

изолированном ионе SCN<sup>-</sup> [11]. Положение частот деформационных колебаний δ(NCS) ≈ 481 см<sup>-1</sup> служат дополнительной информацией о координации роданидных групп с хромом (III) через атомы азота.

Отсутствие мостиковых роданидных групп ( $\nu(CN) < 2100 \text{ см}^{-1}$ ) находится в соответствии с концепцией Пирсона [12], так как ионы Ln<sup>3+</sup> и Cr<sup>3+</sup> являются "жесткими" акцепторами электронных пар лигандов.

Рентгеноструктурный анализ (РСА) моноокристаллов [13] подтвердил заключения о строении комплексов, сделанные на основании ИК спектроскопических данных.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрусталев В.А., Ванина Г.Е., Венсковский Н.У. // Журн. неорган. химии. 20003. Т.48. №7. С. 1130-1133.
2. Шестакова С.И., Петрова В.С., Уланова Т.А. // Журн. Всесоюзн. хим. об-ва. 1987. Т.32. №3. С. 351.
3. Черкасова Т.Г., Татаринова Э.С., Кузнецова О.А., Трясунов Б.Г. Патент РФ №2097714 от 27.11.1997.
4. Руководство по неорганическому синтезу / Под ред. Г. Брауэра. Т.5. -М.: Мир, 1985. 360 с.
5. Уильямс У.Дж. Определение анионов. -М.: Химия, 1982. 642с.
6. Шарло Г. Методы аналитической химии. -Л.: Химия, 1965. 976 с.
7. Накамото К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. – М.: Мир, 1991. 536 с.
8. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. – М.: Высш. шк., 1971. 204с.
9. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия. -М.: Мир, 1982. 328 с.
10. Химия псевдогалогенидов / Под ред. А.М. Голуба, Х. Келера, В.В. Скопенко.- Киев: Вища шк., 1981. 360 с.
11. Gordon D.Y., Smith D.F. // Spectrochim. Acta. 1974/V. A30. P. 1953.
12. Гарновский А.Д., Садименко А.П., Осипов О.А., Цинцадзе Г.В. Жестко-мягкие взаимодействия в координационной химии.- Ростов н/Д.: Изд-во Ростовск. ун-та, 1986. 272 с.
13. Cherkasova E.V., Virovets A.V., Peresypkina E.V., Podberezhskaya N.V., Cherkasova T.G. // Inorg. Chem. Commun. 2006. V. 9. №1. P. 4-6.

□ Авторы статьи:

Черкасова  
Елизавета Викторовна  
– аспирант каф. химии и технологии  
неорганических веществ

Татаринова  
Эльза Семеновна  
– канд. хим. наук, доц. каф. химии и  
технологии неорганических веществ

Черкасова  
Татьяна Григорьевна  
– докт. хим. наук, проф., зав. каф.  
химии и технологии неорганических  
веществ

## УДК 622.648.24

**А.В. Папин, Г.А. Солодов, А.Н. Заостровский, А.И. Гудков**

## ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФОВ И БУРЫХ УГЛЕЙ С ОТХОДАМИ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ

Неокисленные бурые угли в основном используются как энергетическое топливо, а окисленные угли, составляющие около 4-6% общих запасов угля, рассматриваются как отходы угледобывающей промышленности и зачастую оставляются в пластах или выбрасываются с пустой породой в отвал [1].

Среди перспективных направлений переработки бурых и окисленных углей с получением нетопливной продукции важное

место занимает получение гуминовых веществ, имеющих широкий спектр применения в различных отраслях народного хозяйства.

Весьма интересным является применение гуматов – солей гуминовых кислот, в технологии производства водоугольных топлив. Гуматы (гумат натрия, кальция и т.п.) является универсальными регентами-пластификаторами, со стабилизирующим и "разжижающим"

действием, способствующие получению высококонцентрированных суспензий (более 60 % твердой фазы). Более того, использование гумата натрия в технологии водоугольных суспензий выгодно и с экологической точки зрения, так как при наличии в топливе натриевых, кальциевых или магниевых солей гуминовых кислот, в начальный период горения происходит распад гуматов с образованием окисей металлов, ко-

