

Использование отходов промышленности для производства шлако- известково-гипсового вяжущего

А.С. Багдасаров, А.И. Нестеренко

Северо-Кавказская государственная академия, г. Черкесск

Аннотация: Рассмотрено использование отходов промышленности для получения и производства шлако-известково-гипсового (ШИГ) вяжущего. Разработано вяжущее на основе доменных шлаков Новолипецкого металлургического комбината (НЛМК), поставляемых в КЧР для «Цементзавода» республики, фосфогипса-дигидрата (ФГД) АО «Невинномысский Азот», извести и песка карьеров КЧР для использования в местном регионе. Выполнены сравнительный анализ составов исходных смесей для получения ШИГ вяжущего, механо-химическая активация смесей в мельнице барабанной, исследование физико-механических и строительно-технических свойств вяжущего. Определены нормальная плотность, сроки схватывания, равномерность изменения объёма, предел прочности ШИГ вяжущего. С использованием методов исследований установлено, что полученное шлако – известково – гипсовое вяжущее может заменить цемент в технологии производства каменных и штукатурных работ, при устройстве стяжек и подготовок под полы, а также при изготовлении мелкоштучных стеновых блоков для возведения зданий коттеджного типа.

Ключевые слова: гипс природный – дигидрат; фосфогипс - дигидрат; гранулированный доменный шлак; известь – пушонка; шлако - известково – гипсовое вяжущее; средняя плотность; тонкость помола; нормальная плотность; равномерность изменения объёма; прочность.

Проблема утилизации промышленных отходов и производство на их основе строительных материалов и изделий в России остаётся быть очень актуальной. Такая ситуация для нашей страны будет ещё довольно долгой, пока не приблизится время исчерпания природных ресурсов. В данном направлении в мире и в России имеется широкий перечень научно-экспериментальных работ, позволяющих решительно изменить существующее положение дел по утилизации промышленных отходов в строительстве [1-3]. Имеются научные работы по утилизации отходов химического производства [4-6]. В работах Меркина А.П., Багдасарова А.С. показана эффективность утилизации фосфогипса без предварительной его подготовки [7].

Данной актуальной проблеме посвящены научные работы Баженова Ю.М., Глуховского В.Д. и других авторов [8,9], показавших эффективность применения отходов в производстве строительных материалов и изделий.

Учёными исследованы свойства и разработаны технологии новых материалов из отходов производства, удовлетворяющих требованиям ГОСТ для использования в строительстве как в нашей стране [10,11], так и за рубежом [12,13].

Кафедра «Строительство и управление недвижимостью» (СиУН) Северо-Кавказской государственной академии (СКГА) также регулярно проводит научно-исследовательские работы по направлению «Энергоэффективность и энергосбережение в строительстве».

При этом выполняются научные работы по следующим проектам:

- отходы производства и их использование;
- комплексная модернизация жилищного фонда;
- напряжённо-деформированное состояние фундаментов.

В 2017-2019 годах на кафедре СиУН СКГА выполнены научные исследования и получено вяжущее на основе отходов промышленности. При этом была поставлена цель разработать вяжущее на основе доменных шлаков Новолипецкого металлургического комбината (НЛМК), поставляемых в КЧР для «Цемязавода» республики, фосфогипса-дигидрата (ФГД) АО «Невинномысский Азот», извести и песка карьеров КЧР для использования в местном регионе (Карачаево-Черкесская республика и Ставропольский край).

Для достижения поставленной цели нами решались следующие задачи:

- исследование свойств и химического состава исходных смесей;
 - механо-химическая активация исходных составов смесей в мельнице барабанной;
-

- изготовление и исследование физико-механических и строительно-технических свойств образцов на основе нового вяжущего.

Научная новизна.

1. Разработаны научные положения механохимической активации исходных смесей в мельнице барабанной. Раскрыто влияние параметров времени обработки на свойства шлако-известково-гипсового (ШИГ) вяжущего и определён оптимальный режим активации.
2. Определены граничные условия исходных составов смесей для производства ШИГ вяжущего, соответствующего требованиям ГОСТ.

Проводились исследования с применением природного гипсового камня и фосфогипса - дигидрата (ФГД).

При этом были использованы следующие исходные материалы:

- гранулированный доменный шлак (НЛМК) со средним размером зерен 0,5 мм.;

- фосфогипс - дигидрат (ФГД) АО «Невинномысский Азот»;

и местные материалы:

- известь – пушонка;

- гипс природный – дигидрат;

- песок Усть-Джегутинский;

Природный гипс предварительно подвергнут механическому дроблению с последующим совместным помолом в мельнице барабанной лабораторной (МБЛ). Шлак предварительно высушивался до постоянной массы.

