



УДК 666.913

Л.И. ЧЕРНЫШ, старший преподаватель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Рассмотрена возможность повышения эффективности композиционных материалов путем подбора различных добавок. Исследования показали перспективность использования отходов в качестве вторичного сырья для производства строительных материалов.

Ключевые слова: гипсосодержащие отходы, цитрогипс, гипсовое вяжущее, минеральные добавки, композиционное вяжущее, водостойкость.

В настоящее время рациональное и бережное использование природных ресурсов приобретает особое значение. Одной из основных задач в области охраны окружающей природной среды (ОПС) является разработка эффективных безотходных технологий получения строительных материалов с применением отходов различных производств и потребления, которые можно расценивать как важный резерв ресурсосбережения в строительстве.

Использование промышленных отходов не только обеспечивает строительную индустрию недорогим сырьем, зачастую уже подготовленным, но и приводит к снижению степени загрязнения ОПС, а также позволяет экономить капитальные средства, предназначенные для строительства предприятий по добыче и переработке сырья, и высвобождать значительные площади земельных угодий [1].

Масштабы применения промышленных отходов в производстве экологически чистых, безвредных для человека строительных материалов неуклонно растут. Хорошие перспективы имеют строительные материалы на основе природного гипса и гипсосодержащих отходов, которые отвечают экологическим требованиям и обладают существенными преимуществами по сравнению с другими традиционными материалами. Вовлечение в производственный процесс высококачественных техногенных гипсосодержащих отходов различных отраслей промышленности является насущной задачей строительной отрасли. Для значительного расширения области применения гипсовых материалов, производство которых отличается простотой, экономичностью и малой энергоемкостью, необходимо повышать качество гипсовой продукции, ее прочность и водостойкость.

Ежегодный объем гипсосодержащих отходов, образующихся в различных отраслях народного хозяйства,

во много раз превышает добычу природного гипсового сырья, поэтому их следует рассматривать как важную сырьевую базу для получения строительных материалов [6]. Использование таких отходов позволит стране экономить огромные средства и одновременно рационально решать вопросы охраны окружающей среды.

Отметим, что Белгородская область не располагает сырьем для получения гипсовых вяжущих (ГВ) веществ, однако на ее территории работает предприятие по производству лимонной кислоты, в результате деятельности которого образуется техногенное гипсовое сырье – цитрогипс. После дополнительного увлажнения данный отход вывозят на расположенные в черте города поля естественной фильтрации общей площадью около 10 га, где он хранится открытым способом.

В данной работе использовали безобжиговое ГВ на основе цитрогипса, полученное по безавтоклавной технологии, разработанной сотрудниками кафедры промышленной экологии БГТУ им. В.Г. Шухова [2–5]. Фазовый и химический состав этого ГВ представлен преимущественно полугидратом сульфата кальция (22 %), ангидритом (76,7 %) и в незначительном количестве (1,3 %) – дигидратом сульфата кальция [4, 5] (рис. 1).

Следует отметить, что гипсовые и ангидритовые вяжущие, получаемые из гипсосодержащих отходов, должны соответствовать требованиям ТУ 21-0284757-90 действующих российских стандартов на гипсовые вяжущие и техническим условиям на конкретные виды вяжущих.

Полученное ГВ является неводостойким. Его низкая водостойкость обусловлена высокой растворимостью и проницаемостью дигидрата сульфата кальция при увлажнении, а также расклинивающим действием молекул воды, проникающих в межкристаллические полости, имеющие достаточно большой объем. Ослабление связей под действием воды приводит к значительному

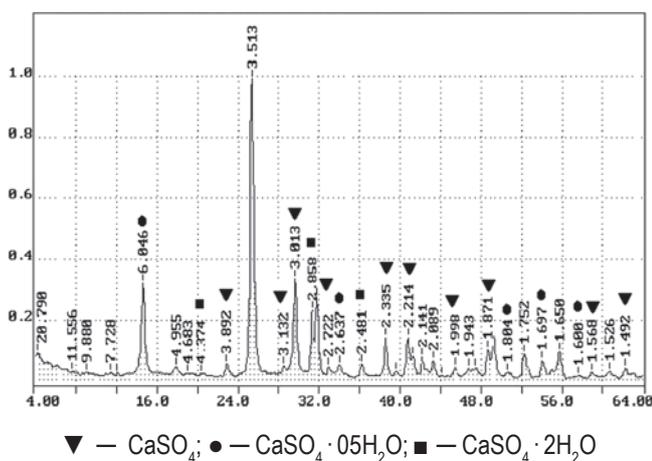


Рисунок 1 – Рентгенограмма гипсового вяжущего из цитрогипса

снижению прочности гипсовых отливок, их размыванию в процессе эксплуатации и другим отрицательным последствиям [7]. Изделия из неводостойких гипсовых вяжущих (НГВ) характеризуются снижением прочности при увлажнении, значительной ползучестью, низкой морозостойкостью, а следовательно, малой долговечностью, что ограничивает области применения НГВ. Кроме того, такие вяжущие имеют высокую водопотребность при производстве изделий. Поэтому перед использованием НГВ необходимо улучшить его основные свойства, и в первую очередь повысить водостойкость.

