

УДК 622.271.3/519.21

А.А. Ботвинник, А.Н. Дворникова

**УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ КАЧЕСТВОМ УГЛЯ В ПОТОКЕ,
СФОРМИРОВАННОМ ИЗ НЕСКОЛЬКИХ ЗАБОЕВ**

Семинар № 14

Согласно имеющимся прогнозам, в наступившем 21 веке ископаемые виды топлива – нефть, уголь и газ – останутся основными источниками первичной энергии и будут обеспечивать около 80 % мирового энергопотребления. Уголь – второй после нефти по важности источник первичной энергии. Его доля в суммарном потреблении энергоресурсов всегда была значительна: в настоящее время за счет угольного топлива покрывается около четверти мировой потребности в энергоресурсах [1].

Обеспеченность России разведанными запасами углей составляет в целом сотни лет. При этом парадоксальным является тот факт, что обеспеченность рентабельными запасами отдельных угледобывающих предприятий не только крайне неравномерна, но составляет всего от 3–5 до десятков лет. В основном это обусловлено следующими факторами:

- отсутствием значительных инвестиций в угольную отрасль;
- неопределенной конъюнктурой на рынке топлив;
- сложной социальной обстановкой в угледобывающих регионах.

Все это наряду с ухудшением качества углеводородного сырья и усложнением технологических условий его извлечения приводит не только к снижению объемов добычи, но и сокращению но-

менклатуры угольной продукции. В России из общего объема потребления углей в последние годы 72 % расходуется на нужды энергетики, а на технологические нужды, главным образом на коксование – лишь 15 % (остальное составляют экспорт и другие виды использования углей) [2].

Одним из путей повышения конкурентоспособности углей в России уже в ближайшей перспективе является повышение качества угольной продукции и доведение его до мировых стандартов – до 15 % по зольности и до 1 % по содержанию серы за счет более полной переработки: обогащение и облагораживание по золе, влаге, сере и гранулометрическому составу.

Кроме этого, необходимо расширение и нетопливного использования органической и минеральной части углей, а именно: создание индустрии его глубокой комплексной переработки в ценные продукты. Уголь является энергетическим ресурсом со сложным составом, чьи потенциальные возможности при соответствующей переработке шире, чем у нефти и природного газа. На основе использования углей могут быть получены не только электро- и теплоэнергия, но и другие виды твердого, газообразного и жидкого топлива, сажа и углеграфитовые материалы, редкие и рассеянные элементы, строительные материалы, гуминовые удобрения, сорбен-

ты, а также многие другие химические продукты и сырье [1].

Тенденция ухудшения качества добываемых углей проявляется в снижении спекаемости коксующихся углей, росте их зольности, влажности, сернистости и содержания других вредных примесей. В ближайшем будущем она сохранится. В этой ситуации для повышения потребительских свойств добываемых углей потребуются сделать акцент на предпочтительную добычу энергетически более ценных марок углей и постепенный переход на полное их обогащение, облагораживание низкосортных бурых и каменных углей, окискование угольной мелочи с целью перевода ее в высококалорийный и удобный для потребления продукт.

Расширение сфер использования угля в качестве источника первичной энергии потребует создания и внедрения экологически чистых технологий добычи, переработки и использования. Глобальной тенденцией в мировом углепотреблении является снижение твердых и газообразных вредных выбросов при сжигании ископаемых углей за счет следующих направлений:

- увеличения доли обогащаемых энергетических углей;
- внедрения на действующих угольных электростанциях сероочистки уходящих дымовых газов;
- использования новых прогрессивных технологий сжигания углей;
- предварительной газификации углей.

В условиях рыночной экономики одним из факторов повышения конкурентоспособности продукции является четкость и «прозрачность» отношений между деловыми и финансовыми партнерами. Поднять на новый уровень отношения между потребителями угольной продукции и угледобывающими пред-

приятиями невозможно без обладания последними достаточной информацией о качественных характеристиках углей по всем направлениям его использования. Производитель должен владеть информацией не только об объемах запасов, условиях залегания топлива, технике и технологиях его извлечения, но и обо всех свойствах полезного ископаемого, а, следовательно, и о потребительских свойствах выпускаемой или предполагаемой к выпуску продукции. Это ему необходимо, поскольку предстоит не только добыть уголь определенного качества в заданном объеме, но и обеспечить требуемый марочный состав продукции, а также, в соответствии с международными стандартами ISO 9000, осуществлять постоянный мониторинг качества и поддерживать его за счет проведения обоснованных на стадии прогноза стабилизирующих мероприятий. Все это возможно только на основе функционирования системы управления качеством продукции [3].

Как известно, большая часть ископаемых углей в России добывается на карьерах. Открытые горные работы, как и многие производственные системы, представляют чрезвычайно сложный комплекс элементов с развитыми функциональными связями. Работа системы усложнена взаимодействием с изменчивой внешней средой: качественный состав полезного ископаемого, физико-механические свойства горных пород, геометрические параметры месторождения и горно-технические условия их разработки, а также непрерывным изменением контуров системы в пространстве.

