

**УДК: 622.7**

Г. В. Иванов, д.т.н., проф. кафедры АОТиП  
(КузГТУ),

И. В. Муравьев, главный инженер  
(ОАО «ОФ «Междуреченская», А. А. Куранов, заместитель генерального  
директора)

(ООО «МОНТОРЕМ»  
А. Г. Субботин, эксперт  
(ЦЭПБ ППИ КузГТУ)  
г. Кемерово

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ**

Первичная переработка (обогащение полезных ископаемых) является промежуточным этапом в общей технологии и обеспечивает получение товарной продукции, соответствующей требованиям на сырье для химико-металлургической, топливно энергетической и других отраслей промышленности.

Современная обогатительная фабрика — высокомеханизированное и автоматизированное предприятие.

Основными технологическими показателями современной углеобогачительной фабрики являются процессы гравитационного обогащения в тяжелой среде, классификация шламов по крупности в гидроциклонах с последующим обогащением продуктов на спиральных сепараторах и флотационных машинах, процессы сгущения и фильтрования.

При обогащении угля автоматизация особенно эффективна, так как непосредственно влияет на качество и количество продукции.

К основным задачам автоматизации обогатительных фабрик относят сигнализацию и контроль, блокировку и защиту, запуск и остановку в заданной последовательности основного и вспомогательного оборудования. Получить высокие технико-экономические показатели без применения автоматических систем управления технологическими процессами невозможно.

Возможно два направления применения систем автоматизации - это приготовление шихты с заданными постоянными параметрами, которые обеспечивают эффективность процесса обогащения. Для решения этой задачи должна быть обеспечена ритмичная поставка на фабрику со всех шахт поставщиков угля постоянного качества и наличие склада большой емкости с системой шихтования и проблемами, связанными с эксплуатацией.

И второе направление - автоматизация контроля и управления процессами обогащения каждого технологического модуля отдельно, объединяя в единую систему автоматического управления с визуализацией действия системы в реальном времени на разных уровнях управления: аппаратчик – диспетчер - технический руководитель и составлением отчетности для контроля результатов технологического процесса руководителем разного уровня.

Применение данного направления систем автоматизации позволит получить максимальное количество товарного продукта заданного качества в каждом технологическом процессе и по фабрике в целом, повысить эффективность, сократить потери горючей массы в процессе обогащения, уменьшить вероятность ошибочных действий аппаратчика, повысить эффективность контроля работы оборудования и персонала фабрики.

При этом повышается безопасность труда, уменьшается тяжесть и напряженность труда технологического персонала, сокращается время нахождения рабочих во вредных условиях труда.

Действующими разработками систем автоматизации технологических модулей при обогащении угля является:

- 1. Приготовление магнетитовой суспензии высокой плотности
- 2. Контроль и управления величиной плотности тяжелосредного обогащения в сепараторах и обогатительных гидроциклонах
- 3. Контроль и управление процессом флотации угольных шламов
- 4. Контроль и управление классифицирующим гидроциклоном и спиральным сепаратором
- 5. Контроль и управление процессом сгущения шламовой воды Автоматический контроль содержания твердого в исходной пульпе.

#### Приготовление суспензии магнетита.

В настоящее время на УОФ приготовление исходной суспензии с высокой плотностью связано с затратами сил и времени персонала, а иногда приводит к простоям или нарушению технологического режима. Предлагаемая схема обеспечивает автоматическое приготовление суспензии заданной плотности, ее аккумуляцию и использование в процессе обогащения при необходимости. Система обеспечивает учет расхода магнетита за заданный промежуток времени.

В работе системы реализованы все принципы, обеспечивающие выполнение правил промышленной безопасности при ее эксплуатации.

#### Система управления процессом обогащения угля в тяжелосредной суспензии

Основными факторами оперативного управления тяжелосредного обогащения в сепараторах и гидроциклонах является плотность и вязкость суспензии.

Несмотря на то, что уголь перед обогащением классифицируется и, в большинстве случаев, дешламируется для отделения мелких частиц, сус-

пензия постепенно засоряется шламом, и ее можно рассматривать как трехкомпонентную систему, состоящую из воды, утяжелителя и шлама. Технологическая схема предусматривает циркуляцию суспензии в системе и постоянное поступление в нее шлама и воды с углем; часть утяжелителя уносится с продуктами обогащения.

Работой системы предусматривается управление делителем кондиционной суспензии, при этом 30-70 % кондиционной суспензии направляется на регенерацию, что способствует выводу илов и шламов, тем самым, повышение плотности и уменьшение вязкости суспензии, что обеспечивает выполнение требований ВНТП ОФ 3-92. В последующем, для достижения заданной плотности в автоматическом режиме подается свежая суспензия.

