© Е.В. Горюнова, Н.А. Гагарина, 2006

УДК 658.310.8:622.333

Е.В. Горюнова, Н.А. Гагарина

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ВЫСОКОСЕРНИСТЫХ УГЛЕОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ ПОДМОСКОВНОГО БАССЕЙНА

Подмосковный буроугольный бассейн является одним из наиболее освоенных в России и занимает ряд центральных и западных областей Европейской части России. Максимальный годовой объем угледобычи составлял ранее около 20 млн т. Добыча и обогащение углей оказало негативное влияние на окружающую среду. В частности, разработка месторождений бурых углей привела к резкому нарушению природных ландшафтов Тульской области и появлению большого количества техногенных образований (терриконов и шламохранилищ), содержащих отходы добычи и обогащения углей, объемы которых составляют около 70 млн т и занимают площадь не менее 542 га.

Углеотходы, размещенные на территории Тульской области, содержат ряд токсичных химических элементов, суммарные объемы которых составляет [6]:

- цинк – 6577 т.;
- мышьяк – 4449,9 т.;
- свинец – 9535 т.;
- хром – 12724 т.;
- кадмий – 159,9 т.;
- медь – 5721,3 т.;
- ртуть – 31,8 т.;
- ванадий – 6674,9 т.

Согласно постановлению правительства РФ от 12.06.03 г. № 344 определен норматив платы за выбросы этих загрязняющих веществ в атмосферный воздух и в поверхностные и подземные воды (таблица) [4]:

В отличие от других углеотходов, подмосковные отличаются высоким содержанием соединений серы. Поэтому, за счет их окисления происходит миграции ряда химических элементов, в том числе и токсичных, которые оказывают неблагоприятные экологические воздействия на окружающую среду. Все это подтверждает необходимость осуществления природоохранных мероприятий. Согласно статье 16 Федерального закона «Об охране окружающей среды» порядок исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду устанавливается законодательством РФ [8].

Рассчитаем плату за загрязнение окружающей среды для шахты «Васильевская» Подмосковного угольного бассейна [3]:

$$П = М \cdot Ц \cdot К_э \cdot К_и,$$

где $М$ – фактическая масса углеотходов, $М$ = 520000 т; $Ц$ – норматив платы за размещение углеотходов, $Ц$ = 497 руб./т; $К_э$ - коэффициент, учитывающий экологическую ситуацию; $К_э$ = 1,6; $К_и$ - коэффициент индексации. В 2003 г. по новым базовым ценам $К_и$ - 1.

$$П = 520000 \cdot 497 \cdot 1,6 \cdot 1 = 413504000$$

руб. ~ 414 млн руб.

Оставшиеся после добычи или переработки полезных ископаемых отходы скла-

Норматив платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и в поверхностные и подземные воды

Наименование загрязняющих веществ	Нормативы платы за выбросы 1 т загрязняющих веществ (руб.)			
	Атмосферный воздух		Поверхностные и подземные воды	
	В пределах установленных допустимых нормативов выбросов	В пределах установленных лимитов выбросов	В пределах установленных допустимых нормативов выбросов	В пределах установленных лимитов выбросов
Цинк	41	27548	205	137740
Свинец	6833	2755	34165	13775
Кадмий	6833	55096	34165	275480
Ртуть	6833	27548091	34165	137740455
Мышьяк	683	5510	3415	27550
Хром	1366	55100	6830	275500
Медь	1025	275481	5125	1377405
Ванадий	1025	275481	5125	1377405

дируют в специальные хранилища. Углеотходы являются источником загрязнения земель. Ущерб от загрязнения земель рассчитывается по формуле [3]:

$$У_п = \sum_{i=1}^{n} \left(Н_з S_i К_з К_э К_г К_и К_{от} \right),$$

где $Н_з$ - норматив стоимости сельскохозяйственных земель, $Н_з$ = 156 тыс.руб./га; S_i - площадь загрязненных земель, S_i = 50 га; $К_з$ - коэффициент, учитывающий степень загрязнения земель, $К_з$ = 0,6; $К_э$ - коэффициент экологической ситуации, $К_э$ = 1,6; $К_г$ - коэффициент, зависящий от глубины загрязнения земель, $К_г$ = 1,3; $К_и$ - коэффициент индексации стоимости земель, $К_и$ = 1; $К_т$ - коэффициент для особо охраняемых территорий, $К_т$ = 1.

$$У_п = \sum_{i=1}^{n} \left(156 \cdot 50 \cdot 0,6 \cdot 1,6 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \right) = 9734,4$$

тыс. руб. ~ 10 млн руб.

Терриконы шахты «Васильевская» имеют тенденцию к самовозгоранию. В процессе возгорания из отвала в атмосферу выделяются оксиды углерода, оксид и диоксид серы, сероводород, оксид азота, зола. Горение может продолжаться в течение многих лет. Однако в настоящее время терриконы не горят, поэтому ущербом от загрязнения атмосферного воздуха можно пренебречь.

