

УДК 351:622.3

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА МИНЕРАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ  
ОТХОДОВ УГОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Майдукова С. С., н. с. ГП «Донецкий научно-исследовательский угольный институт»,  
svamayda@gmail.com*

В статье приведены обобщенные и систематизированные результаты экономической оценки ресурсного потенциала твердых отходов угольного производства, рекомендованы альтернативные направления их промышленной утилизации с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую природную среду.

**Ключевые слова:** экономика природопользования, ресурсный потенциал, окружающая среда.

**Постановка проблемы.** Идеальной с точки зрения природопользования является такая форма организации хозяйства, когда нет отходов производства и потребления. В этом случае не только утрачивают смысл такие экологические категории как «выбросы», «сбросы», «загрязнение», но и обеспечивается максимально возможный баланс в системе природопользования. Именно этот принцип является краеугольным камнем идеологии устойчивого социального и экономического развития человечества, провозглашенный ООН в качестве девиза мирового сообщества в «Повестке дня на XXI век» [1].

Любая природная система жизнедеятельности, образовавшаяся в результате естественного отбора на протяжении сотен тысяч и миллионов лет, экономичнее и рациональнее с точки зрения полноты усвоения внешнего ресурса, чем созданная искусственная техногенная система. Однако и естественная система не является полностью замкнутой и только в процессе природного круговорота её «отходы» потребляются и преобразуются. Поэтому «безотходное производство» во временном и пространственном масштабах нашей планеты можно рассматривать как некую абстракцию. На современном уровне социально-экономического развития человеческого

общества речь может идти о малоотходном горнодобывающем производстве, образованном на принципах комплексного использования недр, ограничении вредного воздействия на природную среду на уровне допустимых санитарных норм, не исключая при этом возможность размещать образовавшиеся отходы на почве, в недрах, в атмосфере и водных объектах. Однако даже при выполнении этих условий, по-видимому, не все проблемы, связанные с устойчивым развитием, могут быть решены исключительно путем совершенствования системы управления природопользованием. Роль самого человека (это его нравственность, экологическая культура, уровень образования и др.), управление, уровень технического развития общества имеют, и будут иметь важное значение в гармонизации отношений общества с природой.

В контексте гармонизации связей между человеком и природой весь комплекс экологических проблем и сохранения природных ресурсов следует рассматривать в единой системе эколого-экономических и социально-экономических взаимоотношений. Вместе с тем, реализация всех предпосылок идеальной гармонизации отношений человека с природной средой не укладывается в общепринятые представления, возможно, из-за господствующего в обществе

отраслевого подхода к управлению природопользованием, что противоречит принципам внутренней организации самих природных систем и, что очень важно, не соответствует объективно существующей структуре групповых и общественных интересов.

В процессе добычи и переработки полезных ископаемых образуется значительное количество различных отходов непосредственного производства, превосходящих по массе товарную продукцию. Поэтому комплексное использование природных ресурсов является не только основой малоотходного производства, но это, пожалуй, самый радикальный способ снижения техногенной нагрузки на природную среду и важный источник экономии овеществленного труда и природных ресурсов.

В последнее время без достаточных для того оснований складывается мнение о возможности широкой промышленной утилизации негорючей составляющей твердых отходов угольного производства, чему способствуют появление в печати несистематизированных результатов анализов физико-химического состава твердых отвалов шахт и обогатительных фабрик. Однако для подобных утверждений нет убедительных аргументов, подтвержденных практикой.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Проблемы безотходного производства или хотя бы снижения темпов накопления отходов на земной поверхности носят глобальный характер и связаны с необходимостью серьезной трансформации существующей системы экономических отношений. Их изучению посвящены теоретические и прикладные исследования, эксперименты специалистов различных научных направлений. При этом предлагаемые решения сводятся к комплексной переработке природных ресурсов и находятся в границах технических возможностей современного производства, наличия инвестиций и экономической целесообразности масштабной утилизации вторичных ресурсов при наличии их первичных аналогов.

