

А.Н. РЯЗАНОВ, канд. техн. наук, проф., ЛНАУ, Луганск,
В.И. ВИННИЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., ХНУБА, Харьков

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Показано, что в Украине накоплено техногенных отходов значительно больше, чем в других странах. Отходы выделяют в воздух токсичные вещества, отравляют землю и воду. Химический состав минеральной составляющей углесодержащих отходов Донбаса приближается к химическому составу природных каолинов и глин, поэтому они вполне способны заменить аналогичные вещества природных ископаемых, которые используются для производства керамических изделий, керамзита, цемента, бетона, железобетонных изделий, при строительстве дорог. Органическая составляющая отходов способна обеспечить экономию топлива в технологиях производства керамического кирпича, керамзита, цемента, аглопорита и др.

Ключевые слова: строительные материалы, отходы углеобогащения, топливо, экономия, окружающая среда.

Промышленность строительных материалов – одна из энергоемких и материалоемких отраслей промышленности. Одним из направлений снижения энергетических затрат на производство материалов является широкое вовлечение отходов других отраслей промышленности. В настоящее время более 25 млрд. тонн отходов занимают 130 тысяч гектаров украинских черноземов, а также отравляют воду, почву, воздух [1 – 2]. Техногенная нагрузка на окружающую среду превышает аналогичный показатель в соседних странах в 5 – 15 раз [3].

Химическими веществами, содержащимися в промышленных отходах, загрязняются водные бассейны в районах размещения промышленных предприятий, что приводит, в конечном счете, к загрязнению вод Мирового океана, которое способствует резкому снижению его биологической продуктивности и отрицательно влияет на климат планеты [4].

Образование отходов в результате деятельности промышленных предприятий негативно сказывается на качестве почвы. В почве накапливаются избыточные количества губительно действующих на живые организмы соединений, в том числе канцерогенные вещества [2].

Среди неорганизованных источников выбросов токсичных веществ в

окружающую среду особое место занимают отходы угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий. По данным Института угольных энерготехнологий НАН Украины (ИУЭ), запасы угольных шламов и илов в стране составляют более 190 млн. т.

Сухие отходы обогащения антрацита превышают 490 млн. т.

Кроме того, отходы углеобогащения, ежегодно поступающие в отвалы – составляют более 2 млн. т. условного топлива в год; бурые угли, которые сейчас не используются в энергетике – свыше 1.5 млн. т. условного топлива в год [5 – 6].

Под действием кислорода воздуха уголь и сера, являющиеся составной частью углесодержащих отходов, складированных в отвалах, хвостохранилищах, терриконах, окисляются и самовозгораются, органические примеси при этом частично выгорают. При горении выделяются оксиды углерода, азота, сернистого газа, которые опасны для здоровья [7]. Иногда терриконы взрываются. По данным городского портала г. Димитрово Донецкой области [8 – 9] на терриконах шахты имени Димитрова, производственного объединения «Красноармейскуголь» произошла техногенная авария - взрывом террикона был уничтожен жилой поселок.

Изучению воздействия отходов углеперерабатывающих предприятий на окружающую среду посвящены многочисленные работы. Предложено значительное количество способов использования этих отходов [10 – 16, 20 – 22], но, несмотря на это, объемы утилизации остаются незначительными, а терриконы, отвалы и хвостохранилища постоянно пополняются [17]. Эффективным способом снижения техногенной нагрузки и сокращения отходов является их утилизация.

Утилизация отходов обеспечит уменьшение добычи природных полезных ископаемых, сохраняя их для будущих поколений, освобождение занимаемых отходами земель и ликвидацию источников загрязнения окружающей среды, улучшая тем самым экологическую обстановку вокруг действующих предприятий.

Из вышесказанного следует, что проблема переработки и утилизации отходов угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий является актуальной и представляет собой большую народно-хозяйственную важность.

Угольные отходы представляют собой отходы добычи углей и отходы их обогащения [14] (рисунок).