В настоящее время широкое применение находит новое поколение гипсоцементно-пуццолановых вяжущих веществ (ГЦПВ), которые представляют собой однородную смесь гипсового вяжущего (50–80 %) с органоминеральным модификатором, получаемым совместной механохимической активацией портландцемента, кремнеземистого компонента, суперпластификатора и других модифицирующих добавок [1].

Были проведены исследования возможности повышения прочности гипсовых вяжущих, полученных из техногенного гипса, путем создания трехкомпонентной системы «ГВ – портландцемент – минеральная добавка». В качестве активной минеральной добавки использовали песок, а также попутные продукты и отходы промышленности, такие как зола ТЭЦ, керамзитовая пыль, отходы мокрой магнитной сепарации (ММС). Из приготовленных четырех образцов, содержащих ГВ, цемент и минеральную добавку, изготовили кубики в соответствии с требованиями ГОСТ 310.4-81. Для сравнения использовали контрольный образец без добавок. Кубики высушивали при комнатной температуре в течение 3–28 суток, затем испытали их на прочность при сжатии на гидравлическом прессе ПГМ–100МГ4. Данные этих испытаний представлены на рис. 2.

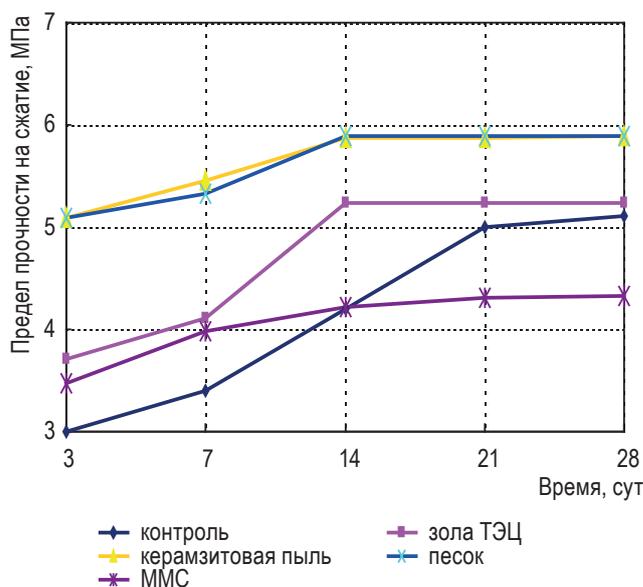


Рисунок 2 – Зависимость предела прочности при сжатии от содержания добавки

Исследования показали, что образцы, содержащие песок, и образцы с керамзитовой пылью приобрели наибольшую прочность при сжатии – 5,890 и 5,870 МПа соответственно – на 14-е сутки. Образцы, содержащие отход ММС, как и образцы с золой ТЭЦ, оказались менее прочными и почти не превосходили контрольный образец по этому параметру. Поэтому при производстве строительных изделий на основе цитрогипса в качестве минеральной добавки рекомендуем применять песок или керамзитовую пыль. Так как задачей этой работы является утилизация отходов производства, дальнейшие исследования будут проводиться с использованием керамзитовой пыли.

Для лучшего регулирования рабочей подвижности растворной смеси и удобоукладываемости строительных растворов, а также повышения прочности готовых изделий в строительные составы вводят различные добавки. В данном эксперименте был использован суперпластификатор С-3 на основе нафталиноформальдегидных смол (в жидком виде по ТУ 6-36-020 4229-625-90). Для уменьшения водопотребности гипсового раствора пластификатор С-3 рекомендуется добавлять во время помола вяжущего в количестве 0,8–2,0 %.

Были приготовлены следующие составы строительных смесей:

- № 1 – контрольный состав, не содержащий С-3;
- № 2 – ГВ + цемент + С-3 (0,8 %);
- № 3 – ГВ + цемент + С-3 (1,0 %);
- № 4 – ГВ + цемент + С-3 (1,5 %);
- № 5 – ГВ + цемент + С-3 (2,0 %).