Следует отметить, что вопросы рационального использования отходов угледобычи и эколого-экономическая оценка последствий их вовлечения в хозяйственный оборот рассматривалась в работах профессора

Недодаевой Н. Л. [2], академика Амоши А. И. [3], однако при этом не уделялось внимание эколого-экономической стратегии развития угледобывающих предприятий. Вопросы экологизации процессов угледобычи также рассматривались в работах проф. Салли В. И. [4] и проф. Бардася А. В. [5]. В работе проф. Вагоновой А. Г. [6] были изучены особенности формирования и использования ресурсного потенциала угольных шахт в условиях реструктуризации национальной угледобывающей промышленности. Однако неизученными остались вопросы экономического целесообразности использования ресурсного потенциала отходов угледобычи, чему и посвящена данная статья.

**Формулирование цели статьи.** Целью данной работы является изучение, анализ и систематизация информации о наличии в минеральной составляющей отходов угольного производства ресурсного потенциала, экономически эффективного для организации промышленного производства с установлением наличия соответствующих технологий и эколого-экономическая оценкой возможности освоения производства нетрадиционной товарной продукции.

**Изложение основного материала исследования.** Горные породы – это природные минеральные агрегаты, слагающие литосферу Земли в виде самостоятельного геологического тела. Состав, строение, структура, текстура и условия залегания горных пород находятся в причинной зависимости от геологических процессов, происходивших в определенных физико-химических условиях [7, с.141].

Угольный пласт представляет скопление угольного вещества, распространенного на значительной площади, заключенного между напластованиями пород, называемыми *почвой* и *кровлей*. Почва и кровля в большинстве случаев генетически связаны с углем. Эта связь обусловлена физико-географическими условиями, предшествовавшими накоплению угля и следовавшими непосредственно за ними процессами метаморфизации [8, с.55].

Прежде всего, они проявляются во взаимозависимости кажущейся плотности вмещающих пород и угля, определяемых степенью метаморфизма, в структуре и ми-

неральном составе этих компонентов. В процессах вскрытия угольного месторождения, проведения различного рода подготовительных и эксплуатационных выработок образуются отходы, которые невозможно целиком разместить в выработанном пространстве шахт и они чаще всего складироваться на земной поверхности в отвалах. С точки зрения минерального ресурса, выданного из земных недр и готового к использованию, порода представляет собой значительный экономический интерес, и поэтому исследованию её минералогического, физико-химического состава и свойств посвящены работы многих авторов.

Систематизация и обобщение этих исследований по данным научных отчетов и публикаций [9–15] приведена ниже.

Использование ресурсного потенциала отходов угольного производства крайне невелико и не превышает 7%. Что касается породы, то ее потребление колеблется в пределах 1,5 – 2,0 млн. тонн в год [8]. В то же время, как показала практика, она с успехом может быть использована в производстве керамики, при строительстве дорог, для закладки выработанного пространства в шахтах и т.д. Отходы флотации – сырье для каменного литья, производства серы, сельскохозяйственных удобрений. Таким образом, твердые отходы угольного производства, будучи извлеченными из недр, высту-

пают, с одной стороны, как овеществленные предметы труда, а с другой – как источник загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и подземных вод.

Максимально возможная утилизация вторичных ресурсов горного производства – чрезвычайно важная социальная и эколого-экономическая задача как средство для повышения уровня безотходности и эффективной защиты окружающей природной среды. Привлекательным с точки зрения маркетинга является и то, что отвальную породу при использовании в качестве сырья для производства потребительских товаров можно получить бесплатно либо по низкой цене и с меньшими затратами овеществленного труда. Однако для целевой ориентации на качество, состав и свойства этих отходов как объекта маркетинговых исследований необходима соответствующая информация. В границах накопленных нами данных она выглядит следующим образом.

