed under the task № 7.1955.2014/K within the framework of the design part of the state assignment in the sphere of scientific activity of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

Таблица 1

Гранулометрический состав песка

Наименование показателя	Номера сит						
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	Менее 0,16
Частные остатки на сите, %	0	0	0,2	0,3	39,2	58,3	2
Полные остатки на сите, %	0	0	0,2	0,5	39,7	98	100

Таблица 2

Влияние карбонатсодержащих добавок на прочностные характеристики силикатного кирпича, изготовленного по прямой технологии с использованием бездобавочной молотой извести

Вид и кол-во добавки, %	Содержание активных CaO+MgO в формовочной смеси, %								
	8			9			10		
	Прочность, МПа		Плотность, кг/м^3	Прочность, МПа		Плотность, кг/м^3	Прочность, МПа		Плотность, кг/м^3
Минеральный порошок									
0	0,45	19,9	1946	0,6	22,2	1946	0,77	24,5	1980
5	0,62	20,3	1979	0,7	25,4	1960	0,85	30,6	2013
10	0,72	27	2013	0,8	27,5	1980	0,89	28,5	2013
20	0,95	28	2013	1,1	28,2	2013	1,26	26	2013
Пыль из фильтра									
0	0,36	23,9	1803	0,43	24,2	1813	0,53	29,7	1846
5	0,49	24,3	1893	0,53	26,5	1903	0,62	30,2	1938
10	0,57	27,8	1983	0,63	28,1	1994	0,66	28,5	2013
Осажденный карбонат									
0	0,36	23,9	1803	0,43	24,2	1813	0,53	29,7	1846
5	0,39	21,2	1847	0,54	17,9	1853	0,61	23,5	1828
10	0,64	18,4	1828	0,7	17,1	1841	0,76	16,8	1816
15	0,82	12,4	1816	0,87	13,1	1810	0,9	11,8	1810

Обжиг проб природного и искусственного порошков при температуре 1000°С показал содержание активных CaO+MgO в природных порошках 92%, в искусственном – 74%. Содержание нерастворимого осадка в осажденном карбонате не превышает 0,5%, в природном – 10%.

Зарубежные технологии, базирующиеся на прямой технологии производства силикатного кирпича с использованием бездобавочной молотой извести, в рецептуре содержат не более 10% извести, так как дальнейшее увеличение экономически невыгодно [5]. Переход от традиционной технологии производства силикатного кирпича с использованием известково-кремнеземистого вяжущего как мелкодисперсного материала к прямой технологии с бездобавочной известью для намывных песков требует увеличения расхода извести до 12%. Это проблема чистых намывных песков, содержащих зерна размером менее 0,16 мм до 2%. В исследовании использовалась известь содержанием активных CaO+MgO 72% с удельной поверхностью 600 м^2/г, минеральный порошок с удельной поверхностью 600 м^2/г, пыль с участка дробления 700 м^3/г; осажденный карбонат кальция с производства сахара характеризуется размером частиц 40 мкм, песок с $М_{кр}$=1,37, гранулометрический состав которого представлен в табл. 1.

Прочность кирпича-сырца при съеме с пресса должна составлять 0,35–0,5 МПа [6]. Прочность полнотелого кирпича-сырца по известной методике испытания – два кирпича постель на постель – должна быть для лицевого кирпича не менее 0,5 МПа. Для строителей сегодня важен внешний вид и достаточной является марка кирпича М150.

Как видно из табл. 2, добавки из карбонатсодержащих материалов в составе кремнеземистого компонента повышают сырцовую прочность. Добавка мелкодисперсных карбонатов в количестве 10–15% позволяет увеличить сырцовую прочность в два раза. Использование добавки мелкодисперсных карбонатов снижает расход извести с 10 до 8% в составе формовочной смеси при неизменном качестве внешнего вида, обеспечиваемого сырцовой прочностью не менее 0,5 МПа.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что автоклавная прочность при увеличении содержания активных CaO+MgO в смеси увеличивается, а использование добавки из природного материала в составе кремнеземистого компонента также приводит к увеличению прочности кирпича.

Применение осажденного карбоната кальция производства сахара в составе кремнеземистого компонента снижает автоклавную прочность изделий, но она остается на уровне не менее марки 125–150.

