

УДК 66: 095.21.097: 665.656.2

**КОМПЛЕКСНЫЙ РЕАГЕНТ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННОГО
КОНЦЕНТРАТА АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ
ДЛЯ ФЛОТАЦИИ ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ УГЛЕЙ**

**COMPLEX REAGENTS BASED ON INDUSTRIAL CONCENTRATES
AROMATIC HYDROCARBONS FOR THE FLOTATION
OF HIGH-ASH COALS**

**Гиззатов А.А., Шухтуев Р.А., Гайсина Л.И.,
Ибрагимов А.А., Рахимов М.Н., Гиззатова Ю.В.**

**ПАО АНК «Башнефть» г. Уфа, Российская Федерация
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа, Российская Федерация**

**A.A. Gizzatov, R.A. Shuhtuev, L.I. Gaysina,
A.A. Ibragimov, M.N. Rakhimov, J.V. Gizatova**

**PJSC SOC “Bashneft” Ufa, the Russian Federation
FSBEI NPE “Ufa State Petroleum Technological University”,
Ufa, the Russian Federation**

e-mail: Petrol1988@list.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований по разработке реагентов на основе побочного продукта производства этилбензола и легкого газойля каталитического крекинга для флотации труднообогатимых, высокозольных каменных углей центральной обогатительной фабрики (ЦОФ) «Печорская» ОАО «Воркута-Уголь». Выявлено, что при содержании кубового остатка ректификации этилбензола (КОРЭ) на уровне 70-90% об. в составе реагента-собирателя выход флотации повышается на 10-16 % масс., извлечение горючей массы

возрастает на 10-17 % масс., соответственно. Высокая флотационная активность реагента, на наш взгляд, связана наличием в составе КОРЭ полиэтилбензолов (ди- и три-), обладающих повышенной адсорбционной активностью и высокой гидрофобизационной способностью по сравнению с парафино-нафтеновыми и ароматическими углеводородами газойлевых фракций. Установлено, что использование комплексного реагента УКФ-1 способствует повышению выхода флотоконцентрата на 1,4% масс. по сравнению с реагентным режимом с отдельной подачей собирателя и вспенивателя. Обнаружено, что предпочтительным расходом для разработанного реагента-собирателя является 1,6 кг/т при этом выход концентрата составляет 59,6 % масс., зольность концентрата находится в допустимых пределах и равна 9,0-9,1 % масс. Дальнейшее увеличение расхода реагента до 2,0 кг/т способствует снижению селективности процесса флотации. Определены основные физико-химические показатели для предложенного реагента, согласно требованиям и нормам на флотореагенты. Предложена принципиальная схема флотации каменного угля с применением комплексного реагента, характеризующаяся высокими технико-экономическими показателями.

Abstract. In article are presented results of investigation of developing of complex reagent based on side product of ethyl benzene formation and light gasoline of catalytic cracking for high-ash coals flotation process in central ore-dressing factory (COF) "Pechorskaya" JSOC "Vorkuta-Ugol". It is discovered that on vat residue of ethyl benzene rectification has 70-90 % vol. in reagent, coal yield increases on 10-16 % wt., extraction of combustible matter increases on 10-17 % wt., accordingly.

High activity of flotation reagent, in our view, is connected of the presence of vat residue of ethyl benzene rectification of polyethylbenzenes (bi- and three), with increased adsorption activity and high hydrofobization capacity in compared to paraffin-naphthenic and aromatic hydrocarbons in gasoline fractions. It is established that using complex reagent UKF-1 gets to increase

yield of concentrate on 1.4 % wt. in compare with regime with separating entrance collector-reagent and frothing-agent. It is founded that more reliable flow for developed reagent regime is 1.6 kg /ton, coal yield has 59,6 % wt., ash content locates in possible levels and has 9,0-9,1 % wt. A further increasing of the flow rate of the reagent to 2.0 kg/t reduces the selectivity of the flotation process. It is defined main physic-chemical properties for offered reagent according to requirements and standarts for flotation reagents. It is offered principal technological scheme of flotation of coal with complex reagent, characterized with high-economical indicators.

Ключевые слова: флотация, комплексный реагент, кубовый остаток ректификации этилбензола, высокозольные угли, реагентный режим, вспениватель.

Key words: flotation, complex reagent, vat residue of ethyl benzene rectification, high-ash coal, reagent regime, frothing-reagent.

Введение

По оценкам ряда экспертов, в последующие годы уголь может сыграть важную роль в развитии мировой энергетики и экономики с учетом неуклонно возрастающего спроса на этот ископаемый ресурс [1]. Следует отметить, что факторами, сдерживающими развитие угольной промышленности в РФ, остаются экологическая безопасность, технический и технологический уровень угольного производства [2]. Одним из эффективных способов обогащения отходов, образующихся в процессе добычи каменных углей, является пенная флотация. В литературе подробно описаны различные решения, связанные с повышением эффективности процесса флотации (совершенствование технологического оборудования, подготовка сырья, оптимизация технологического режима и др.) [3]. В то же время реагентный режим флотации в значительной

степени определяет качество и выход угольных концентратов, сырья для коксохимической и энергетической промышленности [4]. Известно, что при обогащении труднообогатимых углей, в частности высокозольных, в которых значительно содержание глинистых и окисленных соединений, применение в качестве типового реагента собирателя ДТ снижает эффективность процесса обогащения: увеличенные расходы реагентов, высокая зольность концентратов, низкая селективность процесса, повышенное содержание минеральных компонентов в концентрате и др. [5-7].