Загрязнение водных объектов углеотходами происходит вследствие вымывания ряда веществ при фильтрации природных водных потоков через массы минеральных отходов. Ущерб от загрязнения водных ресурсов [2]:

$$У_в = У_{уд} \cdot М_{пр} \cdot К_э,$$

где $У_{уд}$ - показатель удельного ущерба водным ресурсам, $У_{уд}$ = 10495,8 руб./усл.т; $М_{пр}$ - приведенная масса выбросов загрязняющих веществ, $М_{пр}$ = 10000 усл.т; $К_э$ - коэффициент экологической ситуации, $К_э$ = 1,6.

$У_в$ = 10495,8 · 10000 · 1,6 = 168 млн руб.

Также необходимо учитывать ущерб от недопущения к размещению углеотходов [2]:

$$У_{отх} = У_{уд} \cdot М_{пр} \cdot К_э,$$

где $У_{уд}$ - показатель удельного ущерба окружающей природной среде от размещения 1 т углеотходов, $У_{уд}$ = 162,2 руб./т;

$M_{пр}$ - приведенная масса углеотходов, $M_{пр}$ = 520000 т; $K_э$ - коэффициент экологической ситуации, $K_э$ = 1,6.

$У_{отх}$ = 162,5 · 520000 · 1,6 = 135 млн руб.

Общая плата, взимаемая за складирование и хранение углеотходов шахты «Васильевская» составляет:

$П_{общ}$ = 414 + 10 + 168 + 135 = 727 млн руб.

С целью уменьшения вредного экологического влияния углеотходов шахты «Васильевская» на окружающую среду и снижения затрат на оплату штрафов, связанных с загрязнением окружающей среды, была рассмотрена возможность переработки углеотходов с получением новых товарных продуктов.

Тепловое воздействие является эффективным приемом экономически выгодной переработки высокосернистых углеотходов. При термообработке углеотходов шахты «Васильевская» рассматривалась возможность как перевода соединений серы в газовую фазу, так и при добавлении к углеотходам известняка, связывание ее в твердом остатке. В результате экологическое влияние терриконов на экологию в регионе сводится к минимуму.

Достижение экономически приемлемых показателей утилизации возможно, если затраты на использование углеотходов будут меньше затрат, необходимых на хранение этих отходов, проведение природоохранных мероприятий или их нейтрализацию другими способами. Очевидно, если параллельно с этим производится выпуск товарных продуктов, то с затратами на хранение (обезвреживание) отходов сопоставляется разность между стоимостью товарных продуктов и издержками этого производства.

В общем виде годовой экономический эффект от утилизации углеотходов определяется по формуле [9]

$$Э_{исп} = [(C_п f - C_{отх}) + E_н (K_п f - K_{отх})] П_{отх} + (Q_б - Q_н) C_{скл} + SN + B,$$

где $C_п$, $C_{отх}$ - себестоимость изготовления единицы продукции соответственно на основе первичного сырья и углеотходов, руб.; f - коэффициент эквивалентности потребительских свойств изготовляемой из углеотходов продукции, определяемый как отношение количества продукта из единицы кондиционного сырья к количеству продуктов из отходов; $E_н$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_н$ = 0,15); $K_п$, $K_{отх}$ - удельные капиталовложения на единицу изготовленной продукции соответственно на основе первичного сырья и отходов, руб.; $П_{отх}$ - количество изготовленной продукции из углеотходов в год, в натуральных единицах; $Q_б$, $Q_н$ - количество породы, размещаемой в отвале, соответственно при базовой и новой (с использованием отходов) технологии, т/год. Террикон шахты «Васильевская» является сформированным, и поэтому поступления новых количеств углеотходов туда не происходит; $C_{скл}$ - расходы на складирование 1 т углеотходов, включая расходы на содержание породного отвала, руб.; S - площадь сохраняемой земли, пригодной для сельскохозяйственных нужд, га/год; N - нормативная стоимость освоения новых земель взамен изымаемых для несельскохозяйственных нужд, руб./га; B - сумма убытков, возмещаемых землепользователям в связи с изъятием земельных участков и потерь продуктов сельскохозяйственного производства в данном году, руб.

Последние четыре показателя в данной формуле определяют косвенный эффект, получаемый за счет уменьшения затрат на складирование углеотходов и издержек в связи с сохранением или высвобождением пригодных для использования земель в сельскохозяйственном производстве, эти данные в расчете не учитываются из-за отсутствия информации, но очевидно, что при их рассмотрении экономический эффект возрастет.

Расчет экономического эффекта от производства коагулянта из углеотходов.

Отпускная цена на коагулянт составляет 2800 руб/т. Себестоимость одной тонны коагулянта, полученного из традиционного сырья 2240 руб/т, что составляет 80 % от цены. Капитальные вложения 52 руб/т. Из одной тонны традиционного сырья получается семь тонн коагулянта, следовательно коэффициент эквивалентности потребительских свойств изготовляемой из углеотходов продукции, определяемый как отношение количества продукта из единицы традиционного сырья к количеству продуктов из отходов равен 24.

