**Инновационные добавки при производстве стеновой керамики**

*Х.С. Явруян, Е.С. Гайшун, В.А. Мирина*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

Аннотация: Использование побочных продуктов угольной промышленности при производстве изделий стеновой керамики является достаточно актуальным. [Отходы](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) углеобогащения являются перспективной сырьевой базой для выработки керамических стеновых материалов. Угольные шламы в производстве глиняного кирпича широко применяются на заводах Урала и Казахстана. Наиболее освоена технология использования отходов углеобогащения в качестве добавки при производстве керамических изделий. Применение местных отходов позволяет максимально снизить сырьевые затраты.

**Ключевые слова:** производство, сырье, техногенные отходы, технология, добавки, углеобогащение.

В настоящее время актуально использование отходов углеобогащения в производстве строительных материалов. Используют их в качестве добавок: в цемент, керамические изделия; в производстве вяжущих веществ, а также в дорожном строительстве.

Научные исследования и производственный опыт многих предприятий показывают, что использование отходов углеобогащения в смеси с местными глинами позволяют корректировать физико-механические свойства керамических стеновых материалов [1]. В проектах некоторых предприятий по производству стеновых материалов предусматривается использовать техногенные отходы. Наибольшее распространение получило применение отходов углеобогащения в качестве добавок в сырье при производстве кирпича и керамических камней. С применением угольных шламов улучшается качество получаемой продукции, снижается расход технологического топлива. Применение в качестве добавок 1 т отходов гравитации при производстве кирпича сокращает расход топлива на их обжиг. При этом улучшается качество готовой продукции.

Анализ химического состава продуктов переработки углеобогатительных фабрик показал достаточную стабильность содержания окислов Al2O3 и SiO2, что позволяет применять эти продукты как керамическое сырье [2].

Экономическая эффективность использования отходов углеобогащения в производстве керамических стеновых изделий определяется снижением затрат на технологическое топливо, сырье, а также удаление и складирование этих отходов на углеобогатительных фабриках. Максимальный экономический эффект может быть достигнут при использовании отходов углеобогащения на месте их выхода [3].

Кирпичными заводами используются различные добавки из побочных продуктов угольной промышленности для производства керамической продукции. На основе исследований[4] было доказано, что более предпочтительно, для обогащения угольных шламов, является гравитационная сепарация, чем флотационная. Наиболее распространенным методом гравитационного обогащения является отсадка.

Отходы гравитации целесообразнее использовать для дорожного строительства. В этом случае содержание серы не является ограничивающим фактopoм. При фракции породы 0-25 мм и добавки к ней 10 % цемента этот материал применялся в качестве заменителя щебня. Более широко отходы гравитации могут быть использованы для отсыпки земляного полотна шоссейных дорог.

Один из отрицательных факторов использования угольных отходов встроительном производстве является высокое содержание серы (2-7 %). При производстве строительных материалов отходы термически обрабатываются, при этом значительная часть серы в виде окислов выбрасывается в атмосферу с отходящими газами, а очистка газов от серы -сложный и дорогостоящий процесс. Содержание оставшейся в огарке серы также должно быть минимальным, так как она отрицательно влияет на качество изделий. В связи с этим следует отдавать предпочтение не породным отходам, а отходам гравитации, в которых серы значительно меньше (не превышает 3 %).