По результатам исследований Артёмовской геологоразведочной экспедиции в породных отвалах шахт Донецко-Макеевского горно-промышленного мегаполиса содержание (в процентах) влаги аналитической колеблется от 0,2 до 9,0, золы от 44,6 до 99,8, серы общей от 0,04 до 15,41 [13]. Средний минерало-петрографический состав представлена на рис. 1.

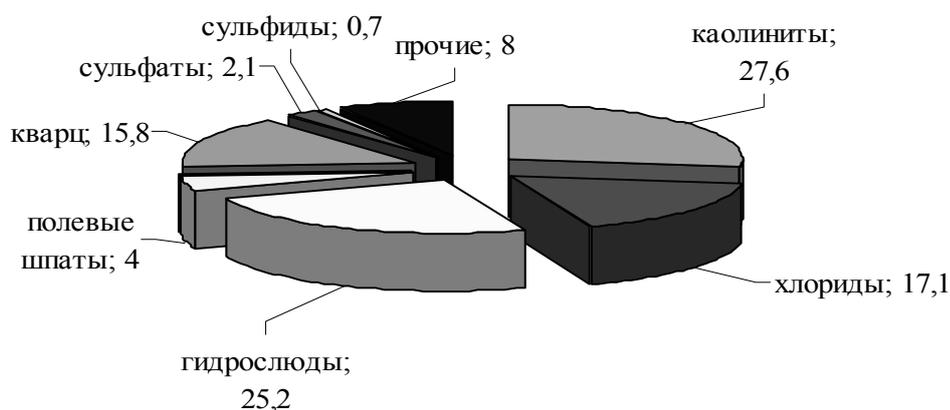


Рис. 1. Диаграмма минерально-петрографического состава (%) горелых породных отвалов

Вскрышные породы состоят преимущественно из метаморфизованных аргиллитов, алевролитов и алевролитовых сланцев (табл. 1). Их химический состав в ряде случаев соответствует сырью, используемому в

керамическом производстве [16, с. 46]. Наличие в породе мелких частиц угля позволяет производить из нее пористые строительные материалы и конструкции с меньшими издержками производства. Результаты

исследования минерального состава 59 действующих терриконов шахт Донецко-Макеевского горнопромышленного района [17] приведены на рис. 2.

Универсальная работа как по объему, так и по числу объектов анализа (40 отвалов горелой породы) выполнена корпорацией «Укрстрой» [15]. Результаты статистической обработки этих анализов приведены в табл. 1.

Статистические характеристики исследованной совокупности результатов рассева отобранных проб горелой породы свидетельствуют об идентичности проб по характеру распределения в них материала по эквивалентному диаметру, что позволило

авторам [15] сделать следующие выводы:

1. Горелые породы терриконов используются в стройиндустрии как кондиционный сырьевой источник щебеночной (>5 мм) и песочной (<5 мм) фракций, их содержание в исходной породе примерно равно.

2. По совокупности физико-химических свойств горелый материал 40 обследованных шахтных отвалов распределяется следующим образом:

– 45% – в тройной системе координат ( $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-(R}_2\text{O+RO+Fe}_2\text{O}_3)$ ) расположены в системе естественного вспучивания. При этом треть из них по содержанию серы непригодны как керамическое сырье;

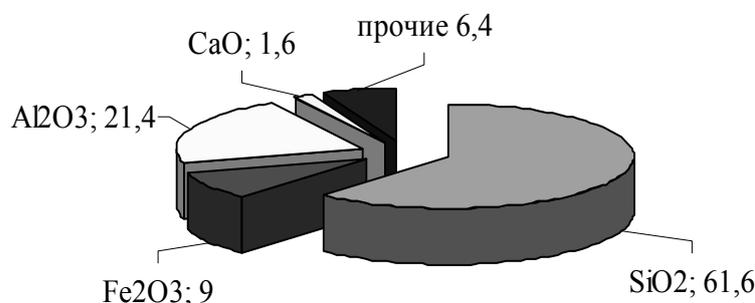


Рис. 2. Диаграмма минерального состава (%) породных отвалов шахт Донецко-Макеевского горнопромышленного района