Анализ плотности прессованных образцов показал, что при увеличении содержания активных CaO+MgO в смеси увеличивается и плотность. Введение добавок из природных материалов в составе кремнеземистого компонента приводит к увеличению плотности образцов. При применении осажденного карбоната кальция с производства сахара плотность увеличивается в интервале от 5 до 10%, в дальнейшем плотность снижается при неизменном росте сырцовой прочности.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

Минеральные карбонатсодержащие порошки природного и искусственного происхождения могут быть использованы в качестве мелкодисперсных добавок в производстве силикатного кирпича по прямой технологии на основе бездобавочной извести.

Минеральные карбонатсодержащие порошки природного и искусственного происхождения в составе кремнеземистого компонента повышают сырцовую прочность в два раза при дозировке 10–15%.

Минеральные карбонатсодержащие порошки природного происхождения в составе кремнеземистого компонента повышают автоклавную прочность от 16 до 40%.

Порошки из осажденного карбоната кальция – отход производства сахара – в составе кремнеземистого компонента приводят к снижению автоклавной прочности.

Список литературы

1. Труфанов Д.В. Совершенствование технологии производства извести по мокрому способу из мела высокой чистоты // *Строительные материалы*. 2009. № 11. С. 92–94.
2. Балабко П.Н., Славянский А.А., Хуснетдинова Т.И., Головков А.М., Черкашина Н.Ф., Карпова Д.В., Выборова О.Н. Использование фильтрационного осадка (дефеката) в растениеводстве // *АгроЭкоИнфо (электронный журнал)*. 2013. № 1. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/ (дата обращения 13.07.2015).
3. Корнеев В.И., Богоявленская Г.А. Конверсионный кальцит ОАО «Акрон» в составе ССС // *Доклады конференции BALTIMIX*. СПб., 2004.
4. Кузнецова Г.В. Известковое вяжущее для стеновых силикатных изделий из отсевов дробления горных пород // *Строительные материалы*. 2014. № 12. С. 34–37.
5. Кузнецова Г.В., Морозова Н.Н. Влияние компонентов известково-кремнеземистого вяжущего на связность формовочной массы при прессовании // *Строительные материалы*. 2012. № 12. С. 69–71.
6. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. М.: Эколит, 2011. 128 с.

References

1. Trufanov D.V. Improvement of Technology of Lime Production from Chalk of High Purity with Wet Method. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2009. No. 11, pp. 92–24. (In Russian).
2. Balabko P.N., Slavyanskii A.A., KhusnetdinovaT.I., Golovkov A.M., Cherkashina N.F., Karpova D.V., Vyborova O.N. Using the filter cake (defecate) in plant. *AgroEkoInfo (elektronnyi zhurnal)*. 2013. No. 1. (date of access 13.07.2015). (In Russian).
3. Korneev V.I., Bogoyavlenskaya G.A. The conversion of calcite "Akron" in the composition of dry mixes. *Conference Reports BALTIMIX*. Sankt-Peterburg. 2004. (In Russian).
4. Kuznetsova G.V. A Lime Binder for Wall Silicate Products from Chippings of Rock Crushing. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 12, pp. 34–37. (In Russian).
5. Kuznetsova G.V., Morozova N.N. Influence of Components of a Lime-Siliceous Binder on Cohesion of Molding Material for Pressing. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 12, pp. 69–71. (In Russian).
6. Khavkin L.M. Tekhnologiya silikatnogo kirpicha [Technology of sand-lime brick]. Moscow: Ekolit. 2011. 128 p.

Некоммерческое партнерство производителей извести

Союз Производителей Извести

Научно-технический и производственный журнал

Строительные Материалы

ПРИГЛАШАЮТ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗВЕСТИ»

15–16 сентября 2015 г. Италия, Бергамо

Тематика конференции

- Рынок извести в современных условиях
- Технологии подготовки сырья и энергоносителей
- Шахтные и вращающиеся печи
- Вопросы экологии. Эффективная пыле- и газоочистка и утилизация отработанных газов
- Техническое перевооружение предприятий производства извести
- Гидратация извести
- Транспортные системы

Выездная сессия на заводе Fornaci Zulian

ОРГКОМИТЕТ

Журнал «Строительные материалы»®
Тел./факс: (499) 976-22-08, 976-20-36
e-mail: izvest@bk.ru, mail@rifsm.ru
www.rifsm.ru

Союз производителей извести
Тел./факс: (473) 239-84-95
e-mail: SPI-2006@yandex.ru
www.soyuzizvest.ru