Особенно это проявляется при разработке месторождений сложного качественного состава, когда управление функционированием технологической системы значительно усложняется за

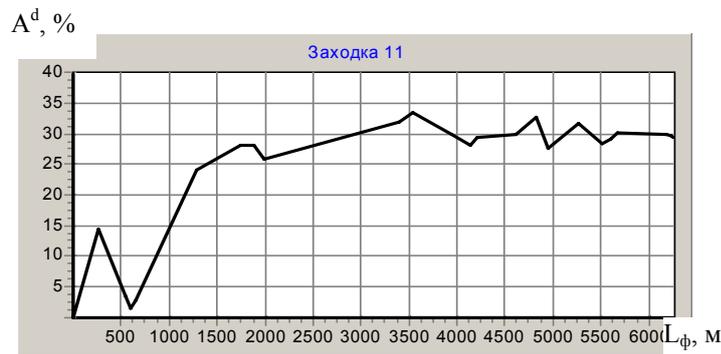
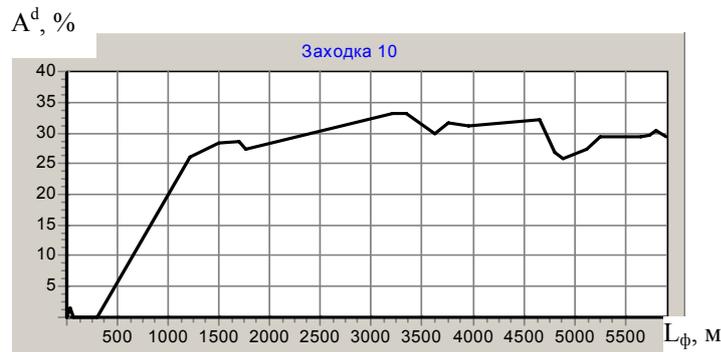


Рис. 1

счет возмущений, инициируемых в ней изменчивостью показателей качества в пространстве и во времени. В этих условиях стабилизация объемов и качества добываемого сырья требует увязки в процессе формирования календарных планов двух разнохарактерных процессов: низкочастотных изменений во времени состава и производительности оборудования и высокочастотных изменений показателей качества полезных ископаемых по фронту добычных работ [4].

Создание на основе геоинформационных технологий пространственной модели месторождения и картирование с ее использованием качественных характеристик ископаемых углей позволяет рассмотреть задачу отработки месторождения на современном уровне. При этом следует в процессе разработки теку-

щих планов (годовых, квартальных) учитывать существующий накопленный опыт в области постановки и решения задач оптимизации горных работ для месторождений сложного качественного состава [4].

Одним из основных критериев оптимизации качества полезного ископаемого в потоке, формируемом на карьере, является стабилизации показателей качества по периодам планирования. Это особенно важно при реализации основной тенденции развития угледобычи – тотального обогащения, то есть обогащения всего добываемого полезного ископаемого. Стабилизации показателей в процессе добычных работ возможно добиться прежде всего за счет:

- вовлечения в отработку запасов из нескольких добычных забоев;