В данной статье представлены результаты исследования реагентных режимов флотации высокозольной каменноугольной мелочи ЦОФ «Печорская» ОАО «Воркута-Уголь» с применением реагента на основе побочного продукта производства этилбензола и легкого газойля каталитического крекинга.

Экспериментальная часть

Реагенты, сырье. В качестве сырья исследована высокозольная угольная мелочь «Воркутинского» месторождения. Физико-химические свойства угля представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1. Ситовый состав угля технологической марки «ГЖО» Воргашорского месторождения

Класс, мм	Выход продукта, % масс.	Зольность, % масс.	Суммарный выход, % масс.
0,5+0,315	18,7	25,7	18,7
0,315+0,250	14,2	30,5	32,9
0,250+0,160	14,8	34,4	47,7
0,160+0,100	46,1	44,5	93,8
Менее 0,100	6,2	48,5	
Итого:	100,0	37,7	100,0

Таблица 2. Фракционный состав исследуемых углей

Бассейн	Наименование и марка угля	Плотность разделения, т/м ³	Выход, % масс.	Зольность, % масс.	Суммарные фракции	
					Выход, % масс.	Зольность, % масс.
Печорский	Воргашорская («ГЖО»)	Менее 1,4	45,2	6,1	45,2	6,1
		1,4-1,8	17,2	22,5	62,4	10,6
		Более 1,8	37,6	82,6	100,0	37,7

Таблица 3. Элементный состав и технический анализ исследуемых углей

Бассейн	Наименование фабрики и марки	Состав органической массы, % масс.					R, %	V ^{daf} , %	A ^d , % масс.
		C	H	O	N	S			
Печорский	ЦОФ «Печорская» марка ГЖО	85,5	5,7	5,8	2,5	0,5	0,835	35,4	37,7

В качестве объекта исследования выбран промышленный концентрат ароматических углеводородов – кубовый остаток ректификации этилбензола (КОРЭ) производства ОАО «Газпромнефтехим-Салават». Для разбавления продукта использовали легкий газойль каталитического крекинга (ЛГКК), производства ОАО АНК «Башнефть» «Башнефть-Уфимский НПЗ». Для сравнения эффективности предложенных реагентов флотацию проводили на типовом реагенте – дизельном топливе (ДТ). В качестве реагента вспенивателя использовали технический продукт нефтехимии – кубовый остаток ректификации бутиловых спиртов (КОБС). Физико-химические характеристики данных продуктов представлены в таблицах 4-7.

Таблица 4. Состав и физико-химические свойства дизельного топлива

Состав (углеводороды), % масс.	Значение
Полициклические ароматические	-
Моноциклические ароматические	27,1
Бициклические ароматические	2,8
Парафино-нафтеновые	70,1
Фракционный состав, °С:	
- начало кипения	145
-50%	195
-95%	245
Содержание серы, ppm	10
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм ² /с	2,2
Температура вспышки (в закрытом тигле), °С	40
Температура застывания, °С	-45÷-25
Плотность, кг/м ³	785÷833

Таблица 5. Состав и физико-химические свойства ЛГКК

Компонентный состав (углеводороды), % масс.	Значение
Полициклические ароматические	6,40
Моноциклические ароматические	25,6
Бициклические ароматические	38,5
Непредельные углеводороды	5,2
Парафино-нафтеновые	24,3
Фракционный состав, °С:	
- начало кипения	184
-50%	277
-95%	360
Массовое содержание серы, % масс.	0,363
Вязкость кинематическая при 40 °С, мм ² /с	4,3
Температура вспышки (в закрытом тигле), °С	82
Температура застывания, °С	-5
Плотность, кг/м ³	833

Таблица 6. Состав и физико-химические свойства КОРЭ

Компонентный состав, % масс.	Значение
Этилбензол	4,50
Диэтилбензольная фракция	24,80
Промежуточная фракция 208-217°С	24,19
Полиэтилбензольная фракция	46,51
Фракционный состав, °С:	
- начало кипения	137
- 50%	220
- 95%	295
Массовое содержание серы, % масс	0,363
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм ² /с	2,4
Температура вспышки (в закрытом тигле), °С	105
Температура застывания, °С	-60
Плотность, кг/м ³	981

Таблица 7. Состав и физико-химические свойства КОБС

Компонентный состав, % масс.	Значение
Алифатические спирты - С ₈	60,1
Сложные эфиры	17,5
Кетоны	15,0
Альдегиды	7,4
Фракционный состав, °С:	
- начало кипения	101
-50 %	165
-95 %	320
Массовое содержание серы, % масс	0,001
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм ² /с	4,5
Температура вспышки (в закрытом тигле), °С	70
Температура застывания, °С	-60
Плотность, кг/м ³	851

Методика флотации. Эксперименты проводились на лабораторной флотационной машине Р-136-24 с объемом камеры 1 л, скоростью вращения импеллера 1500 об./мин. при постоянной температуре пульпы в пределах 19-20 °С согласно методике, приведенной в работе [8]. Плотность исходного питания равна 100 г/л, согласно практическим данным [9-10].