Таблица 1

Ситовый состав проб горелой породы терриконов

Размер ячеек сит d, мм	Остаток на сите f(d),%	Содержание фракции более f(d),%	Доверительный интервал F(d),% (P=0,95)	Расчетные значения	
				f(d),%	F(d),%
40	5,1	5,1	5,7 – 4,4	6,5	6,5
20	12,7	17,8	19,3 – 16,2	10,8	17,3
10	15,9	33,7	36,0 – 31,3	20,3	37,6
5	17,8	51,5	54,5 – 48,5	10,8	48,4
2,5	16,6	68,1	71,7 – 64,5	14,4	62,8
1,25	3,6	71,7	75,5 – 67,5	11,3	74,1
0,63	8,2	80,0	84,1 – 75,4	8,0	82,4
0,315	6,6	86,6	91,2 – 81,6	5,9	88,3
0,14	6,9	93,1	98,2 – 87,6	4,6	92,9

– 15% – средневспучивающиеся и в тройной системе координат находятся в области использования в качестве порообразователей;

– 40% – не дают пластического числа и оцениваются как заполнитель для бетонов и как материал для дорожного строительства.

Средняя насыпная масса породы 1200 кг/м<sup>3</sup>, доверительный интервал при уровне

надежности P=0,95 составляет 1310–1090 кг/м<sup>3</sup>. Содержание токсичных элементов и удельная радиоактивность во всех случаях ниже предельно допустимых концентраций.

Направления промышленного производства и наиболее распространенные виды продукции, получаемой из отвальной породы и флотохвостов, приведены в табл. 2.

Приведенные характеристика состава

и физико-химических параметры позволяют произвести предварительную маркетинговую оценку продуктов складирования в отвалах, что является одним из этапов построения логического сценария возможного промышленного применения их как исходного сырья для производства товарной продукции, а также является источником информации о возможной эколого-биологической опасности содержащихся в них ингредиентов.

*Сырье для металлургической и хими-*

*ческой промышленности.* Исходя из имеющихся публикаций, исследований по созданию универсальной технологии для извлечения комплекса полезных веществ из породных отвалов не проводилось. Поэтому проблемы, связанные с вовлечением в хозяйственный оборот отдельных минералов, следует рассматривать как минимум в двух аспектах – реальные возможности и потенциальные потребности с учетом современного уровня науки и техники. К числу реальных можно отнести стройиндустрию.

Таблица 2

Направления использования отвальной породы и флотохвостов

Направления промышленного производства	Вид продукции
Легкие неорганические заполнители для бетона	Керамзитовый щебень, керамзитовый гравий, аглопорит
Заполнители для бетона	Фракционированный щебень, песчано-щебенчатая смесь, искусственный песок
Строительная керамика	Кирпич, черепица, канализационные трубы, отошающие добавки к высокопластичным глинам в изготовлении стеновой керамики, тротуарная плитка
Вязущие материалы	Бесклинкерный цемент, исходное сырье
Стеклокерамические материалы	Каменное литье, стекловата
Дорожное строительство	Материал для основания дорог, заполнитель асфальтобетонных смесей типа биндера (А,Б), то же, типа песка (В,Г)
Гидротехническое строительство	Дренажные устройства, предварительная очистка сооружений, заполнитель бетонов
Химическое производство	Комплексные органо-минеральные удобрения, стеклокристаллические материалы, серная кислота

Работы по отбору и химико-минералогическому анализу свидетельствуют о наличии в породных отвалах свыше семидесяти химических элементов. При этом по мере снижения содержания в породе органической составляющей, концентрация полезных ископаемых (что совершенно естественно) увеличивается. Поэтому, например, отходы гравитационного и флотационного обогащения, перегоревшие отвалы шахт и ОФ, золошлаковые отходы промышленных топок являются предпочтительными потенциальными объектами получения вторичных минеральных ресурсов, что и отмечают авторы ряда публикаций.