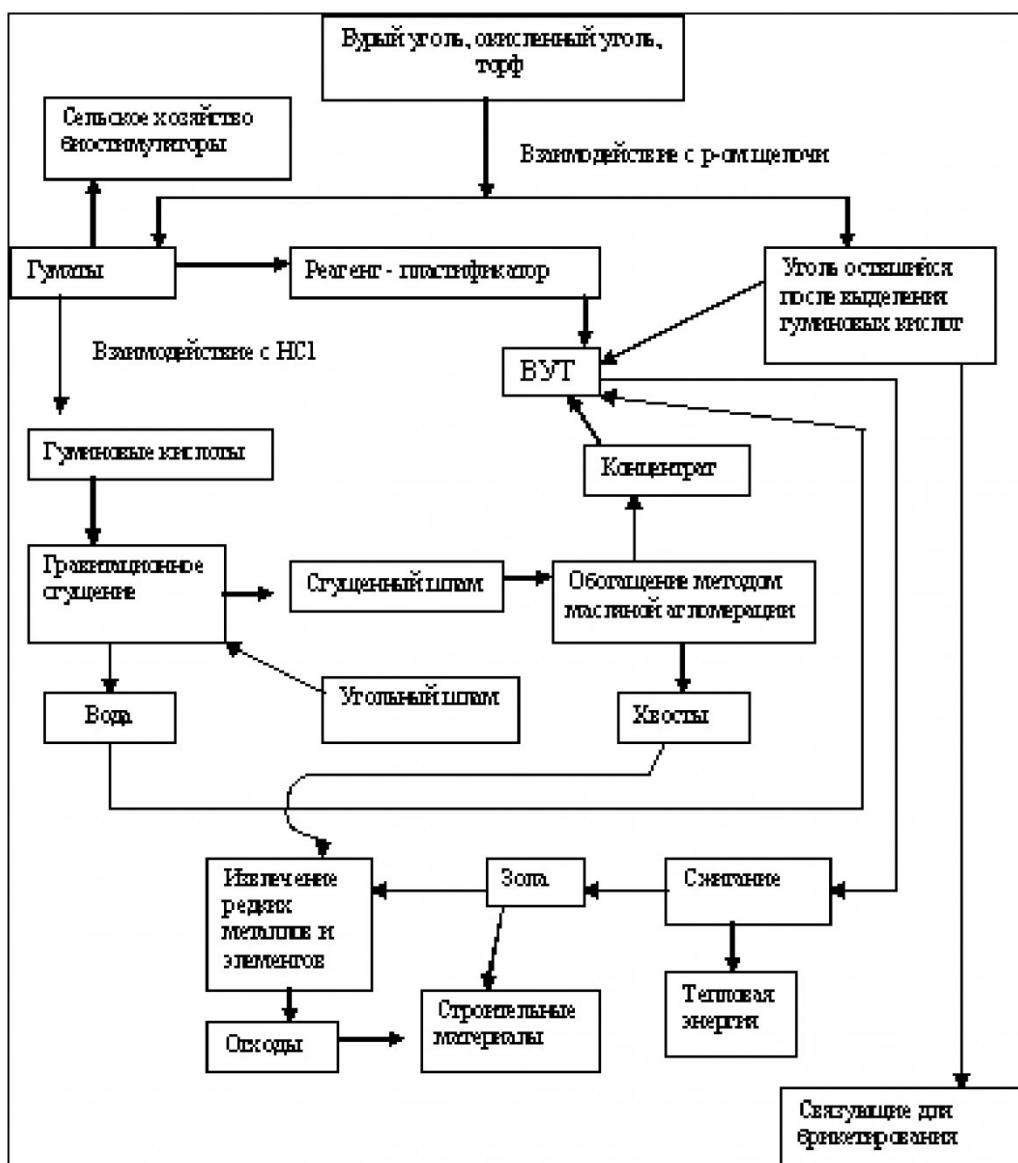


Рис.1. Принципиальная технологическая схема комплексного использования торфов, бурых и окисленных углей с отходами обогащения углей

торые активно реагируют с окислами серы, образующимися при сгорании пирита и сернистых органических соединений. При благоприятных количественных соотношениях в топливе гуматов и горючих сернистых соединений выделение окислов серы с дымовыми газами может отсутствовать даже при высоком содержании в угле горючих сернистых веществ [2].