Из данных материалов были приготовлены следующие составы исходных смесей:

1-й состав (в %): шлак – 85;

 гипс – 13;

	известь – 2 (масс. % шлака)
2-й состав (в %):	шлак – 80; известь – 20;
	гипс – 5 (масс. % шлака и извести)
3-й состав (в %):	шлак – 90; фосфогипс – 10; известь – 7 (масс. % ФГД)
4-й состав (в %):	шлак – 80; фосфогипс – 20; известь – 7 (масс. % ФГД)
5-й состав (в %):	шлак – 70; фосфогипс – 30; известь – 7 (масс. % ФГД)
6-й состав (в %):	шлак – 50; фосфогипс – 50; известь – 7 (масс. % ФГД)

Все составы смесей активированы в МБЛ до тонкости помола до 10%, определяемой по ГОСТ 310.2-76*.

В процессе исследований были определены нормальная густота, сроки схватывания и равномерность изменения объема шлако - известково - гипсового вяжущего из смесей всех составов по ГОСТ 310.3-76*.

Образцы, изготовленные из смесей с природным гипсовым камнем и третьего состава, выдержали испытания на равномерность изменения объема (рис. 1).

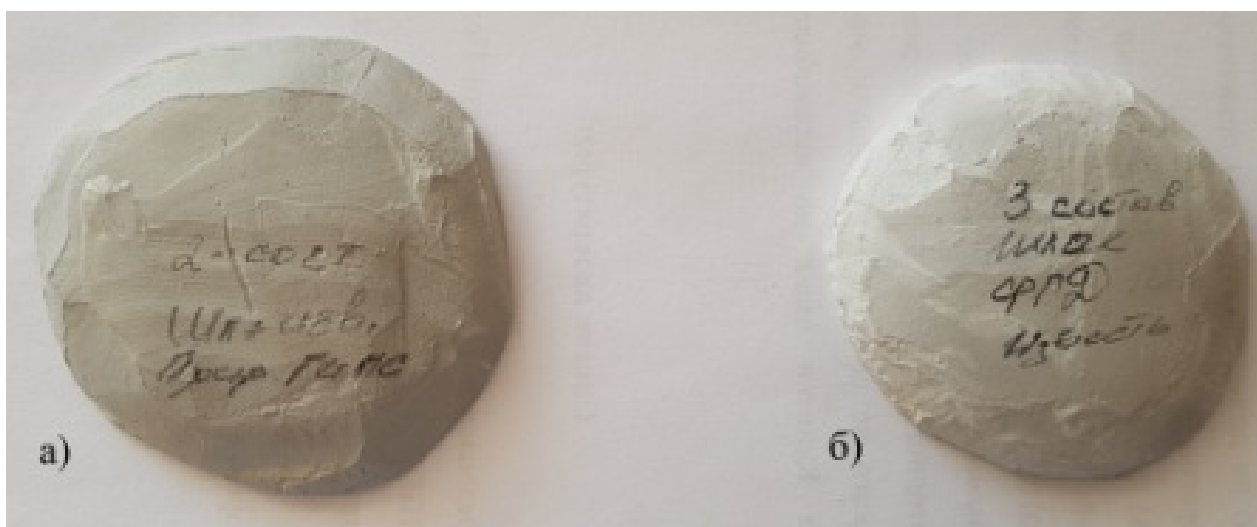


Рисунок 1. Равномерность изменения объёма нового вяжущего

а – лепёшка с введением природного гипса;

б - лепёшка с введением ФГД.

Для определения предела прочности ШИГ вяжущего изготовлены по два комплекта образцов – балочек размером 4x4x16 см для каждого состава по ГОСТ 310.4-81*.

Испытание образцов показало, что прочность при сжатии образцов второго состава в 2 раза превышает прочность образцов первого состава, и составила 18 МПа в состоянии равновесной влажности, а для образцов состава третьего - 12,5 МПа (рис. 2). Использование ШИГ вяжущего из 4-6 состава смесей признано нецелесообразным, из-за снижения прочности образцов на 40-80%, что обусловлено увеличением в составах примесей, содержащихся в исходном ФГД, которые образуют пассивирующие плёнки на поверхности кристаллов твердеющего вяжущего.