По данным Днепропетровского отделения Украинского государственного института минеральных ресурсов [18] в пределах чувствительности анализа находятся 30 элементов. Все они от сотен граммов до миллиграммов на тонну рассеяны по всей массе угля «в виде солеобразных и ком-

плексных соединений с органическим веществом, изоморфной примеси в золообразующих минералах и значительно реже – в свободной форме» [18, с.4].

Используется в промышленности крайне незначительное количество попутных элементов. Часть германия извлекается из золошлаковых отходов ТЭС и промышленных вод коксохимического производства. И хотя в лабораторных условиях получены достаточно эффективные способы экстракции многих элементов, работы по созданию крупнотоннажных и конкурентоспособных промышленных технологий извлечения малых элементов не получили окончательного разрешения. Перспективными остаются германий, скандий, иттрий в связи с развитием лазерной техники, высокотемпературных сверхпроводников, нанотехнологий и основанных на них волоконно-оптических новых средствах связи (световодах) и в осветительных приборах [18].

Однако, как показал анализ, существуют единичные промышленные объекты, в отходах которых концентрация малых и углеобразующих элементов отвечает требованиям промышленного производства.

В табл. 3 приведены сравнительные данные о среднем содержании микроэлементов в сопоставлении со шламами Чумаковской ЦОФ [11].

Таблица 3

Среднее содержание микроэлементов, г/т

Элемент, г/т	В осадочных породах	В углях (по Юдовичу)	Минимальное промышленное содержание	В шламах ЦОФ «Чумаковская»
Сурьма	1,5	1 ± 0,11	30	26–34
Свинец	17,5	9 ± 0,9	240	20–100
Кадмий	0,25	0,2 ± 0,05	1	10
Ванадий	110	29 ± 1	100	300
Цинк	79	29 ± 2	400	10–100
Молибден	2,1	2,2 ± 0,15	1000	3
Литий	55	14 ± 1	35	10–110

Из приведенных данных видно, что содержание элементов-примесей в шламах ЦОФ «Чумаковская» намного выше, чем в углях (Sb – в 30 раз, Pb – в 10 раз, Cd – в 40 раз, V – в 10 раз, Zn – в 3 раза, Mo – в 1,5 раза, Li – в 7 раз) и в осадочных породах (Sb – в 20 раз, Pb – в 5 раз, Cd – в 40 раз, V – в 3 раза, Zn – в 1,25 раза, Mo – в 1,5 раза, Li – в 2 раза) [11].

Следует отметить, что в публикациях о содержании минералов в отвалах, как видно из табл. 4, имеются расхождения.

Поэтому подобной информации недостаточно для составления реальных про-

грамм комплексной разработки породных отвалов, и, несомненно, потребуются системные целевые исследования специалистами различного профиля и строгая координация работ.

Используемые некоторыми авторами [19, с. 6] числовые оценки для сопоставления среднего содержания химических элементов в земной коре (кларки) с содержанием их в отвалах нельзя признать корректной, поскольку они не характеризуют ни общих запасов полезного ископаемого на территории Украины, ни запасов конкретного техногенного месторождения.

