

# Автоматизация технологических процессов обогащительной фабрики – путь к увеличению выпуска товарной продукции и снижению эксплуатационных затрат

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2016-4-76-78>

## **ИВАНОВ Геннадий Викторович**

Доктор техн. наук, профессор,  
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,  
действительный член АГН,  
650026, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: givanov01@mail.ru

## **КУРАНОВ Алексей Анатольевич**

Заместитель генерального директора  
ООО «Мониторем», 650060, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: kuranov\_aa@mail.ru

## **КОСТРОМИТИН Андрей Витальевич**

Заместитель генерального директора  
по углеобогащению АО «Черниговец»  
АО ХК «СДС-Уголь», 650066, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: a.kostromitin@sds-ugol.ru

## **ПЛОТНИКОВ Алексей Витальевич**

Начальник обогащительной фабрики  
«Черниговская-Коксовая»  
АО «Черниговец» АО ХК «СДС-Уголь»,  
650066, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: pav@chernigovets.ru

Автоматизация технологических процессов непосредственно влияет на качество и количество продукции, экономику производства и условия труда технологического персонала. Для получения максимального эффекта система автоматизации контроля и управления процессами обогащения каждого технологического модуля отдельно должна быть объединена в единую систему автоматического управления с визуализацией действия системы в реальном времени на разных уровнях управления: аппаратчик – диспетчер – технический руководитель, с составлением отчетности для контроля результатов технологического процесса руководителями 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 тяжесть и напряженность труда технологического персонала, повысить эффективность контроля работы оборудования и обеспечить контроль действий персонала фабрики.

**Ключевые слова:** обогащение угля, углеобогащительная фабрика, автоматизация технологических процессов, плотность, вязкость суспензии; расход флотационных реагентов, флокулянтов; тяжесть и напряженность труда; экономические показатели.

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

Современная обогащительная фабрика – высокомеханизованное и автоматизированное предприятие. Основными технологическими процессами современной углеобогащительной 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 технологических процессов особенно эффективна, так как непосредственно влияет на качество и количество продукции, экономику производства и условия труда технологического персонала.

В настоящее время в штатном расписании на обогащительной фабрике фактически отсутствует персонал, задачей которого является опробование показателей технологического процесса с целью управления качеством концентрата в каждом процессе и, тем самым, управление качеством суммарного концентрата. Опробование показателей работы оборудования возложено, как правило, на технологический персонал, что допускает возможность ухудшения качества общего концентрата, уменьшая его цену и вызывая рекламации потребителя.

Наиболее часто под автоматизацией на УОФ понимается применение систем запуска и остановки в заданной последовательности основного и вспомогательного оборудования технологической схемы, сигнализации, контроля, блокировки и защиты работы электроприводов оборудования, предусмотренных нормативными документами для обеспечения промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

Необходимо иметь в виду, что автоматизация управления оборудованием отдельных технологических модулей

должна выполняться при наличии на фабрике автоматических систем блокировки, запуска и останковки оборудования в соответствии с требованиями промышленной безопасности.

Необходимо учесть, что нормативными документами предусматривается автоматизация управления процессами отдельных технологических модулей, что является наиболее эффективным способом повышения безопасности производства на опасном производственном объекте, уменьшения тяжести и напряженности труда персонала технологической смены.

При отладке автоматических систем управления технологическими процессами обогащения угля на ОФ возможны уменьшение численности и корректировка профессионального состава трудящихся.

При комплексной автоматизации управления отдельными, локальными технологическими процессами можно обеспечить передачу в режиме реального времени информации о показателях процессов, балансовых данных, действий персонала по управлению процессом, иметь интегральный учет количества израсходованных материалов, реагентов и флокулянтов.

Возможны два направления применения систем автоматизации:

- приготовление шихты с заданными постоянными параметрами, что обеспечит эффективность процесса обогащения. Для решения этой задачи должны быть обеспечены ритмичная поставка на фабрику угля всех шахт-поставщиков постоянного качества и наличие склада большой емкости с системой шихтования, что требует больших капитальных затрат;

- 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, с составлением отчетности для контроля результатов технологического процесса руководителями 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 обеспечить контроль действий персонала фабрики. Такое направление принято при проектировании систем автоматизации оборудования модулей технологического процесса на ОФ «Черниговская-Коксовая».