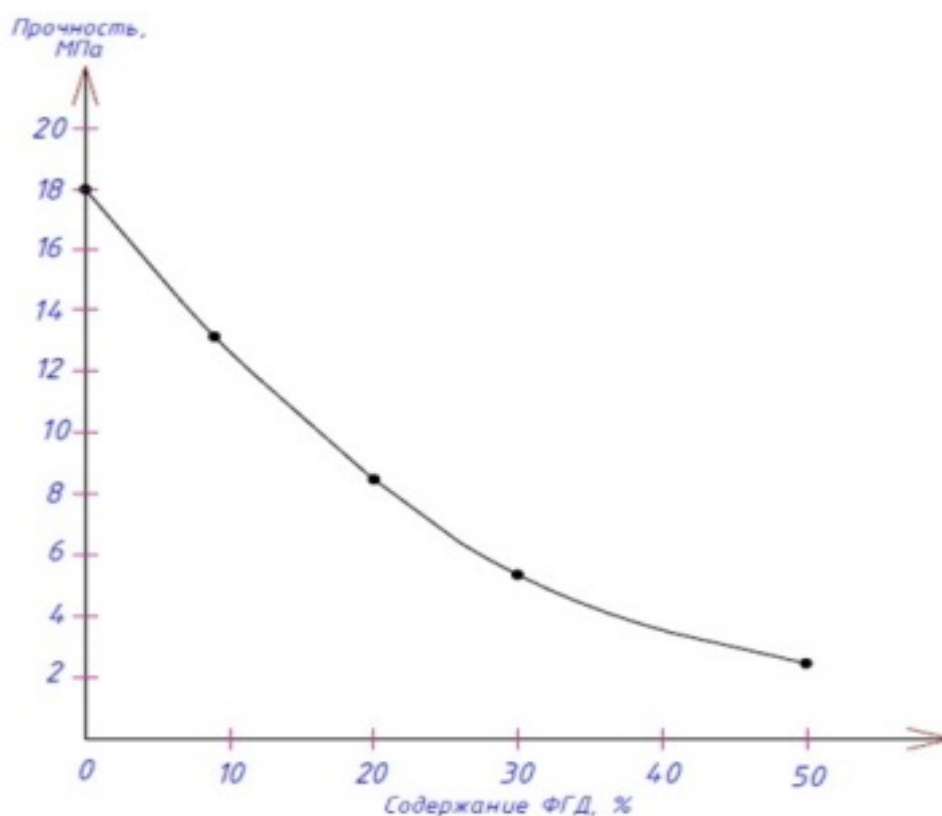


Рис. 2. - Зависимость прочности ШИГ вяжущего от содержания в смеси ФГД

Исследования проводились с использованием песка Усть – Дзегутинского карьера, так как целью исследований является разработка ШИГ вяжущего для использования в Карачаево-Черкесской республике и Ставропольском крае.

В таблице приведены показатели физико - механических свойств ШИГ вяжущего и для сравнения показатели цемента Карачаево-Черкесского цементного завода.

Физико-механические свойства ШИГ вяжущего.

Вяжущее	Средняя плотность г/см ³	Удельн. поверхность – ность, см ² /г	Тонкость помола %	Норм густот а, %	Сроки схватывания, час		Прочность при сжатии, МПа
					начало	конец	
1	2	3	4	5	6	7	8
Цемент марки 300	1,41	2420	--	24	2 - 3	5	25 - 38
Шлако – известково - гипсовое (на природном гипсе)	1,33	2760	3,5	24	8	9	18
Шлако – известково-фосфогипсовое	1,28	2500	6,0	23,9	9	12	12,5

Т.о., полученное шлако – известково – гипсовое вяжущее может заменить цемент в технологии производства каменных и штукатурных работ, при устройстве стяжек и подготовок под полы, а также при изготовлении мелкоштучных стеновых блоков для возведения зданий коттеджного типа.

В настоящее время проводятся работы по внедрению результатов исследований в производство. Планируется создать опытно-промышленную линию по производству ШИГ вяжущего и строительных изделий на его основе. Также ведётся разработка технологического регламента на производство общестроительных отделочных работ с использованием нового вяжущего.

