

УДК 622.765

**ПОВЫШЕНИЕ СЕЛЕКТИВНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ****Хамитов Т.М.***Сибайский подземный рудник Сибайского филиала ОАО «Учалинский ГОК», Сибай,  
e-mail: tmh\_80@mail.ru*

В данной статье проведен анализ различных методов обогащения углей. Изучены основные тенденции развития флотационного обогащения углей. Представлен обзор реагентов, используемых при флотации углей. Рассмотрены основные направления поиска новых реагентов, позволяющих повысить селективность флотационного обогащения углей.

**Ключевые слова:** углеобогащительные фабрики, тяжелосредние гидроциклоны, отсадочные машины, флотационное обогащение, селективность, угольные шламы, флотомашинны, флотационный реагент

**INCREASE OF SELECTIVITY OF ENRICHMENT OF COALS****Khamitov T.M***Sibaysky underground mine of Sibaysky branch of JSC «Uchalinsky GOK», Sibay,  
e-mail: tmh\_80@mail.ru*

In this article the analysis of various methods of enrichment of coals is carried out. The main tendencies of development of floatation enrichment of coals are studied. The review of the reagents used at floatation of coals is submitted. The main directions of search of the new reagents allowing to increase selectivity of floatation enrichment of coals are considered.

**Keywords:** coal preparation factories, tyazhelosredny hydroclones, otsadochny cars, floatation enrichment, selectivity, coal slimes, flotomashina, floatation reagent

Исследованиями последних лет установлено, что потенциальные ресурсы каменного угля в мировом масштабе оцениваются примерно в 16000 млрд т, причем извлекаемые запасы составляют около 730 млрд т. Доля угля в мировом топливном балансе электроэнергетики к 2030 г. прогнозируется до 44%. Таким образом, в нынешнем столетии уголь будет оставаться важнейшим электроэнергетическим потенциалом планеты [9].

По объемам угледобычи Россия занимает пятое место в мире после Китая, США, Индии и Австралии. В последние годы Россия вышла на уровень добычи свыше 300 млн т в год. В недрах России сосредоточена треть мировых достоверных извлекаемых запасов угля (195 млрд т) и пятая часть разведанных запасов. Извлекаемые запасы на действующих предприятиях составляют почти 18 млрд т, в том числе коксующихся углей – около 4 млрд т, разведанных запасов угля хватит как минимум на 500 лет. Эти запасы являются основой экономической безопасности и стабильности России [3].

Уголь в России добывается в 25, а потребляется во всех 83 субъектах Федерации. Основные потребители угля на внутреннем рынке – это электростанции и коксохимические заводы. Крупнейшие угольные компании России в перспективе на ближайшее десятилетие (2010 – 2020 гг.) планируют сооружение новых углеобогащительных

фабрик как в действующих угольных регионах, особенно в Кузбассе, так и на вновь осваиваемых угольных месторождениях и бассейнах с общей мощностью по переработке, с учетом модернизации действующих производств, до 100 млн т в год.

Основной и постоянной задачей угольной промышленности является повышение объемов угледобычи при минимальных расходах на модернизацию, создание новых способов переработки и использования угля при соблюдении экологических требований, в том числе защиты окружающей среды от загрязнений и снижения уровня парниковых газов.

Реализация этих задач требует разработки новых технологических и технических решений, основанных на отечественных и зарубежных научно-производственных достижениях в области горного дела, использования прогрессивных технологий и технических средств, достигнутых в других отраслях науки и техники.

К числу первоочередных задач, подлежащих решению в обозримой перспективе, относится повышение качества угольной продукции, которое на современном этапе возможно только с применением методов обогащения.

Среди наиболее прогрессивных технологий следует отметить гравитационные методы обогащения и флотацию. В настоящее время на углеобогащительных пред-

приятнях применяется обогащение в тяжелосредных установках (тяжелосредные сепараторы и гидроциклоны), отсадочных машинах, спиральных сепараторах и флотационных машинах.

Тяжелосредные гидроциклоны применяются для обогащения углей с нижним пределом крупности 0,5 мм. Несмотря на относительно высокую точность разделения, их использование ограничено, поскольку требует высоких эксплуатационных затрат, а необходимость регенерации магнетитовой суспензии усложняет технологическую схему.

В последнее десятилетие на углеобогатительных фабриках России, перерабатывающих коксующиеся угли, устанавливают спиральные сепараторы. Это позволило значительно снизить нагрузку на флотационные отделения фабрик по твердому. Но, вместе с тем, уменьшилась средняя крупность частиц, поступающих на флотацию. Также, если присутствует в питании флотации глина, то критически ухудшаются показатели флотации, увеличивается расход флотореагентов и, соответственно, увеличивается себестоимость процесса обогащения. Помимо этого, недостатками спиральных сепараторов являются ограниченный диапазон плотности разделения 1550-2000 кг/м<sup>3</sup>, низкая эффективность обогащения частиц крупностью менее 0,15 мм.

Использование сепараторов с качающейся постелью дает возможность обогащения углей по низкой плотности разделения менее 1500 кг/м<sup>3</sup>. Однако, обогащение углей трудной обогатимости в этих сепараторах характеризуется низкой эффективностью.

По сравнению с другими методами гравитационного обогащения угля отсадка отличается относительной простотой, дешевизной и универсальностью, но для обогащения тонких шламов эффективность ее применения относительно низкая [7].