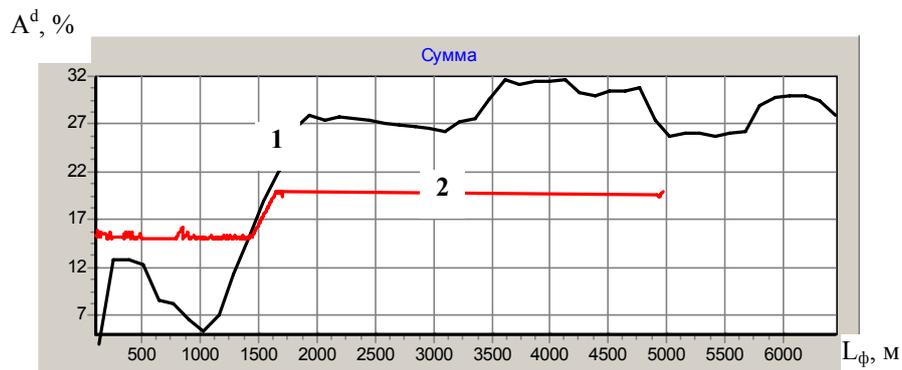


Рис. 2

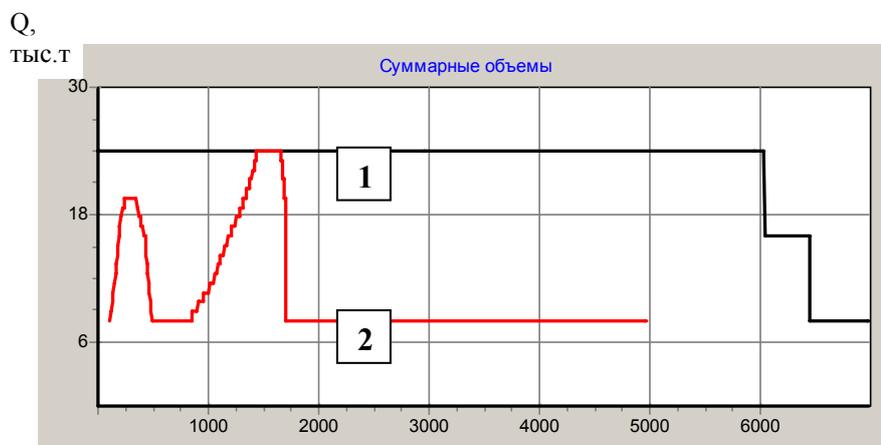


Рис. 3

– изменения интенсивности обработки запасов в действующих забоях;

– раздельного извлечения углей низкого (высокого), то есть существенно отличающегося от среднего, качества для исключения его из общего потока и реализации потребителю по более низкой (или высокой) цене (вместо предполагаемого потребителя в этом случае может быть рассмотрен склад).

В ИГД СО РАН в рамках разработанной системы управления качеством на основе пространственной модели месторождения [5] создана программа для расчета показателя качества в потоке угля, формируемом из нескольких забоев. На примере обработки запасов Эльгинского ка-

менноугольного месторождения показана возможность стабилизации зольности в потоке за счет изменения скорости обработки технологической заходки и формирования складов угля с низким качеством.

Произведено моделирование обработки двух произвольных заходов, динамика изменения зольности чистого угля вдоль фронта которых приведена на рис. 1. Требуется сформировать суммарный поток, значение зольности в котором изменяется от 15 до 20 %. Зольность в суммарном потоке угля, полученном в процессе обработки заходов, представлена на рис. 2, а объемы добываемого угля – на рис. 3. Как видно из рис. 2 (кривая 1), при обработке заходов

с равномерной интенсивностью (кривая 1, рис. 3), то есть без управления, не удастся получить значение зольности в требуемом диапазоне. Стабилизировать ее значение (кривая 2, рис. 2) возможно за счет изменения интенсивности отработки запасов по заходке (кривая 2, рис. 3) и формирования склада из угля низкого качества.

Склад создается в те периоды, когда за счет варьирования производительностью действующего в забое оборудования получить заданное значение зольности невозможно. Когда расчетное значение зольности для очередного обрабатываемого периода становится больше 20 %, то из забоя с углем большей зольности начинает формироваться склад. Исчезновение кривой 2 на рис. 2 и 3 на отметке 5000 м означает, что далее не удастся получить суммарный поток с зольностью в заданных границах, так как изменение производительности оборудования имеет технологические ограничения, что не позволяет отгрузить на склад столько угля, сколько это необходимо для стабилизации суммарного потока.

В рассмотренном примере произведено моделирование изменения скаляр-

ного показателя качества – зольности чистого угля. Созданный комплекс алгоритмов и программ предусматривает управление качеством, в том числе и по векторному показателю, составляющими которого могут быть показатели, заданные не только числом, полученным, как правило, непосредственным измерением, но и функцией, что позволяет расширить круг исследуемых свойств и управляемых показателей качества полезного ископаемого.

Коммерциализация деятельности угольных предприятий, настроенных на получение наибольшего эффекта при добыче угля, предусматривает наличие и актуализацию в интерактивном режиме информации о его составе и свойствах. Система управления качеством полезного ископаемого, одним из блоков которой является разработанный авторами комплекс алгоритмов и программ для картирования геолого-технологических данных об объемах и качестве ископаемого угля – информационная основа новых технологий извлечения и переработки его, как ценного энергетического и технологического сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подковальников С.В., Сендеров С.М., Стенников В.А. и др. Энергетика XXI века: системы энергетики и управление ими / Отв. ред. Н.И. Воропай. – Новосибирск, Наука, 2004.

2. Иванов О.П. Природопользование. – Новосибирск: СибГАС, 2003.

3. Шадов М.И., Фрейдина Е.В., Дворникова А.Н., Ботвинник А.А. Системное управление

качеством углей при открытой добыче и переработке // Уголь. – 2003. – № 2.

4. Фрейдина Е.В., Третьяков А.С., Молотиллов С.Г. Методы текущего планирования горных работ на карьерах. – Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1988.

5. Ботвинник А.А., Протасов С.И. Математическая модель распределения запасов угольных пластов по уровням качества // Вестник КузГТУ. – 1999. – № 5.

Коротко об авторах

Ботвинник Александр Аронович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории открытой геотехнологии,

Дворникова Альбина Нафанаиловна – кандидат технических наук, ученый секретарь, ИГД СО РАН.