Литература

1. Долгорев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов: Физико-химический анализ: Справочное пособие - М.: Стройиздат, 1990. - 456 с.
 2. Эвенчик С.Д., Новиков А.А. Фосфогипс и его использование. М.: Химия, 1990. - 224 с.
 3. Кармишел Дж. Производство и утилизация фосфогипса в мире // Пер. НИУИФ, №4819 / Конденсед Пейпорс. - Майами, 1986. -К.2. - pp. 29 - 34.
 4. Недосеко И.В. Гипсовые композиции из отходов промышленности и изделия на их основе: диссертация: 05.23.05. - Уфа, 2002. - 303 с.
 5. Мещеряков Ю.Г. Гипсовые попутные промышленные продукты и их применение в производстве строительных материалов. - Л.: Стройиздат, 1982. - 144 с.
 6. Воробьев Х.С. Гипсовые вяжущие и изделия: Зарубежный опыт. - М.: Стройиздат, 1983. - 201 с.
 7. Багдасаров А.С. Пеногипс на основе фосфогипса. Черкесск: БИЦ СевКав ГГТА, 2017. – 96 с.
 8. Баженов Ю.М., Шубенкин П.Ф., Дворкин Л.И. Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1986. – 54 с.
 9. Глуховский В.Д. Шлакощелочные бетоны на мелкозернистых заполнителях // Учебн. пособие. - Киев: Вища школа, 1981.- 223 с.
 10. Шляхова Е.А., Акопян А.Ф., Акопян В.Ф. Применение метода рентгенофазового анализа для изучения свойств модифицированного шлакощелочного вяжущего// Инженерный Вестник Дона, 2012, №4 (часть 2). URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1395/.
-

11. Грушко И.С., Яценко Е.А. Разработка технологии стеклокристаллических материалов на основе шлака Несветай ГРЭС Южно-Российский государственный технический университет, Инженерный Вестник Дона. 2009. №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2009/150/.

12. Stevula L., Majling J., Frtalova D., Dyda M. The utilization of ferrochromium slag by hydrothermal treatment // *Ceramik-Silikaty*. 1993. - № 2. - P. 8992.

13. Characteristics of the slags produced in the fusion of scrap steel by electric an-furnace / Luxan M. P., Sotolongo R., Dorrego F., Herrero E. // *Cem. and Concr. Res.: An International Journal*. 2000. - № 4 - pp. 517-519.

Referances

1. Dolgorev A.V. Vtorichnyje syryevyje resursy v proizvodstve stroitelnykh materialov: Fiziko-khimicheskiy analiz. [Secondary raw materials in building materials: Physical and chemical analysis] M.: Stroyizdat, 1990. 456 p.

2. Evenchik S.D., Novikov A.A. Fosfogips i ego ispolzovaniye. [Phosphogyps and its use] M.: KHimiya, 1990. 224 p.

3. Karmishel Dzh. Proizvodstvo i utilizatsiya fosfogipsa v mi-re. [Manufacture and disposal of phosphogypsum in the world] Per. NIUIF, №4819 Kondensed Peypors. May·ami, 1986. K.2. p. 29, 34.

4. Nedoseko I.V. Gipsovyie kompozitsii iz otkhodov promyshlennosti i izdeliya na ikh osnove. [Plaster compositions from industrial waste and products based on it] dissertatsiya d:t.n. 05.23.05. Ufa, 2002. 303 p.: il.

5. Meshcheryakov YU.G. Gipsovyie poputnyie promyshlennyye produkty i ikh primeneniye v proizvodstve stroitel'nykh materialov. [Plaster industrial by-products and their application in the production of building materials] L.:1982. 144 p.

6. Vorobyëv KH.S. Gipsovyie vyazhushchiye i izdeliya. [Plaster binders and products] M.: Stroyizdat, 1983. 201 p.



7. Bagdasarov A.S. Penogips na osnove fosfogipsa. [Phosphogypsum-based foam] Cherkessk: BITS SevKav GGTA, 2017. 96 p.
8. Bazhenov YU.M., Shubenkin P.F., Dvorkin L.I. Primeneniye promyshlennykh otkhodov v proizvodstve stroitelnykh materialov. [Application of industrial waste in production of building materials] M.: Stroyizdat, 1986. 54p.
9. Glukhovskiy V.D. Shlakoshchelochnyye betony na melkozernistykh zapolnitelyakh [Manufacture and disposal of phosphogypsum in the world]. Kiev: Vishcha shkola, 1981. 223 p.
10. Shlyakhova E.A., Akopyan A.F., Akopyan V.F. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. №4 (chast 2). URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1395/.
11. Grushko I.S., Yatsenko E.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2009. №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2009/150/.
12. Stevula L., Majling J., Frtalova D., Dyda M. The utilization of ferrochromium slag by hydrothermal treatment Ceramik-Silikaty. 1993. № 2. p. 8992.
13. Luxan M. P., Sotolongo R., Dorrego F., Herrero E. Cem. and Conor. 2000. № 4, pp. 517- 519