

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА

УДК 504.064.4 : 622.7

М.С. Клейн

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ОБОГАЩЕНИИ УГЛЕЙ

Ухудшение экологической обстановки в районах с высокой концентрацией угольной промышленности, одним из которых является Кузбасс, требует особого внимания к экологическим проблемам, повышения эффективности природоохраных мероприятий. При переходе к устойчивому, интенсивному развитию экономики приоритетной геоэкологической задачей совершенствования работы угольной промышленности должно быть снижение затрат природных ресурсов угля на получение единицы конечной продукции при минимальной величине общей экологической нагрузки на окружающую среду. Исходя из этого, эколого-экономическую эффективность функционирования системы предложено оценивать с помо-

щью коэффициента эффективности природопользования

$$K_{\text{ен}} = (C_{np} - Y_{\Sigma}) / Z_{\Sigma},$$

где C_{np} – стоимость конечной продукции, полученной из угля; Y_{Σ} и Z_{Σ} – суммарные соответственно ущерб окружающей среде и приведенные затраты производства на стадиях добычи, переработки и использования угля.

Экстремальная зависимость $K_{\text{ен}}$ от качества угля (рис. 1) свидетельствует об особой роли управления качеством угля на различных стадиях его переработки.

Важная роль при решении геоэкологических проблем принадлежит углеперерабатывающим предприятиям, которые, занимая промежуточное положение между добычей и использованием углей, имеют возможность при научно обоснованном управлении качеством продуктов переработки минимизировать величину общих техногенных воздействий на окружающую среду и оптимизировать эффективность природопользования всей производственной системы, создавая условия для применения экономичных ресурсосберегающих технологий добычи угля и экологически рациональных способов получения конечной продукции.

Параметры функционирования системы

должны обеспечивать возможность ее работы в режиме, соответствующем максимальному значению коэффициента эффективности природопользования $K_{\text{ен}}$ (точка А, рис. 1). Работа в таком режиме возможна только при условии экологической направленности развития производства и экономической заинтересованности в этом всех звеньев системы, а основной задачей углеобогащения в этом случае должна быть переработка необходимого количества рядового угля и получение максимального количества угольного концентрата оптимального качества.

Для определения оптимального качества концентрата при использовании его для производства энергии получены зависимости удельных эколого-экономических показателей при добыче, обогащении и использовании угля от зольности концентрата $A_{\text{к}}^d$. В этом случае коэффициент

$$K_{\text{ен}} = (\gamma_k \eta_u Q_i^r U_{\text{ен}} - Y_o - Y_o - Y_u) / (C_{\text{б}} u + 0,1 K_{\text{кб}})$$

где γ_k – выход концентрата, η_u – к.п.д. использования угля, Q_i^r – теплота сгорания концентрата, $U_{\text{ен}}$ – цена готовой продукции, Y_o , Y_o и Y_u – ущерб окружающей среде соответственно при добыче 1т угля, его обогащении и использовании концентрата, $C_{\text{б}} u$ – себестоимость использования концентрата, $K_{\text{кб}}$ – общие капитальные вложения, отнесенные к 1т угля.

Ущерб окружающей среде при обогащении Y_o зависит от

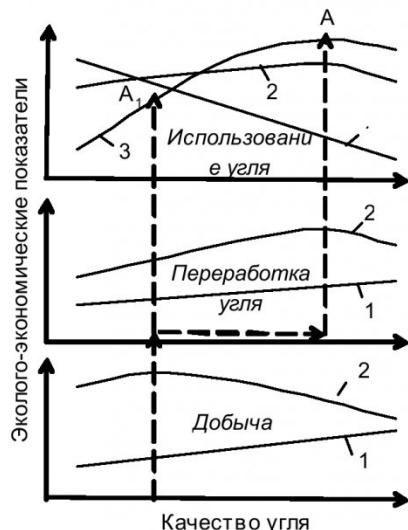


Рис. 1. Влияние качества угля на эколого-экономические показатели: 1- Y ; 2- P ; 3- $E_{\text{ен}}$.

потерь угля с отходами, стоимости их размещения и уровня загрязнения водной и воздушной среды. Зависимость ущерба Y_u от A_k^d определяется с использованием стоимостной экологической поправки

$$K_{\text{эк}} = K_{\text{эк}}^{\text{топл}} + K_{\text{эк}}^{\text{зул}} + K_{\text{эк}}^{\text{зуд}},$$

где $K_{\text{эк}}^{\text{топл}}$, $K_{\text{эк}}^{\text{зул}}$, $K_{\text{эк}}^{\text{зуд}}$ - поправки на качество топлива, золоулавливание и золоудаление. При расчете себестоимости $C_{\text{б}}$ стоимость топлива определяется с учетом индекса загрязнения топлива по зольности $U_z^A = A_k^r / 100 Q_i^r$ [1]. Полученные зависимости позволяют найти оптимальные значения A_k^d , соответствующие максимальному значению эффективности природопользования $K_{\text{эк}}^{\text{max}}$ и минимальному ущербу Y_{min} (рис. 2).