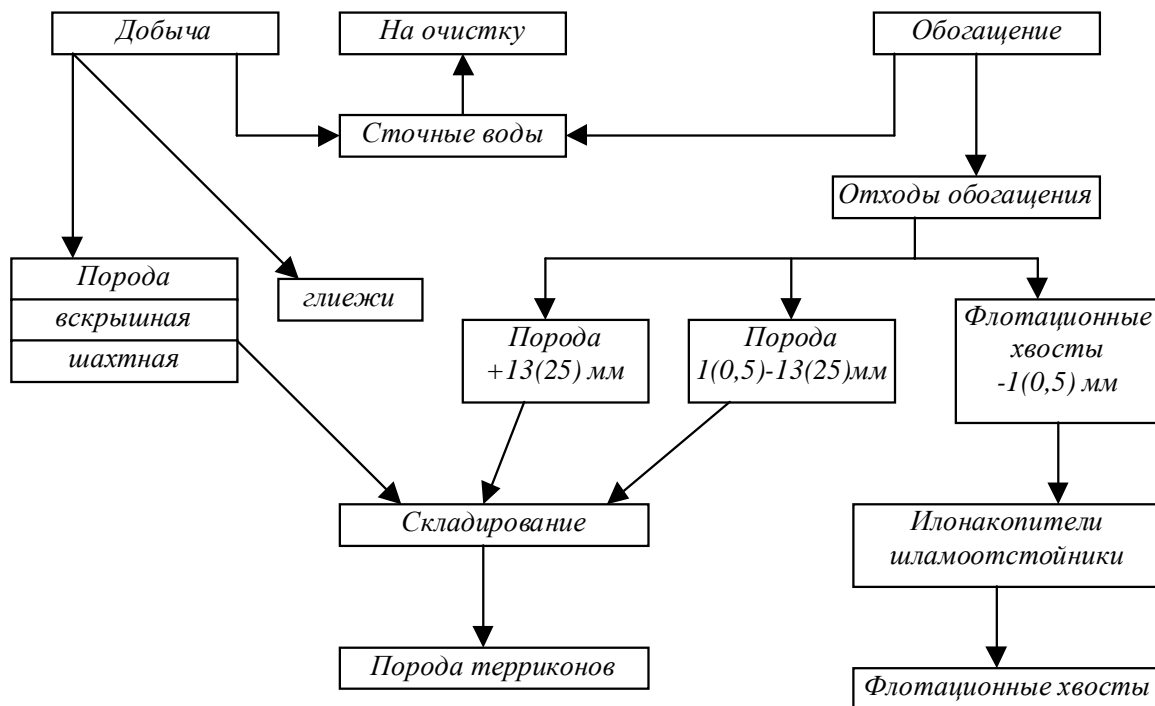


Рис. 1 – Классификация отходов добычи и обогащения углей [14]

Отходами добычи являются породы, получаемые при разработке вскрыши – вскрышные и отходы добычи угля из шахт – шахтные.

В соответствии с типовыми схемами технологического процесса обогащения уголь из шахт после измельчения подвергают гидравлической классификации по крупности, затем обогащают методом гравитации, выделяя концентрат, промышленный продукт и породу (отходы гравитационного обогащения углей).

При обезвоживании концентрата выделяют шлам с размером зерен менее 1 мм, который направляют на флотацию.

После флотационного обогащения получают концентрат и отходы флотации (хвосты).

Наибольшее количество угля находится в отходах флотации.

В отходах гравитационного обогащения класса 1 – 13 мм количество угля может достигать 15 %, а в отходах класса 13 – 150 мм – 4 – 7 %.

В отходах угледобычи содержание угля колеблется от 0 до 10 % [14].

Примеси угля в породе терриконов, как сказано выше, в результате реакции взаимодействия с кислородом воздуха выгорают, способствуя превращению материала терриконов в горелую породу.

По основным физическим и химическим свойствам они близки к глинам, обожженным при 800—1000 °С.

Химико-минералогический состав горелых пород разнообразен, однако общим для них является наличие активного глинозема в виде радикалов дегидратированных глинистых минералов или в виде активных глинозема, кремнезема и железистых соединений. Степень обжига горелых пород зависит от многих причин. Периодическое поступление влаги в горячий слой породы, неравномерное количество воздуха, соприкасающегося с поверхностью породы в терриконе, а также значительное количество мелких фракций, затрудняющих доступ кислорода к очагам горения, приводит к тому, что обжиг происходит крайне неравномерно, несмотря на высокую температуру в терриконе. В результате образуется материал различной степени обжига (от спекшегося до слабообожженного) с неодинаковыми физико-механическими свойствами.