Наиболее освоена технология использования отходов углеобогащения для производства добавки в керамические кирпичи из глиняной массы [5]. Отходы углеобогащения были применены в производстве кирпича марки 150, соответствующей ГОСТу. Произошла замена сырья: кирпич производили из углеотодов. Доставлялись отходы из фильтрованного отделения углеобогатительной фабрики в цех, в приемные бункера ящичных питателей. Затем ленточным конвейером подавались в щековую и молотковую дробилки. Дробленая порода с размерами частиц 10 мм дозируется в необходимом количестве в шаровую мельницу, где происходит измельчение до размера в 0,5 мм в течение 30 с. Одновременно с измельчением осуществляется сушка породы углеобогащения. Поскольку она имеет повышенную влажность 25% по сравнению с требуемой в 18-20%, сушка производится теплом отходящих дымовых газов. После чего измельченная масса подается в формовочный ленточный безвакуумный пресс. Выходящий из пресса брус разрезается полуавтоматом на кирпичи, которые подают в камерные сушилки. Изделия сушат теплом отходящих дымовых газов, образующимся в результате обжига в напольных кольцевых печах, путем сгорания, содержащегося в шахтной породе топлива. Полученного количества тепла достаточно для обжига и для сушки сырца. Следует отметить, что эти процессы длятся меньше чем при производстве кирпича из глины, так же при этом способе экономия топлива составляет 20%. При производстве партии 1000 шт. кирпичей из угольных отходов бездефектная продукции составляет 97% , и лишь 3% с незначительными дефектами. А при использовании глины на 1000 шт. кирпичей дефект составил 23%. Из этого можно сделать вывод, что производство кирпича из углеотходов хорошая замена глиняному сырью [5,6,7].

Заметна значительна экономия материальных затрат при использовании топливо-содержащих промышленных [отходов](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) [в](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) [качестве](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) [добавок](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) в шихту. В кирпичной промышленности применяются [отходы](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) обогащения [угля](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm), шламы, золы и шлаки, получаемые на ТЭС при пылевидном сжигании топлива. [Отходы](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) углеобогащения в производстве глиняного кирпича широко применяются на заводах Украины, Урала и Казахстана.

Если брать Восточный Донбасс (Ростовская область), то на его территории, за более чем стопятидесятилетнюю историю промышленного освоения образовалось 500 отвалов шахт, занимающих большие площади.

Применение [отходов](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) углеобогащения улучшает формовочные и сушильные свойства масс, повышает на 1-2 марки прочность обожженного кирпича и снижает расход условного топлива при обжиге на 16 кг на 1000 шт.условного кирпича.

Для производства стеновой керамики [отходы](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) углеобогащения являются перспективной сырьевой базой. Наибольший интерес представляют именно угольные шламы, т.к. они являются фактически готовой шихтой для производства керамических изделий. В районах Донбасса, Кузбасса, Карагандинского, Канско-Ачинского [угольных](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) бассейнов в местах размещения углеобогатительных фабрик металлургических заводов [отходы](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) углеобогащения могут быть использованы для изготовления высокоэффективных керамических изделий, полностью заменяя первичное сырье. Применение местных [отходов](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) позволит значительно снизить сырьевые затраты, а также даст возможность изготовлять изделия при незначительном дополнительном расходе топлива. Например, исследованиями, проведенными институтом ВНИИстром, установлено, что для изготовления керамических стеновых материалов из [отходов](http://hl.mailru.su/mcached?q=%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8&qurl=http%3A%2F%2Frenessans-posad.ru%2Fispolzovanie-toplivosoderzhashchih-promyshlennyh-othodov-v-kachestve-dobavok-v-shihtu&c=16-1%3A358-1&r=1327129&frm=webhsm) углеобогатительной фабрики Череповецкого металлургического завода потребность в топливе на 1 тыс.шт. изделий составит всего 84 кг усл.топлива.

Проведенный нами анализ выявил, какие исследования в области внедрения отходов углеобогащения в производство строительных материалов были проведены ранее. На основании этого сделан вывод, что в настоящее время актуальным является замена части глиняного сырья техногенными отходами угольного ряда. Главной целью для дальнейших исследований является поиск новых способов производства высокоэффективных керамических камней с использованием только техногенных отходов угольного ряда.