Из указанных составов изготовили кубики (в соответствии с требованиями ГОСТ 310.4-81) и высушили их при комнатной температуре. Этот процесс длился 3–28 суток, после чего кубики испытали на прочность при сжатии на том же гидравлическом прессе. Данные испытаний представлены на рис. 3.

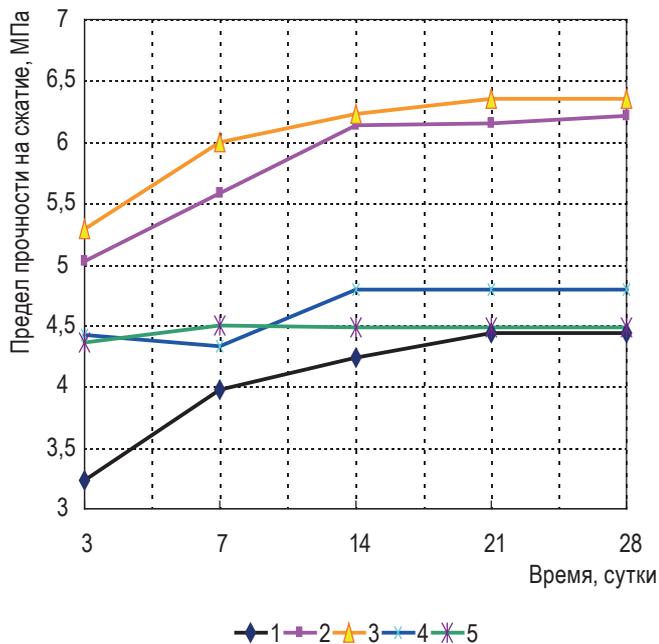


Рисунок 3 – Зависимость предела прочности при сжатии от содержания пластификатора

Как видно из экспериментальных данных, лучшие прочностные характеристики имеет образец № 3 (его прочность достигает 6,3 МПа), который содержит в своем составе пластификатор С-3 в количестве 1,5 %.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных экспериментов установлено, что пластификатор С-3 можно рекомендовать как пластифицирующую добавку. При производстве композиционных материалов на основе техногенного гипса предлагается использовать следующий состав: гипсовое вяжущее – 60 %, цемент М500 – 20 %, минеральная

добавка (керамзитовая пыль) – 15 %, суперпластификатор С-3 – 1,5 % (остальные 3,5 % приходятся на долю веществ, регулирующих реологические свойства, а также кинетику схватывания и твердения).

Полученные экспериментальные данные подтверждают возможность применения техногенного гипса в производстве эффективных и экологичных строительных материалов. Утилизация гипсосодержащих отходов позволит также экономить природное гипсовое сырье и одновременно решать вопросы повышения качества окружающей природной среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение) : справочник / Под общ. ред. А. В. Ферронской. – М. : Изд-во АСВ, 2004. – 485 с.
2. **Свергузова С. В.** Перспективные технологии переработки цитрогипса / С. В. Свергузова, Г. И. Тарасова, Н. Ю. Бубнова // Экология и промышленность России. – 1998. – № 8. – С. 20–24.
3. **Свергузова С. В.** Утилизация гипсосодержащих отходов по энергосберегающей технологии / С. В. Свергузова, Н. Ю. Бубнова, Г. И. Тарасова // Наука – производству. – 2001. – № 3. – С. 41–43.
4. Влияние условий обработки цитрогипса на состав получаемого гипсового вяжущего / С. В. Свергузова, Н. В. Чернышева, Л. И. Черныш, А. В. Шамшуrow // Строительные материалы. – 2010. – № 7. – С. 31–32.
5. Теоретическое обоснование возможности безобжиговой дегидратации цитрогипса / С. В. Свергузова, Г. И. Тарасова, Н. В. Чернышева, Л. И. Черныш // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2010. – № 2. – С. 117–121.
6. **Лесовик В. С.** Гипсовые вяжущие материалы и изделия / В. С. Лесовик, С. А. Погорелов, В. В. Строкова. – Белгород : БелГТАСМ, 2000. – 223 с.
7. **Коровяков В. Ф.** Гипсовые вяжущие и их применение в строительстве / В. Ф. Коровяков // Российский химический журнал. – 2003. – № 4, Т. XLVII. – С. 18–25.

Поступила в редакцию 10.04.2014

Розглянуто можливість підвищення ефективності композиційних матеріалів шляхом підбору різних добавок. Дослідження показали перспективність використання відходів як вторинної сировини для виробництва будівельних матеріалів.

Possibility of increasing efficiency of composite materials by selection of various additives is considered. Studies have shown perspective of using wastes as secondary raw material for producing building materials.