Для производства водоугольных топлив в качестве твердой фазы могут использоваться различные твердые горючие ископаемые, однако предпочтение отдается угольным шламам. В первую очередь

это связано с низкой их стоимостью, а также экологическим эффектом – утилизацией углеотходов, оказывающих вредное воздействие на окружающую среду. Вовлечение углеотходов в производство позволяет повысить экономию предприятий путем пополнения сортов сырьевой базы и использование уже добывого угля в виде шлама подготовленного к использованию.

Технология сжигания водоугольной суспензии позволяет получать золу с универсальными свойствами без недожога, которая может использоваться в производстве строительных

материалов и различных вариантах технологических схем извлечения редких и ценных элементов, без дополнительной специальной пробоподготовки. Таким образом, образуется целое комплексное направление и может осуществляться по следующей схеме (рис.1.).

Технология комплексного использования торфов и бурых углей с отходами углеобогащения прошла испытание в лабораторных условиях.

В качестве исходной твердой фазы был взят угольный шлам марки СС, обогащенный по методу масляной агломерации. Гумат натрия (реагент-

Таблица 1

## Данные технического анализа

Наименование угля (торфа)	Влажность, %мас.	Зольность, %мас.
Угольный шлам марки СС, после обогащения методом масляной агломерации	12,4	8,4
Бурый уголь	10,2	12,5
Черниговский КУ (е.о.)	14,8	11,7
Торф верховой	10,8	10,8

пластификатор) получали из верхового торфа, бурого угля Канско-Ачинского бассейна и окисленного в пластах Черниговского каменного угля. Данные технического анализа исходных углей см. в табл. 1.

Использование метода масляной агломерации позволяет получать угольные концентраты с низким содержанием зольности [3-5]. В качестве связующего реагента использовались отходы коксохимического производства.

На эффективность действия реагента-пластификатора гумата натрия оказывают разные факторы, однако преобладающим является содержание гуминовых кислот в исходном угле.

Выход гуминовых кислот из торфа и бурых углей производили по ГОСТ 9517-76 и приведен в табл.2.

Выход гуминовых кислот превышает 10% мас., что является экономически и технологически приемлемым, так как твердые горючие ископаемые с

извлечением из них менее 10%мас. гуминовых веществ считаются не пригодными для получения гуминовых препаратов [6].

слоя твердой фазы свидетельствовало о дестабилизации дисперсной системы, что вело к постепенному осаждению и сгущению угольных частиц.

Зола от водоугольного топлива направлялась на установку магнитной сепарации, где отделялась магнитная фракция. Так, например, было выделено 7 %мас. магнитной фракции, содержащей оксиды железа, что является приемлемым концентратом для металлургических заводов [7].

Таким образом, данные

Таблица 2  
Выход гуминовых кислот по ГОСТ 9517-76

Марка угля (торфа)	Выход гуминовых кислот на органическую массу угля, %мас.
Торф верховой	30,0
Бурый уголь	35,0
Каменный уголь (окисленный)	22,8

тров [6].

Водоугольное топливо готовили в шаровой мельнице в одностадийном помоле. Применение в качестве стабилизатора гуминового препарата (гумата натрия) позволило получить стабильную водоугольную суспензию с практически не изменяющимися во времени реологическими характеристиками. О стабильности водоугольных суспензий судили по высоте слоя осаждающейся дисперсной фазы и изменении технологических характеристик с течением времени. Снижение высоты

производственные методы образуют комплекс-технологию, включающую в себя использование дешевого сырья, обогащения, приготовления гуминовых препаратов и водоугольного топлива с получением тепловой энергии и потребительского сырья.