При изготовлении большинства строительных материалов основная часть затрат падает на сырье и топливо. Поэтому применение в производстве строительных материалов углесодержащих отходов является одним из основных направлений снижения ресурсоемкости [15] и расхода топлива [18] этого многотоннажного производства. В то же время снижение объемов разрабатываемого природного сырья и утилизация отходов имеет существенное экономико-экологическое значение [17].

Отходы по своему химическому составу близки к природному сырью, используемому промышленностью строительных материалов.

В таблице представлен для сравнения химический состав отходов гравитационного обогащения, флотационного обогащения углей Горловской обогатительной фабрики, горелой породы терриконов и природного минерального сырья: каолина Просяновского месторождения и глины Изюмского месторождения Харьковской области.

Как видно из таблицы, химический состав ООУ и горелой породы близок к химическому составу глин и каолинов.

Для применения в производстве строительных материалов наибольшего внимания заслуживают отходы обогащения углей (ООУ), характеризующиеся наименьшими колебаниями состава и свойств, поскольку в процессе получения углей эти отходы достаточно качественно перемешиваются и усредняются [17]. При комплексном использовании отходов они являются одновременно исходными сырьевыми материалами и частично топливом для промышленности строительных материалов. Важность комплексного использования сырьевых материалов можно рассматривать в нескольких аспектах.

Во-первых, утилизация отходов позволяет решить задачи охраны окружающей среды, освободить ценные земельные угодья, занимаемые под отвалы и шламохранилища, устранить вредные выбросы в окружающую среду.

Во-вторых, отходы в значительной степени покрывают потребность строительной отрасли в сырье.

В-третьих, при комплексном использовании сырья снижаются удельные капитальные затраты на единицу продукции и уменьшается срок их окупаемости.

Таблица – Химический состав отходов и природного сырья

№	Наименование материалов	Массовая доля оксидов, %							
		nnn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	SO ₃
1	Отходы гравитационного обогащения	15.80	51.02	18.98	9.35	1.83	1.20	3.39	0.67
2	Отходы флотационного обогащения	48.72	33.08	13.64	3.23	1.68	1.03	0.69	0.41
3	Горелая порода	3,5	56,9	26,2	7,9	3,0	1,7	2,4	0,8
4	Каолин	7,97	47,56	37,18	1,59	2,46	0,46	0,76	0,43
5	Глина	8,21	57,76	18,63	6,81	1,03	1,85	1,27	2,23

Установлено, что использование промышленных отходов позволяет покрыть до 40% потребности строительства в сырьевых ресурсах. Применение промышленных отходов позволяет [14 – 16] на 10...30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, экономия капитальных вложений достигает 35..50 %.

Возможности применения горелых пород и отходов углеобогащения в производстве строительных материалов весьма разнообразны. Горелые породы, как и другие обожженные глинистые материалы, обладают активностью по отношению к извести и используются в роли гидравлических добавок в вяжущих известково-пуццоланового типа, портландцементе, пуццолановом портландцементе и автоклавных материалах. Высокая адсорбционная активность и сцепление с органическими вяжущими позволяют применять их в асфальтовых и полимерных композициях. Поскольку обжигаемые в недрах земли или в терриконах угольных шахт горелые породы – аргиллиты, алевролиты и песчаники – имеют в Украине алюмосиликатную природу то они могут применяться в производстве жаростойких бетонов и пористых запол-

нителеей. Некоторые горелые породы являются легкими нерудными материалами, что обуславливает их использование как заполнителей для легких растворов и бетонов.

Отходы углеобогащения – ценный вид минерального сырья, который может быть использован в производстве стеновых керамических материалов и пористых заполнителей. В роли вредной примеси в них выступает сера, содержащаяся в сульфатных и сульфидных соединениях. Теплотворная способность их колеблется в широких пределах – от 3360 до 12600 кДж/кг и более.

В производстве стеновых керамических изделий отходы углеобогащения применяют как отощающую или выгорающую топливосодержащую добавку. Введение оптимального количества топливосодержащей добавки в результате более равномерного обжига значительно улучшает прочностные показатели изделий [14] (до 30...40 %), экономит топливо (до 30 %), исключает необходимость введения в шихту каменного угля, повышает производительность печей.