Для достижения эффективного обогащения угля в статическом тяжелосредном сепараторе система поддерживает заданную плотность суспензии в пределах  $\pm 10 \text{ кг/м}^3$  при содержании шлама 150—200  $\text{кг/м}^3$ .

Основные показатели процесса обогащения угля — зольность и выход продуктов. При ручном управлении, оценивается расслоением отобранной пробы продукта по взаимному засорению полученных фракций, что связано со значительными трудозатратами.

Применение системы позволяет централизовать управление комплексом, облегчает работу обслуживающего персонала, обеспечивает выдачу необходимой информации о процессе, ведет учет и отчет показателей, стабилизирует качество продуктов обогащения, позволяет получить концентрат заданной оптимальной зольности и повысить выход концентрата.

Автоматический контроль и поддержание заданного давления питания на входе в гидроциклон.

Основой для получения высоких технологических показателей в процессах обогащения тонких классов угля, в частности, на спиральных сепараторах и на флотации, является эффективность предварительной классификации на классифицирующих гидроциклонах. При большом количестве факторов, определяющих эффективность классификации и диаметр граничного зерна разделения, является давление и содержание твердого в питании гидроциклона. Современные гидроциклонные установки обеспечивают контроль и поддержание давления в соответствии с технической характеристикой гидроциклона. Содержание твердого в питании определяется состоянием водно-шламовой схемы. По этой причине задачей системы является контроль и поддержание разбавлением водой заданного значения содержания твердого в сгущенном продукте, который является питанием спирального сепаратора.

Автоматизация процесса флотации угля.

Процесс флотации является одним из наиболее сложных и важных процессов технологии углеобогащения, который необходимо рассматривать как способ дополнительного получения концентрата, повышения пла-

стометрических показателей концентрата и регенерации водно-шламовой схемы фабрики.

Введение в технологический процесс спиральных сепараторов существенно изменяет условия флотации, – уменьшается крупность частиц и содержание твердого в питании, что приводит к повышению удельного расхода реагентов, снижению скорости флотации, увеличивает себестоимость процесса. Высокая себестоимость процесса, количество твердого в питании до 30 % от рядового определяют необходимость автоматизации управления процессом флотации.

При всем многообразии факторов, которые определяет показатели процесса флотации, с учетом наличия устойчиво и достоверно работающих датчиков наиболее целесообразен автоматический контроль содержания твердого, объемного расхода пульпы, вычисление весового количества твердого продукта в пульпе, подаваемой на флотацию, автоматический контроль зольности, содержания твердого и объемного количества отходов флотации. Автоматическое вычисление весового количества концентрата и отходов флотации, управление дозированием реагентов в автоматическом и ручном режимах с эмульгированием и дробной разводкой эмульсии реагента по машинам и камерам, дозирование реагента-собирателя по количеству твердого, реагента - вспенивателя по количеству твердого или объемному расходу исходной пульпы.

#### Автоматизация процесса сгущения

Водно-шламовая схема современной УОФ представляет сложный комплекс в технологической схеме обогащения, назначение которого заключается как в создании среды для выделения концентрата, так и в регенерации шламовой воды, т. е. в восстановлении ее свойств, обеспечивающих получение высоких технологических показателей в основных процессах – отсадке, тяжелосредной сепарации, флотации, обезвоживании.

С учетом сложности управления процессами осаждения и фильтрования представляется целесообразным автоматический контроль расхода и содержания твердого в шламовой воде, поступающей в радиальный сгуститель в объеме радиального сгустителя и в сгущенном продукте. Автоматическое поддержание заданного расхода раствора флокулянтов для процесса сгущения и фильтрования.

При комплексной автоматизации управления отдельными процессами возможно обеспечить передачу on-line информацию о показателях процессов, балансовые данные, действия персонала, иметь интегральный учет количества израсходованных материалов, реагентов и флокулянтов.

Располагая такой информацией в системе управления, можно получить в среднем дополнительный выход концентрата заданной зольности при обогащении угля в тяжелых средах, равный 0,85- 1,00 %, при флотации 0,6 %. При сокращении расхода магнетита на 15-20 % и флокулянтов на 20-25 %.

К основным показателям экономической эффективности АСУ ТП относятся снижение потерь угля с отходами обогащения, уменьшение простоев фабрики и снижение себестоимости процесса обогащения за счет уменьшения удельных расходов вспомогательных материалов.