Обогатительная фабрика «Черниговская-Коксовая» введена в эксплуатацию в 2014 г. для обогащения углей двух марок: коксующихся и энергетических отдельно по секциям. Годовая производительность – 4500 тыс. т, часовая производительность – 750 т по влажному углю. На ОФ предусматривается обогащение крупных и средних классов угля в магнетитовой суспензии, мелких классов – в спиральных сепараторах, тонких – флотацией.

На ОФ установлено современное отечественное и импортное оборудование. Фабрика вышла на проектную ча-

совую производительность и устойчивый режим работы при обогащении углей.

При монтаже и в процессе запуска на фабрике применены системы автоматизированного управления технологическими процессами обогащения угля, разработанные ООО «Мониторем»®:

- контроль и управление величиной плотности тяжелосредней суспензии при обогащении в сепараторах и гидроциклонах;
- контроль и управление процессом классификации в гидроциклонах;
- контроль и управление процессом флотации угольных шламов;
- контроль и управление процессом сгущения шламовой воды.

Данные системы позволяют:

- производить автоматический и непрерывный контроль и управление работой механизмов, оборудованием технологических модулей, обеспечивая необходимое качество продуктов обогащения;
- осуществлять сбор и передачу данных технологических параметров работы системы в программу SCADA диспетчеризации фабрики.

Комплексное применение разработанных автоматических систем управления позволяет централизовать управление технологическим процессом в целом по фабрике, уменьшает тяжесть и напряженность труда обслуживающего персонала, обеспечивает выдачу необходимой информации о показателях процесса руководителям разного уровня, ведет учет и отчет показателей, стабилизирует качество продуктов обогащения, позволяет получить концентрат заданной оптимальной зольности и повысить выход концентрата, сократить потери горючей массы в отходах.

### **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ В ТЯЖЕЛОСРЕДНОЙ СУСПЕНЗИИ**

Основными факторами оперативного управления тяжелосреднего обогащения в сепараторах и гидроциклонах являются плотность и вязкость суспензии магнетита.

Суспензия представляет трехкомпонентную систему, состоящую из воды, утяжелителя и шлама, которая постепенно засоряется шламом, увеличивая вязкость.

Работа системы автоматизации предусматривает управление плотностью суспензии в два этапа. На первом этапе делителем кондиционной суспензии 30-70% кондиционной суспензии направляется на регенерацию, что способствует повышению плотности и выводу илов и шламов, тем самым, уменьшению вязкости. На втором этапе, при необходимости, для достижения заданной плотности в автоматическом режиме подается кондиционная суспензия. Свежая суспензия высокой плотности подается при необходимости.

Для достижения эффективного обогащения угля в статическом тяжелосреднем сепараторе и тяжелосреднем гидроциклоне система поддерживает заданную плотность суспензии в пределах  $\pm 20 \text{ кг/м}^3$  при содержании шлама  $100\text{-}200 \text{ кг/м}^3$ , что обеспечивает получение заданного качества продуктов разделения.

## **АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ПОДДЕРЖАНИЕ ЗАДАННОГО ДАВЛЕНИЯ ПИТАНИЯ В КЛАССИФИЦИРУЮЩИЙ ГИДРОЦИКЛОН И АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОДДЕРЖАНИЕ ПЛОТНОСТИ ПИТАНИЯ СПИРАЛЬНОГО СЕПАРАТОРА**

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 гидроциклонах. При большом количестве факторов, определяющих эффективность классификации и диаметр граничного зерна разделения, основным является давление и содержание твердого в питании гидроциклона.

Современные гидроциклонные установки обеспечивают контроль и поддержание давления питания в соответствии с технической характеристикой гидроциклона. Содержание твердого в питании непостоянно, определяется состоянием водно-шламовой схемы и влияет на плотность сгущенного продукта. По этой причине задачей системы автоматизации установки является контроль и поддержание разбавлением водой до заданного значения переменного содержания твердого в сгущенном продукте гидроциклона, который является питанием спирального сепаратора.