**Литература**

1. Явруян Х. С. Структурообразование и свойства пористой строительной керамики на основе отходов углеобогащения: автореф. дис. доц. тех. наук : 05.23.05 / Ростов-на-Дону: АСА ДГТУ (быв. РГСУ), 2003. – 20с.
2. Фадеева В.С., Петрова Г.П., Бурмистров В.Н. Технология керамических стеновых материалов на основе отходов углеобогащения // Строительные материалы. – 1975. - №6. – С. 8-10.
3. В. Н. Бурмистров [и др.] Производство кирпича полусухого прессования из отходов углеобогащения // Строительные материалы. – 1986.- №12. – С.11-12.
4. Пилов П. И., Кирнарский С.А., Артемов С.В. Гравитационная сепарация угольных шламов как альтернатива флотации:научный журнал. – ГГАУ. 1997. –88-91с. // НЭБ «Киберленинка»: –URL:cyberleninka.ru/article/n/gravitatsionnaya-separatsiya-ugolnyh-shlamov-kak-alternativa-flotatsii.
5. Аленцев Б. В. Кирпич из шахтных пород // Строительные материалы. – 1977. - №7. – С. 24-25.
6. Бурмистров В. Н., Богатырева М.М., Новинская В.Т. Экономическая эффективность изготовления керамических стеновых изделий из пород углеобогащения // Строительные материалы. – 1978. - №6. – С.6-7.
7. Бурмистров В. Н., Буданов Б.Ф., Карпунина Т.И. Отходы флотации углеобогатительных фабрик в производстве кирпича //Строительные материалы. – 1982. - №6. – С. 7-8.
8. Котляр В.Д. Перспективы производства фигурного керамического кирпича на основе опок// Инженерный вестник Дона, 2012, №3.URL: ivdon.ru/ru/ magazine/archive/n3y2012/946.
9. КотлярВ.Д. Прессуемостьпорошкообразныхмасснаосновеопок // ИнженерныйвестникДона, 2012, №3.URL: ivdon.ru/ru/ magazine/archive/n3y2012/945.
10. MuñozVelascoP., MoralesOrtízM.P.,MendívilGiróM.A., MuñozVelascoL.Firedclaybricksmanufacturedbyaddingwastesas sustainable construction material. – A review // Construction and Building materials. 2014. Vol. 63, pp. 97-107.
11. Storozhenko G. I., Stolboushkin A.U. Ceramic bricks from industrial waste // Сeramik & Sakhteman. SeasonalmagazineofCeramic & Building. Winter. 2010. № 2. pp. 2-6.

**References**

1. Javrujan H. S. Strukturoobrazovanie i svojstva poristoj stroitel'noj keramiki na osnove othodov ugleobogashhenija[Pattern formation and properties of porous building ceramics on the basis of waste coal]: avtoref. dis. doc. teh. nauk: 05.23.05.Rostov-na-Donu: ASA DGTU (byv. RGSU), 2003. pp. 20.

2. FadeevaV.S., PetrovaG. P., BurmistrovV. N. Stroitel'nyematerialy. 1975. №6. pp. 8-10.

3. V. N. Burmistrov, [i dr.]: Stroitel'nye materialy. 1986. №12. pp.11-12.

4. Pilov P. I. Gravitacionnaja separacija ugol'nyh shlamov kak al'ternativa flotacii: nauchnyj zhurnal. avt.-sost. P. I. Pilov, S. A. Kirnarskij, S. V. Artemov. GGAU. 1997. pp. 88-91. NJeB « Kiberleninka»: URL: cyberleninka.ru/article/n/gravitatsionnaya-separatsiya-ugolnyh-shlamov-kak-alternativa-flotatsii.

5. Alencev B. V. Stroitel'nye materialy. 1977. №7. pp. 24-25.

6. Burmistrov V. N., BogatyrevaM. M., NovinskajaV. T. Stroitel'nye materialy. 1978. №6. pp.6-7.

7. Burmistrov V. N., BudanovB. F., KarpuninaT. I. Stroitel'nye materialy. 1982. №6. pp. 7-8.

8. Kotljar V.D. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №3 URL: ivdon.ru/ru/ magazine/archive/n3y2012/946.

9. Kotljar V.D. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012,№3 URL: ivdon.ru/ru/ magazine/archive/n3y2012/945.

10*.* [Muñoz Velasco](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061814003080)P.,[Morales Ortíz](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061814003080)M.P.,[Mendívil Giró](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061814003080" \t "_blank)M.A.,[Muñoz Velasco](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061814003080)L.Fired clay bricks manufactured by adding wastes as sustainable construction material. A review. Construction and Building materials. 2014. Vol. 63, pp. 97-107.

11. Storozhenko G. I., StolboushkinA.U. Ceramic bricks from industrial waste. Сeramik & Sakhteman. SeasonalmagazineofCeramic & Building. Winter. 2010. № 2. pp. 2-6.