Таблица 4

Сопоставительные данные о содержании отдельных химических элементов в породе отвалов угольных шахт Донбасса, %

Элементы (в пересчете на окислы)	%		
Кремний (SiO <sub>2</sub> )	65,5–52,4	74,0–3,6	42,2
Алюминий (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	26,6–18,4	34,3–5,4	18,3
Железо (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	12,6–6,2	15,7–1,4	20,0
Кальций (CaO)	3,5–0,5	1,1–0,4	4,1
Магний (MgO)	2,4–1,0	2,2–0,2	2,1
Титан (TiO <sub>2</sub> )	0,9–0,6	2,1–0,2	–

Составлено по: [8 -11]

Кроме того, методология отбора, разделки, подготовки и физико-химического, минералогического анализа столь внушительных масс, которые представляет собой отвальная порода, накопившаяся за многие годы в Донбассе, нуждается в новых подходах, которые бы учитывали ассимиляционный потенциал окружающей среды и социально-экономические факторы развития конкрет-

ной территории. Прежде всего – это репрезентативность исследуемых выборок наблюдений и их статистические оценки. Отбор проб на глубину 1 метр в десятках точек по склону терриконика таким требованиям явно не отвечает. Следует иметь в виду и то, что величины кларков отдельных элементов, как утверждают специалисты, зависят от устойчивости их ядер и от пере-

распределения элементов в той или иной системе, в том числе и в одной из геохимических систем, т.е. в земной коре.

Строго говоря, освоение промышленности, хотя бы единичных химических элементов из породных отвалов, в ближайшее время маловероятно, поскольку мировой и внутренний рынок не нуждаются в дополнительных объемах большинства компонентов отвалов. Измениться существующая ситуация может в том случае, когда инновации в новое производство обеспечат, как минимум, два условия: а) высокие прибыли и б) окупаемость капитала в короткие сроки. Но не следует пренебрегать тем, что

вследствие применения химических реагентов возникает множество проблем защиты окружающей природной среды (степень извлекаемости полезного компонента, обезвреживание, захоронение больших масс чрезвычайно опасных для окружающей среды химических отходов и т.д.), на ликвидацию или предотвращение вредного и опасного воздействия которых потребуются специальные средства.

В настоящее время на основе проведенной экономической оценки реальными направлениями разработки породных отвалов являются химические элементы, приведенные в табл. 5 [20].

Таблица 5

Физико-химическая характеристика

Наименование элементов	Среднее содержание, %	Доверительный интервал (P=0,95)
Органический углерод	5,7	12,6 – 0,0
Сера (в пересчете на SO <sub>3</sub> ): общая	2,6	6,4 – 0,2
Сульфатная	2,0	5,4 – 0,0
Сульфидная	0,6	1,0 – 0,2
Кремний (в пересчете на SiO <sub>2</sub> )	59,0	65,5 – 52,4
Алюминий (в пересчете на Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	22,0	25,6 – 18,4
Железо (в пересчете на Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	9,4	12,6 – 6,2
Кальций (в пересчете на CaO)	1,4	3,5 – 0,5
Магний (в пересчете на MgO)	1,7	2,4 – 1,0
Титан (в пересчете на TiO <sub>2</sub> )	0,8	0,9 – 0,6
Щелочные металлы (в пересчете на Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	3,9	4,8 – 2,9

Из приведенных данных видно, что в среднем на долю кремния (силикат) приходится 59% общей массы химических элементов. Он составляет 27,6% массы земной коры. Значение кремния возрастает, однако спотовые цены на него колеблются в пределах от 22,0 USD/кг (для солнечного) до 13,50 USD/кг (для кремния второсортного качества).

Производство алюминия представляет наибольший интерес, поскольку запасы боксита в Украине ограничены. Содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> во многих перегоревших отвалах шахт по уровню содержания соответствует требованиям технологии производства глинозема. Алюминий получают из бокситов, содержащих 26–28 и более процентов глинозема. Такая концентрация (а иногда до 48%) характерна для многих пород терриконов Донбасса и отвалов обогатительных фабрик [11]. Например, в среднем в Донецко-Макеевском горнопромышленном районе

содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в эксплуатационных отходах угледобычи составляет 23,1%, в отвалах ОФ – 20,2%, хвостохранилищах ОФ – 25,8%, в породных отвалах погашенных шахт – 21, 7%. Наиболее высокое количество глинозема отмечено в породах отвалов шахт им. М. Горького – 26,75%, №3-18 – 25,58%, №8 «Ветка» – 26,62%, «Красногвардейская» – 26%. В некоторых странах мира уже разработаны технологии получения глинозема из отходов добычи и переработки угля. В частности, во Франции успешно опробован новый двухкислотный метод переработки отходов угольного производства для извлечения глинозема; технологи Польши доказали потенциальную экономическую целесообразность промышленного получения глинозема из глинистых пород, содержащих около 25% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [11]. Однако все подобные техногенные образования отвальной породы не обеспечивают долгосрочной работы предприятий такого

типа и, по всей вероятности, стабильности минерального и физико-химического состава исходного сырья.

*Источник редкоземельных металлов.* В природных условиях галлий и германий находятся в рассеянном состоянии в виде изоморфных примесей в сульфидах и сили-

катах. Сульфид железа содержится в аргиллитах, содержание которых составляет 30–50% общей массы отвалов. Технология извлечения этих металлов из сульфидов представляет собой последовательность операций (рис. 3) [20]:

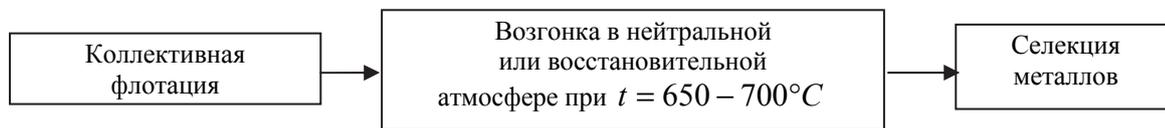


Рис. 3. Схема технологической переработки сульфидов

Основной недостаток этих способов (кислотный и кислотно-щелочной) заключается в большом расходе серной кислоты, что создает дополнительную техногенную нагрузку и приводит к увеличению затрат как на природоохранные мероприятия, так и реализацию самого промышленного процесса, учитывая сложившуюся в мире динамику повышения цен. Так на протяжении последних пяти лет импортные цены на серную кислоту возросли с 37,6 USD/т до 88,65 USD/т (цены в Бельгии, без НДС). При использовании выветрившихся пород старых террикоников содержащиеся в них пириты позволяют исключить из регламента производства серную кислоту, что почти вдвое уменьшает затраты. Технология извлечения редких металлов из силикатов бедных руд осуществляется также в гидрометаллургии Америки с помощью сернокислых бактерий раствором меди и цинка. Однако такие производства единичны.

**Выводы.** Таким образом, в значительной мере утверждения об экономической целесообразности промышленной утилизации неорганических компонентов породных отвалов шахт и обогатительных фабрик (сырье для металлургической и химической промышленности) не выходит за рамки научных гипотез и дискуссионных предложений.

В то же время экономическая ценность перегоревшей породы отвалов для стройиндустрии и при производстве бокситов определяется как конъюнктурой цен на внутреннем рынке сырья в первом случае, так и мировым спросом на бокситы – во втором.

Более детальные эколого-

экономические аспекты хозяйственной утилизации минеральной составляющей отходов угледобычи требуют полномасштабных маркетинговых исследований и наличия в структуре национальной экономики производств соответствующей направленности.