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ УГЛЯ**

При многообразии факторов, которые определяют показатели процесса флотации, с учетом наличия устойчиво и достоверно работающих датчиков, наиболее целесообразен автоматический контроль содержания твердого и объемного расхода исходной пульпы, что позволяет осуществить дозирование реагента-собирателя по количеству твердого, поступающего на флотацию, реагента-вспенивателя по количеству твердого или объемному расходу исходной пульпы. Управление дозированием реагентов в автоматическом и дистанционном режимах с эмульгированием и дробной подачей эмульсии реагента по машинам и камерам позволяет наиболее эффективно вести процесс флотации.

В качестве контроля направления изменения возможно установка датчиков зольности отходов флотации без включения их в систему автоматизации.

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ**

Водно-шламовая схема современной УОФ представляет сложный комплекс в технологической схеме обогащения, назначение которого заключается в создании среды для выделения концентрата и в регенерации шламовой воды, то есть 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 угольно-породных шламов целесообразным является автоматический контроль расхода и содержания твердого в шламовой воде, поступающей в радиальный сгуститель, в объеме радиального сгустителя на определенной высоте и в сгущенном продукте, автоматическое поддержание заданного удельного расхода раствора флокулянта для процесса сгущения и фильтрования.

В результате применения АСУ ТП модулей обогащения получены: снижение потерь угля с отходами обогащения, увеличение времени работы фабрики и снижение себестоимости процесса обогащения, повышения безопасности производства на опасном производственном объекте, уменьшение тяжести и напряженности труда персонала технологической смены, архивирование данных и составление отчетности для контроля результатов технологического процесса руководителям разного уровня.

Применение системы автоматизации технологических модулей позволило получить дополнительный выход концентрата заданной зольности при обогащении угля в тяжелых средах, равный 0,85%, на спиральных сепараторах – 0,4%, при флотации – 0,5%. Сокращен расход магнетита на 3-5% и флокулянтов на 3-7%.

## **COAL PREPARATION**

UDC 622.75/. 77:65.011.56 © G.V. Ivanov,  
A. A. Kuranov, A.V. Kostromitin, A.V. Plotnikov, 2016  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) •  
Ugol' – Russian Coal Journal, 2016, № 4, pp. 76-78

**Title**  
**AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES  
CONCENTRATING PLANT – A WAY TO INCREASE IN RELEASE  
OF PRODUCTS AND DECREASE IN OPERATIONAL EXPENSES**

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2016-4-76-78>

**Authors** Ivanov G.V.<sup>1</sup>, Kuranov A.A.<sup>2</sup>, Kostromitin A.V.<sup>3</sup>, Plotnikov A.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650026, Russian Federation

<sup>2</sup> «Montorem» LLC, Kemerovo, 650060, Russian Federation

<sup>3</sup> SBU-Coal Holding Company JSC, Kemerovo, 650066, Russian Federation

### **Authors' information**

**Ivanov G.V.**, Doctor of Engineering, Professor, full member of Academy of Mining Sciences, e-mail: [givanov01@mail.ru](mailto:givanov01@mail.ru)

**Kuranov A.A.**, Deputy General Director, e-mail: [kuranov\\_aa@mail.ru](mailto:kuranov_aa@mail.ru)

**Kostromitin A.V.**, Deputy General Director for coal preparation, e-mail: [a.kostromitin@sds-ugol.ru](mailto:a.kostromitin@sds-ugol.ru)

**Plotnikov A.V.**, Head of the concentrating plant, e-mail: [pav@chernigovets.ru](mailto:pav@chernigovets.ru)

### **Abstract**

Automation of technological processes directly influences quality and quantity of production, its economy and the working conditions for the technological staff. To receive the maximum effect the system of automation of control and management on processes of enrichment of each technological module should be separately united in uniform system of automatic control with visualization of action of system in real time on the different levels of management: the bureaucrat – the dispatcher – the technical lead, with drawing up the reporting to control the results of technological process by the head of different levels. Using this kind of automation systems will allow to receive the maximum quantity of a commodity product of the set quality in each technological process and on factory in general, to increase efficiency, to reduce losses of combustible weight in the course of enrichment, to reduce weight and intensity of work of the technological staff, to increase efficiency of control of work of the equipment and to provide control on actions of the personnel of factory.

### **Keywords**

Coal enrichment, Coal preparation plant, Automation of technological processes, Density, Viscosity of suspension, Consumption of floatation reagents, Consumption of flocculant, Weight and intensity of work, Economic indicators.