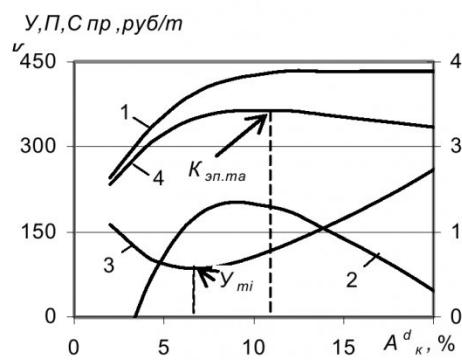


Рис. 2. Влияние зольности A_k^d на:
1 – стоимость C_{np} ; 2 – прибыль P ;
3 – ущерб Y ; 4 – коэффициент $K_{\text{эк}}$.

Аналогичные зависимости эколого-экономических показателей от качества концентрата получены при использовании коксующихся углей для производства доменного кокса, когда конечным результатом можно считать изменение стоимости выплавленного чугуна. Качество угольного концентрата влияет на зольность и расход кокса, расход флюсов и производительность доменных печей, а оптимальные значения эколого-экономических показателей зависят от свойств и обогатимости углей, специфики коксового и доменного производства и

достигаются при зольности концентрата 7-9 %. Одним из требований коксохимиков к сырью является постоянство его качества, поэтому зольность концентрата не должна превышать заданного максимального значения, даже если условия работы углеобогатительных фабрик (УОФ) в этом случае не оптимальны.

Работа предприятий в оптимальном режиме позволяет существенно повысить их экологическую безопасность, однако способы управления экономикой не способствуют в должной мере экологизации производства, направленности на оптимальный конечный результат, решению общих экологических задач. Небольшой размер платежей и штрафов за загрязнение окружающей среды позволяют потребителям угля использовать

неэкологичную, дешевую продукцию с большей для себя экономической выгодой (точка A_1 , рис. 1), перекладывая на общество расходы по ликвидации дополнительных техногенных воздействий. Использование необогащенного угля целесообразно, если эффективность природопользования в этом случае оказывается выше, чем после его переработки.

Развитие угольной промышленности по пути экологизации производства предполагает необходимость улучшения показателей работы отдельных предприятий, при этом к основным экологическим задачам совершенствования технологий углеобогащения относятся:

- повышение качества продуктов обогащения и их потребительской ценности, обеспечивающее более рациональное ис-

пользование ресурсов добываемых углей;

- снижение загрязнения окружающей среды отходами обогащения и газопылевыми выбросами в атмосферу;

- ресурсосбережение за счет снижения потерь угля и утилизации отходов.

Уровень эколого-экономических показателей работы УОФ тесно связан с глубиной обогащения угля. Сравнительная оценка влияния глубины обогащения угля, проведенная для углей различной обогатимости, состава и марок, позволила установить общие закономерности, показывающие, что при снижении глубины гравитационного обогащения $d_{\text{ср}}$ растут затраты производства и ущерб окружающей среде, однако коэффициент $K_{\text{эк}}$ и рентабельность производства увеличиваются (рис. 3), т.к. качество и потребительская ценность продукции повышаются. При включении шламов в процесс переработки возможно скачкообразное падение экономических показателей, т.к. при уменьшении крупности частиц угля селективность сепарационных процессов падает, а капи-

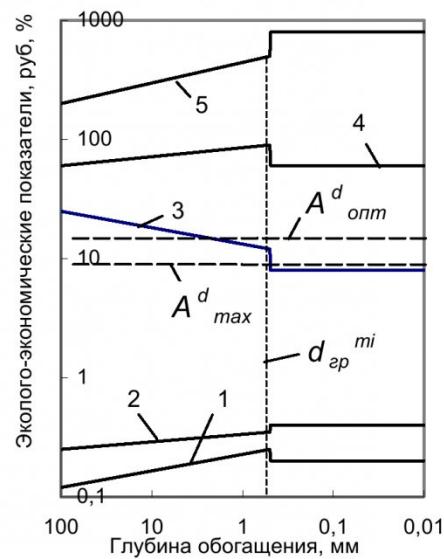


Рис. 3. Влияние глубины обогащения угля на: 1 – рентабельность; 2 – коэффициент $K_{\text{эк}}$; 3 – зольность концентрата; 4 – ущерб окружающей среде; 5 – приведенные затраты

тальные и эксплуатационные затраты на их обогащение и обезвоживание резко увеличиваются. Эффективность природопользования при этом повышается за счет улучшения качества концентрата и увеличения его стоимости при снижении потерь угля с отходами (рис. 3). Оценивая эффективность переработки шламов необходимо учитывать, что при этом одновременно решается задача очистки шламовых вод и большое значение приобретает влажность обезвоженных шламовых продуктов.

Неоднозначное влияние обработки шламовой воды на эколого-экономические показатели при высокой сложности и стоимости процессов сепарации угольно-глинистых дисперсий и отделения шламов от воды доказывает, что проблема совершенствования и оптимизации технологий и схем очистки шламовой воды является очень важной в углеобогащении, тем более, что от способа и эффективности ее решения зависят общие показатели и экологическая безопасность производства.