Несомненно, схемы с обогащением шламов крупностью 0,2 (0,3) – 1 мм гравитационными методами эффективны и экономичны. Однако, методы обогащения в тяжелосредных гидроциклонах и отсадочных машинах ограничены нижней крупностью материала 0,15 мм, методы с использованием водных циклонов, спиральных сепараторов и центрифугирования ограничены нижней крупностью 0,03 мм. Фактически, альтернативных флотации способов, позволяющих обогащать ультратонкий шлам крупностью менее 0,03 мм в промышлен-

ных масштабах, не существует. Флотация позволяет выделить ценный компонент в виде флотоконцентрата с низкой зольностью из мелкого угольного шлама, образующегося в процессах гравитационного обогащения и промывки углей.

В качестве флотационных реагентов в России используются полупродукты нефтепереработки и отходы нефтехимии. Аполярные реагенты используются в качестве собирателей: дизельное топливо, керосин, топливо ТС-1, термогазойль. В качестве пенообразователей – гетерополярные: Т-80 (полупродукт, образующийся при получении 1,3-диоксана), ВПП (полупродукт, образующийся при производстве 4,4-диметил-1,3-диоксана), КОБС (кубовые остатки производства бутилового спирта), КЭТГОЛ (кубовые остатки от производства 2-этилгексанола).

В настоящее время помимо традиционных собирателей и пенообразователей для флотационного обогащения углей используют комплексные флотореагенты. Так, в Кузбассе на некоторых фабриках применяется комплексный реагент собиратель КРС – смесь регенерированных нефтепродуктов (минеральных масел) с добавлением или без добавления керосиногазойлевых фракций переработки нефти, активирующих добавок для увеличения флотационной способности (масло Х) и присадок для понижения температуры замерзания.

Также ООО «Минерал» внедряет для флотации угольных шламов новые флотореагенты Unicol™ марок «С» и «F» на спиртовой основе. Причем флотореагент Unicol™ марки «С» обладает собирательными свойствами, а флотореагент марки «F» пенообразующими свойствами. Эти флотореагенты смешиваются между собой в любых соотношениях и могут применяться как совместно, так и отдельно, в зависимости от конкретных условий. Оптимальное соотношение марок и дозировки определяются на этапе лабораторных и промышленных испытаний. При совместном использовании флотореагентов Unicol™ марок «С» и «F» достигается выраженный синергетический эффект. Флотореагенты Unicol™ флотируют все известные виды углей: газовые, жирные, коксовые, тощие, а также антрациты, образуют стабильную пену, которая хорошо обезживается [4].

Существенно повысить селективность процесса флотации позволяет использование реагентов – модификаторов, в качестве которых применяются органические

и неорганические соединения. Так, применение сульфатов позволяет улучшить качественно-количественные показатели флотации, в частности повысить извлечение серы в отходы флотации. Данное обстоятельство вызвано повышением гидратированности поверхности пиритсодержащих примесей за счет образования водородных связей между координированными молекулами воды гидроксоаквакомплексов катионов исследуемых солей и молекулами воды жидкой фазы пульпы, что обеспечивает депрессию пиритсодержащих примесей углей при флотации [2, 5].

Целесообразно также использование в качестве реагентов – модификаторов органических соединений. Так, флотационные исследования с использованием сложных эфиров линейного строения, свидетельствуют о повышении селективности процесса при наличии изомерии в структуре вещества. Изомерия в структуре сложных эфиров способствует увеличению специфической компоненты межмолекулярного взаимодействия их молекул с угольными частицами вследствие смещения электронной плотности +I-типа от метильных групп к углеродным атомам главной цепи. Данное обстоятельство создаёт возможность специфического закрепления энергетически активного водорода на отрицательных сорбционных центрах угольной поверхности. В то же время наличие радикалов в углеводородной цепи молекул приводит к уменьшению неспецифической компо-

ненты взаимодействия при их адсорбции на поверхности углей [1, 6, 8].

Анализ различных методов обогащения углей показал, что для более эффективного обогащения угольных шламов необходимо применение флотационных методов. Для повышения селективности флотационного процесса представляется целесообразным использование флотационных реагентов, способных к специфическому взаимодействию с угольным веществом.

#### Список литературы

1. Аглямова Э.Р., Савинчук Л.Г. Способ флотации угля // Патент России № 2165799. 2001. Бюл. №12.
2. Аглямова Э.Р. Повышение селективности флотации газовых углей с применением органических и неорганических соединений: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Магнитогорск.: 2002. – 155 с.
3. Алексеев К.Ю., Линев Б.И., Рубинштейн Ю.Б. Перспективы развития углеобогащения в России // Уголь. – 2010. – № 8. – С. 70 – 73.
4. Гайнуллин И.К. Повышение эффективности процесса флотации угольных шламов с использованием флотореагентов UnicoITM // Уголь. – 2013. – № 5. – С. 105-106.
5. Муллина Э.Р., Мишурина О.А., Чупрова Л.В. Изучение влияния неорганических солей на извлечение серосодержащих примесей при флотации углей низкой стадии метаморфизма // Технические науки – от теории к практике. – 2013. – № 22. – С.64 – 69.
6. Муллина Э.Р., Чупрова Л.В., Мишурина О.А. Исследование влияния химических соединений различного состава на процесс флотации газовых углей // Сборник научных трудов Sworld. – 2013. – Т. 12, № 3. – С. 4 – 8.
7. Новак В.И., Козлов В.А. Обзор современных способов обогащения угольных шламов // ГИАБ. – 2012. – № 6.
8. Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.А. Влияние органических и неорганических соединений на флотацию углей низкой стадии метаморфизма // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4; URL: [www.science-education.ru/110-9663](http://www.science-education.ru/110-9663) (дата обращения: 05.11.2014).
9. Шатиров С.В. Современные проблемы угольной отрасли // Уголь. – 2013. – № 4. – С. 45 – 49.