Возможно применение шлама углеобогащения сравнительно высокой теплотворной способности (18900...21000кДж/кг) в качестве заменителя части технологического топлива при производстве цементного клинкера [10-13]. Причем, в зависимости от свойств отходов, они могут поступать в печь вместе с сырьевыми материалами, сжигаться в зоне декарбонизации или подаваться совместно с топливом в зону горения печи.

Преобладающим видом топлива на промышленных предприятиях Украины является газ, который покупается за рубежом. В структуре потребляемого топлива в промышленности США и Японии преобладают более дешёвые виды топлива: доля угля составляет 90 %, твердых видов горючих отходов – около 10 %. При производстве обжиговых строительных материалов введение углесодержащего компонента в состав сырьевой шихты повышает её энергетический потенциал, что не только позволяет снизить расход технологического топлива на обжиг, но и повысить реакционную способность сырья, интенсифицировать процессы минералообразования и улучшить качество. Выгорание углистых частиц при обжиге клинкера способствует формированию пористых гранул, что позволяет снизить затраты на их помол.

Таким образом, утилизация углесодержащих отходов промышленности, позволяет решить сразу несколько проблем: улучшить экологическую обстановку в районах размещения отходов, сохранить природные месторождения

каолинов и глин для будущих поколений, экономно расходовать топливные ресурсы за счет использования угольной составляющей отходов, снизить себестоимость производства строительных материалов и изделий.

Список литературы: 1. *Галецький Л.С.* Техногенні родовища – нове нетрадиційне джерело мінеральної сировини в Україні / *Л.С. Галецький, У.З. Науменко, А.Д. Пилипчук* // Екологія довкілля та забезпечення життєдіяльності. – 2002. – № 5-6. – С. 77 – 81. 2. *Петрова Л.О.* Вплив на навколишнє середовище відходів вуглевидобутку і вуглепереробки / *Л.О. Петрова* // Геол. журнал. – 2002. – № 2. – С. 81 – 87. 3. Земля тривоги нашої. За матеріалами доповіді про стан навколишнього середовища в Донецькій області у 2004 р. / Під редакцією *С. Третьякова*. – Донецьк: ООО ЦСПИ «ЄСПИЦЕНТР ЛТД», 2005. – 152 с. 4. *Крайнов С.Р.* Геохимические и экологические последствия изменения химического состава подземных вод под влиянием загрязняющих веществ / *С.Р. Крайнов, Г.Ю. Фойгт, В.П. Закутин* // Геохимия. – 1991. – № 2. – С. 169 – 182. 5. *Дунаевская Н.И.* К вопросу о комплексном использовании шламов, сухих отходов углеобогащения, высокозольного и бурого угля в энергетике / *Н.И. Дунаевская*: (доклад на совещании у Президента НАН Украины 22.02.12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://esco-ecosys.narod.ru/2012-5>. 6. *Целуйко О.В.* К вопросу использования отходов углеобогащения / *О.В. Целуйко, Т.П. Волкова* // Наукові праці Донецького Національного Технічного Університету. – 2007. – (Серія: Гірничо-геологічна). – С. 43 – 47 с. 7. *Панов Б.С.* Неоминерализация горящих угольных отвалов Донбасса / [*Б.С. Панов, Ю.А. Проскурня, В.С. Мельников, Е.Е. Гречановская*] // Минералогический журнал. – 2000. – Т. 22, № 4. – С. 37 – 46. 8. *Панов Б.С.* Современные экологические проблемы Донецкого бассейна / [*Панов Б.С., Шевченко О.А., Дудик А.М. и др.*] // Геофиз. Журнал. – 2003. – Т. 25, № 3. – С. 46 – 60. 9. Неизвестные техногенные катастрофы: гибель поселка Нахаловка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dimitrov.usoz.ua/publ/16-1-0-87>. 10. *Бабушкин В.И.* Повышение эффективности использования отходов углеобогащения при обжиге цементного клинкера / *В.И. Бабушкин, В.И. Винниченко, И.В. Шульга* // Уголь Украины. – 1998. – № 4. – С. 48 – 49. 11. *Ходыкин Е.И.* Использование отходов углеобогащения Коркинского разреза в производстве цемента: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» / *Е.И. Ходыкин*. – Челябинск, 1998. – 21 с. 12. *Шубин В.И.* Использование отходов углеобогащения в зоне декарбонизации вращающейся печи / *В.И. Шубин, В.И. Винниченко, Ю.Г. Енч* // Цементная промышленность. Экспресс-обзор. – М.: ВНИИЭСМ, 1990. – Сер. 1, Вып. 2. – С. 11 – 16. 13. *Кейс Х. Дж.* Использование отходов в качестве топлива во вращающихся печах / *Х. Дж. Кейс, И. Ротт* // Цемент. – 1993. – № 4. – С. 9 – 10. 14. *Швайка Д.И.* Использование отходов углеобогащения при производстве строительных материалов в УССР / *Д.И. Швайка* // Использование отходов, попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий. Охрана окружающей среды. – М.: ВНИИЭСМ, 1985. – Сер. 11, Вып. 2. – С. 43 – 51. 15. *Дворкин Л.И.* Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / *Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин*. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 368 с. 16. *Ицкович С.М.* Баженов Технология заполнителей бетона / *С.М. Ицкович, Л.Д. Чумаков, Ю.М. Баженов*. – М.: «Высшая школа», 1991. – 272 с. 17. *Панов Б.С.* Современные экологические проблемы Донецкого бассейна / [*Б.С. Панов, О.А. Шевченко, А.М. Дудик и др.*] // Геофизический журнал. – 2003. – Т. 25, № 3. – С. 46 – 60. 18. *Субботин В.И.* Энергоисточники в XX веке / *В.И. Субботин* // Вестник Российской Академии наук. – 2001. – Т. 71, № 12. – С. 1059 – 1068. 19. *Исхаков Х.А.* Необходимость использования техногенных отходов угледобычи и энергетики / *Х.А. Исхаков* // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2008. – № 5.