Угольные шламы в большом количестве образуются при добыче, транспортировке и переработке угля, а среднее количество шламов составляет 10-25 % от рядового угля. При оборотном водоснабжении технологических процессов УОФ шламы накапливаются в оборотной воде и снижают эффективность гравитационных процессов обогащения, поэтому водно-шламовые схемы предприятий должны обеспечивать очистку шламовых вод от твердых частиц и обработку выделенных шламов до необходимых кондиций.

При выборе схем очистки важными являются вопросы о целесообразности и глубине селективной сепарации шламов, решение которых зависит от качественно-количественной характеристики шламов, требований к качеству товарного продукта (A_{\max}^d, W_{\max}^r), эконо-

мических показателей [2].

Существующие технологии очистки шламовых вод часто не обеспечивают в должной мере охрану природы от загрязнения и не позволяют рационально использовать природные ресурсы органического сырья. Одной из основных причин недостаточной эффективности отдельных операций схем очистки является высокое содержание в шламах тонкодисперсных частиц. Результаты гранулометрического анализа шламов некоторых УОФ показывают [2], что среднее содержание частиц размером меньше 30 мкм составляет 30-40 % и может доходить до 50 % в случае обогащения крупного шлама гравитационными методами. Высокая сложность разделения угольно-глинистых суспензий, содержащих минеральные соли и большое количество разнообразных по своей химической природе и физико-химическим свойствам тонкодисперсных частиц, объясняет недостаточную эффективность и высокую стоимость процессов обогащения и обезвоживания шламов.

В настоящее время основные направления экологизации углеобогащения связаны с совершенствованием технологий и схем обработки шламов:

- снижение глубины гравитационного обогащения угля до 0,1-0,2 мм;
- использование замкнутых в пределах фабрики водно-шламовых схем с глубокой очисткой шламовых вод;
- обезвоживание шламовых продуктов без энергоемкого и экологически опасного процесса термической сушки.

Снижение глубины гравитационного обогащения угля не представляет большой технической сложности и реализуется путем использования для обогащения крупных шламов тяжелосредних гидроциклонов и спиральных сепараторов. Однако, при выделении крупных шламов в отдельный продукт, повышается дисперсность твер-

дой фазы шламовых вод, что усложняет ее очистку и обезвоживание выделенных продуктов. Пути полного или частичного решения указанной проблемы зависят от типа водно-шламовых схем фабрик.

При использовании флотации угольных шламов для обезвоживания флотоконцентраты без термической сушки рекомендуется применение гипербарфильтров. Добавление флокулянтов в процессы осветления техногенных вод (отходы флотации) позволяет получать в сливе сгустителей практически чистую оборотную воду, а высокозольный сгущенный продукт после обезвоживания на фильтр-прессах складируется в породных отвалах.

При очистке шламовых вод без флотации и отгрузке потребителям необогащенных шламов возникают определенные сложности из-за высокой влажности (35-40 %) осадка фильтр-прессов. В этом случае приходится сбрасывать часть самых тонких шламов в наружные отстойники, загрязняя окружающую среду и увеличивая потери угля, а для обезвоживания более крупных сгущенных шламов можно использовать эффективное импортное оборудование, например осадительные центрифуги или гипербарфильтры.

Рассмотренные выше современные экологичные технологии углеобогащения апробированы на нескольких новых УОФ, построенных в Кузбассе по проектам института «Гипротуголь» [3].

Положительные результаты по интенсификации процессов очистки шламовых вод и обезвоживания шламов получены на двух фабриках южного Кузбасса за счет использования технологии селективной агрегации тонкодисперсных угольных частиц масляными реагентами, позволившей сократить потери угля с отходами и повысить эффективность обезвоживания флотоконцентраты на вакуум-фильтрах [4,5].

Тем не менее, проблема получения из тонких шламов продуктов необходимой зольности и влажности остается до конца

нерешенной и актуальной. Необходима разработка новых эффективных способов воздействия на угольно-глинистые

дисперсии при селективном их разделении и удалении жидкой фазы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пугач Л.И. Энергетика и экология: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. 2003. – 504с.
2. Клейн М.С. Проблемы экологии и ресурсосбережения при очистке шламовых вод углепереработки / М.С. Клейн, Т.Е. Алешкина // Вестн.КузГТУ. 2005. – № 2. – С. 114-117.
3. Белокопытов П.И. Обогащение углей. Технология и безопасность / П.И. Белокопытов, Г.П. Сазыкин, Б.А. Синеокий // Проблемы ускорения научно-технического прогресса в отраслях горного производства: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – М.: ННЦ ГП – ИГД им. А.А.Скочинского, 2003. – С. 385-392.
4. Клейн М.С. Повышение экологической безопасности углеобогащения при интенсификации процессов механического обезвоживания угольных шламов // Вестн. КузГТУ. 2004. № 6(1). С.109-111.
5. Клейн М.С. Эффективная технология извлечения мелкого угля из техногенных вод углеобогатительных фабрик // Вестн.КузГТУ, 2005. – № 2. – С. 117-119.

Автор статьи:

Клейн
Михаил Симхович
- канд.техн.наук, доц.
каф. «Обогащение полезных
ископаемых»