Проведенные исследования и полученные данные, показывают возможность использования технологии комплексного использования торфов и бурых углей с отходами углеобогащения с выходом на промышленный уровень.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Носоченко В.С. Исследование окисленных в пластовых условиях бурых углей Восточной Сибири и возможности их использования // Химия твердого топлива. 1971. № 5. С. 127-129.
2. Титов Н.Г., Бороздина Л.А. К вопросу о борьбе с загрязнением воздуха сернистым газом в результате сжигания сернистых углей // Реф. сборник законч. научно-исследовательских работ ИГИ, Москва, 1968. – С.10.
3. Мурко В.И., Заостровский А.Н., Клейн М.С., Папина Т.А. Повышение качества угля для приготовления водоугольного топлива // Материалы Международной научно-практической конф. “Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности”, Кемерово, 2002. – С. 84.
4. Мурко В.И., Заостровский А.Н. Выбор углей для приготовления водоугольных суспензий и закономерности формирования их структурно-реологических характеристик // Вестн. КузГТУ. 2001. № 5. С. 49 - 54.
5. Папин А.В., Солодов Г.А. , Заостровский А.Н., Папина Т.А. Процесс формирования структуры высококонцентрированных водоугольных суспензий приготовленных из обогащенных угольных шламов

методом масляной агломерации // Вестн. КузГТУ. 2003. № 4. С. 96-99.

6. Роде В.В., Рыжков О.Г. Гуминовые препараты из бурых углей месторождений России // Химия твердого топлива. 1994. № 6. С. 43-49.

7. Ницантов Б.Ф., Потапов В.П., Митина Н.В. Геохимия и оценка ресурсов редкоземельных и радиоактивных элементов в Кузнецких углях. Перспективы переработки. Кемерово. 2003. с. 106.

□ Авторы статьи:

Папин Андрей Владимирович - канд. техн. наук, мл. науч. сотр. Института угля и углехимии СО РАН	Солодов Геннадий Афанасьевич - докт. техн. наук, проф., зав. каф. химической технологии твёрдого топлива и экологии	Заостровский Анатолий Николаевич - канд. техн. наук, доц. каф. химической технологии твёрдого топлива и экологии, ст. науч. сотр. ИУУ СО РАН	Гудков Александр Иванович - технический директор шахты "Заречная"
---	---	--	---

УДК 622

Г. А. Солодов, Е.В. Жбырь, А. В. Неведров, А. В. Папин

## НАПРАВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАМОВЫХ ВОД УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК КУЗБАССА

В настоящее время в Кузбассе из всех отраслей промышленности наибольшую техногенную нагрузку на окружающую среду создает угледобывающая отрасль. В Кузбассе насчитывается сорок две шахты, сорок три разреза и двадцать две углеобогатительных фабрик.

Огромные масштабы добычи и переработки угля вызывают острую необходимость разработки мероприятий и создания новых процессов безотходной технологии, при которой все составные части полезного ископаемого разделяются на конечные товарные продукты, используемые в народном хозяйстве.

Угольная промышленность оказывает отрицательное воздействие на недра, воздушный и водный бассейны, земли и почвы, флору и фауну. Существенным негативным фактором ведения горных работ является значительный ущерб, наносимый водному бассейну, в связи с этим все острее встает проблема охраны водных ресурсов ряда районов Кемеровской области. Это обусловлено сбросами в поверхностные водоемы и водотоки больших объемов сточных вод, содержащих, как

правило, взвешенные и растворенные примеси.

На углеобогатительных фабриках в качестве среды, в которой осуществляются техно-

водоснабжения углеобогатительных фабрик являются: шахтный или карьерный водотлив, собственные водозaborы поверхностных и подземных

Таблица 1  
Требования к качеству шахтной (карьерной) воды, используемой для обогащения угля мокрыми способами

Показатели качества воды	Величина показателей качества воды	
	при наличии флотации	без флотации
Взвешенные вещества, мг/л, не более	5000	не норм.
Запах, балл, не более	3	3
Водородный показатель, pH, в пределах	6,0 ÷ 9,5	6,0 ÷ 9,5
Жесткость общая, мг-экв/л		не норм.
Минерализация, мг/л, до	5000	не норм.
Хлориды ( $\text{Cl}^-$ ), мг/л, до	1500	не норм.
Сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), мг/л, до	2000	не норм.

логические процессы, используется вода. Её расход составляет 3-4 м<sup>3</sup>/т обогащаемого угля.

Основными источниками

вод, водопроводы городских систем. Два первых источника используются для водоснабжения производственных процес-

Таблица 2  
Среднее содержание взвешенных веществ в отходах флотации, г/л

10.2004	11.2004	12.2004	01.2005	02.2005	03.2005
87	85	83	74	82	85
04.2005	05.2005	06.2005	07.2005	08.2005	09.2005
74	74	58	70	53	44