– С. 87 – 89. **20.** Макаров А.С. Получение высококонцентрированного водоугольного топлива на основе отходов углеобогащения для использования в энергетическом комплексе Украины / [А.С. Макаров, О.М. Кобитович, А.И. Егурнов и др.] // Обогащение полезных ископаемых. – 2008. – Вып. 33(74). – С. 170 – 180. **21.** Boylu F. Effect of coal particle size distribution, volume fraction and rank on the rheology of coal-water slurries / F. Boylu, H. Dincer, G. Atesok // Fuel Processing Technology. – 2004. – № 85. – P. 241 – 250. **22.** Atesok G. The effect of coal properties on the viscosity of coal-water slurries / [G. Atesok, F. Boylu, A.A. Sirkeci, H. Dincer] // Fuel. – 2002. – Vol. 81. – P. 1855 – 1858.

Поступила в редакцию 25.10.12

УДК 666.914

Экологические и экономические аспекты использования углесодержащих отходов при производстве строительных материалов / А.Н. РЯЗАНОВ, В.И. ВИННИЧЕНКО // Вісник НТУ «ХПІ». – 2012. – № 63 (939). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 145 – 152. – Библиогр.: 22 назв.

Показано, що в Україні накопичено техногенних відходів значно більше, ніж у сусідніх країнах. Відходи виділяють у повітря токсичні речовини, отравляють землю та воду. Хімічний склад мінеральної складової вуглевміщуючих відходів Донбасу наближається до хімічного складу природних каолінів та глин, тому вони цілком здатні замінити аналогічні речовини природних копалин, які використовуються для виробництва керамічних виробів, керамзиту, цементу, бетону, залізобетонних виробів, при будівництві шляхів. Органічна складова відходів здатна забезпечити економію палива в технологіях виробництва керамічної цегли, керамзиту, цементу, аглопориту та ін.

Ключові слова: будівельні матеріали, відходи вуглезбагачення, паливо, економія, навколишнє середовище.

It is shown that Ukraine has accumulated industrial waste much more than in other countries. Waste into the air toxins that poison the land and water. The chemical composition of the mineral component of carbonaceous waste Donbas approaches the chemical composition of natural clay and shale, so they are capable completely replace similar substances of natural resources, which are used for the production of ceramic products, expanded clay, cement, concrete, the construction roads. The organic components of the waste can ensure chit fuel economy technologies of ceramic brick, expanded clay, cement, agglomerite etc..

Keywords: building materials, waste coal, fuel, economy, environment.