### Литература

1. Программа действий. Повестка дня на XXI век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро. – Женева: Центр «За наше будущее», 1993. – 70 с.
2. Недодаева Н. Л. Эколого-экономическая политика природопользования в условиях специфики горного производства: Монография / Н. Л. Недодаева. – Донецк : НАН Украины, Институт экономики промышленности, 2006. – 356 с.
3. Амоша О. І. Проблеми реструктуризації промисловості в контексті сталого розвитку / О. І. Амоша // Проблеми сталого розвитку України. – К. : БМТ, 1998. – С. 344–353.
4. Салли В. И. Особенности инвестиционной политики в угольной промышленности / В. И. Салли, А. Г. Вагонова, Б. Л. Райхель // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций: региональный аспект. – 2003. – Ч. 2. – С. 392–396.
5. Бардась А. В. Розробка методичних рекомендацій щодо визначення економіко-екологічного потенціалу вугільних шахт / А. В. Бардась // Економічний простір: Збірник наукових праць. – 2010. – №37. – С. 309–322.
6. Вагонова О. Г. Управління ресурсним потенціалом вугільних шахт / О. Г. Вагонова, Ю. С. Папіж. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 178
7. Горная энциклопедия: В 5-ти т. – М., 1986. Т.2: Советская энциклопедия. – 576 с.
8. Федоренко Ю. Н. Технологія виготовлення клінкерних виробів на основі відходів вугледобування / Екологія и промышленность. – 2009. – № 11. – С. 46–51
9. Панов Б. С., Проскурня Ю. А. Новые виды минерального сырья Донбасса. [http:// nich.dgtu.donetsk.ua](http://nich.dgtu.donetsk.ua)

10. Целуйко О. А. [www.masters.donntu.edu.ua](http://www.masters.donntu.edu.ua)
11. Петенко І. В. Організаційно-економічний механізм формування і реалізації ресурсозберігаючих технологій в вугільній промисловості. Дис. д-ра економ. наук Защищена. Утв. – Донецьк, 2002. – 483 с. ил. – Библиогр. с. – 464-483.
12. Оценка физико-химического и микрокомпонентного состава пород (исследованных недействующих породных отвалов шахт ПО «Донецкуголь» и «Макеевуголь» / ПГО Донбассгеология. Артёмовская ГРЭ. – Артёмовск. – 1998. – 55 с.
13. Пояснительная записка к геохимическому картированию породных отвалов шахт ПО «Донецкуголь». – Донецьк. – ПО «Укруглегеология». Донецкая ГРЭ. – 1993. – 9 с.
14. Изучение технических свойств углесодержащих отходов как исходного сырья стройиндустрии. – Донецьк. Украинская корпорация Укрстрой. – Донецьк. – Донецкий ПромстройНИИпроект. – 1992. – 80 с.
15. Кадастр породных отвалов ПО «Орджоникидзеуголь». – Донецьк. – НПФ «Форс-Мажор». – 1992. – 16 с.
16. Майдуков Г. Л., Кислов Б. И., Григорюк М. Е. Эколого-экономический анализ твердых отходов угольных предприятий // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2009. – № 1. – С. 42–48.
17. Галушка И. Ф. Терриконы дешевых удобрений. – Донецьк, Донбасс, 1965. – С. 167.
18. Справочник по содержанию малых элементов в товарной продукции угледобывающих и углеобогащительных предприятий Донецкого бассейна. Днепропетровск, Днепропетровское отделение Украинского государственного института минеральных ресурсов, 1994. – 187 с.
19. Макеев Д. А. Кларки элементов. Горная энциклопедия в 5-ти т. – М., 1986. Т. 3: Советская энциклопедия.
20. Мнухин А. Г. Породные отвалы – сырьё будущего // Уголь Украины. – 2009. – № 5. – С. 28–32.

У статті наведено узагальнені й систематизовані результати економічної оцінки ресурсного потенціалу твердих відходів вугільного виробництва, рекомендовано альтернативні напрями їх промислової утилізації з метою зниження техногенного навантаження на навколишнє природне середовище.

**Ключові слова:** економіка природокористування, ресурсний потенціал, навколишнє середовище.

Generalised and systematised results of the study of resource potential of coal manufacture solid wastes are presented. Alternative directions of their industrial recycling to decrease development pressure on natural environment are recommended.

**Keywords:** nature management, resource potential, environment.

Рекомендовано до друку д. е. н., проф. Петенко І. В.

Надійшла до редакції 9.06.13.