Себестоимость одной тонны коагулянта, полученного из углеотходов 2000 руб/т. Капитальные вложения 193 руб/т, перерабатывается 50 тысяч тонн отходов в год. Из одной тонны углеотходов получается 290 кг коагулянта.

$Э = [(2240 \cdot 24 - 2000 + 0{,}15(52 \cdot 24 - 193)] \cdot 14500 = 752\,814\,625$ руб. ≈

≈ 753 млн руб.

Расчет экономического эффекта от производства серной кислоты из углеотходов.

Отпускная цена на серную кислоту 600 руб/т. Себестоимость одной тонны серной кислоты, полученной из традиционного сырья 480 руб/т, что составляет 80% от цены. Капитальные вложения 80 руб/т. Из одной тонны традиционного сырья получается 1,22 тонн серной кислоты, следовательно коэффициент эквивалентности потребительских свойств изготовляемой из углеотходов продукции, определяемый как отношение количества продукта из единицы традиционного сырья к количеству продуктов из отходов равен 8,8. Себестоимость одной тонны серной кислоты, полученной из углеотходов 350 руб/т. Капитальные вложения 107 руб/т. Из одной тонны углеотходов получается 139 кг серной кислоты.

$Э = [(480 \cdot 8{,}8 - 350 + 0{,}15(80 \cdot 8{,}8 - 107)] \cdot 7950 = 31\,518\,570$ руб. ≈ 32 млн руб.

Расчет экономического эффекта от производства портландцемента на основе кальциевых силикатов, полученных из смеси углеотходов с известняком.

Отпускная цена на портландцемент 1410 руб/т. Себестоимость одной тонны портландцемента, полученной из традиционного сырья 1128 руб/т, что составляет 80% от цены. Капитальные вложения 180 руб/т. Из одной тонны традиционного сырья получается 0,67 тонн кальциевых силикатов, следовательно коэффициент эквивалентности потребительских свойств изготовляемой из углеотходов продукции, определяемый как отношение количества продукта из единицы традиционного сырья к количеству продуктов из отходов равен 1,1 Себестоимость одной тонны кальциевых силикатов, полученных из смеси углеотходов с известняком 950 руб/т. Капитальные вложения 205 руб/т. Из одной тонны смеси углеотходов с известняком получается 639 кг кальциевых силикатов.

$Э = [(1128 \cdot 1{,}1 - 950 + 0{,}15(180 \cdot 1{,}1 - 205)] \cdot 41950 = 12\,163\,403$ руб. ≈

≈12 млн руб.

Приведенные данные свидетельствуют о довольно высокой экономической эффективности использования углеотходов в качестве сырья для различной продукции, и в частности для производства коагулянта, серной кислоты и кальциевых силикатов. Все выше изложенное свидетельствует о пригодности углеотходов для получения новых товарных продуктов. С другой стороны применение вышерассмотренных технологических процессов по термообработке углеотходов позволит предприятиям значительно сократить расходы на оплату штрафов, связанных с загрязнением окружающей среды.

Суммарный экономический эффект от замены традиционного сырья углеотходами составит: 797 – 727 = 70 млн руб/год., что позволит не только сократить затраты на содержание террикона и оплату экологических штрафов, но и получить экономическую выгоду.

1. *Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н.* Инженерная экология. Том 2. Под общей ред. Проф. Мазура И.И. – М.: Высшая школа, 1996, 655 с.

2. *Методика* определения предотвращения экологического ущерба. 1999 г.

3. *Обращение* с опасными отходами. Учебное пособие. Под ред. Гарина В.М. и Соколовой Г.Н. – М.: Проспект, 2005, 220 с.

4. *Постановление* от 12.06.03 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления».

5. *Природоресурсные* платежи. Учебное пособие. Под. ред. д.ю.н., проф. Ялбулганова А.А. – М.: КНОРУС, 2004, 246 с.

6. *Савченко В.Е., Сычев А.И.* Две стороны проблемы углеотвалов: Экологическая безопасность и перспективы полезного использования.

7. *Спичак Ю.Н, Ткачев В.А., Кипко А.Э.* Охрана окружающей среды и рациональное использование месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1993, 171 с.

8. *Федеральный* закон РФ «Об охране окружающей среды». – М.: ЭКСМО, 2005 с.

9. *Красавин А.П.* Защита окружающей среды в угольной промышленности. – М.: Недра, 1991. 250 с.

Коротко об авторах

Горюнова Е.В. – аспирантка, адъюнкт РАЕН,
Гагарина Н.А. – аспирантка,
кафедра «Физика горных пород и процессов», Московский государственный горный университет.

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
УЛЬРИХ Елена Викторовна	Интенсификация процессов обезвоживания угольных шламов модифицированными полиэлектролитами	25.00.13	к.т.н.