В качестве технологических показателей флотации определялись:

1. Выход флотоконцентрата (B_k);
2. Зольность флотоконцентрата (A_k^d);
3. Извлечение полезной (горючей) массы в концентрат ($E_{г.м.}$);
4. Зольность остатков (отходов) флотации ($A_{отх.}^d$).

По формулам:

$$A_k^d = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1), \quad (1)$$

где m_1 – масса прокаленной лодочки, г;

m_2 – масса лодочки с навеской угля, г;

m_3 – масса лодочки с остатком после прокаливания, г.

$$E_{г.м.} = B_k * (100 - A_k^d) / (100 - A_{исх.}^d), \quad (2)$$

где $A_{исх.}^d$ – зольность исходного угля, %.

$$A_{отх.}^d = (100 * A_{исх.}^d - B_k * A_k^d) / B_{отх.}, \quad (3)$$

где $B_{отх.}$ – выход отходов флотации, %.

Обсуждение результатов

Проведены исследования по разработке и подбору новых рецептов реагентов-собираателей для процесса флотации высокозольных углей на примере углеобогатительной фабрики (УОФ) "Печорская", путем использования недорогого и доступного полупродукта нефтепереработки – ЛГКК и промышленного концентрата ароматических углеводородов – КОРЭ. На первом этапе изучены реагентные режимы флотации

высокозольного каменного угля с применением в качестве реагента смеси ЛГКК+КОРЭ. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

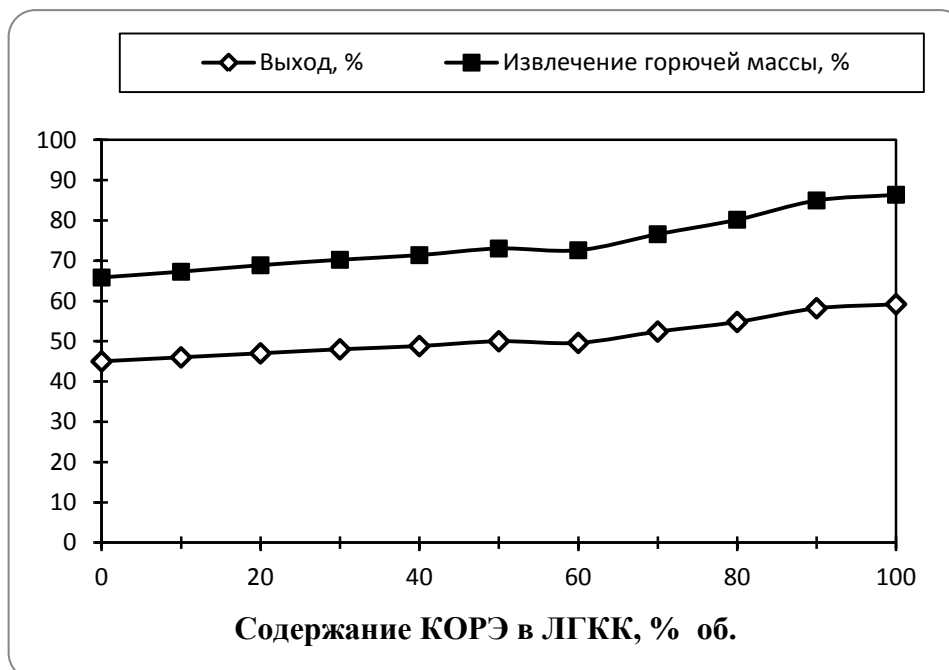


Рисунок 1. Зависимость выхода концентрата и извлечения горючей массы угля от содержания КОРЭ в ЛГКК

Введение КОРЭ в ЛГКК оказывает благоприятное влияние на эффективность процесса флотации, особенно в области высоких концентраций КОРЭ 70-100 % об. в составе композиции, при этом выход концентрата увеличивается на 10,0-16,0 % масс.; извлечение горючей массы находится в пределах 72,0-85,0 % масс.

Высокая флотационная активность предложенного реагента связана, на наш взгляд, наличием в составе КОРЭ полиэтилбензолов (ди- и три-), обладающих повышенной адсорбционной активностью и высокой гидрофобизационной способностью по сравнению с парафино-нафтеновыми и ароматическими углеводородами в составе газойлевых фракций и ДТ. Наличие насыщенных этильных радикалов бензольного кольца в молекулах полиалкилбензолов оказывает положительное влияние на процессы их адсорбции на угольной поверхности за счет разной полярности химических связей, что согласуется с известными данными [7].

Для дальнейших исследований в качестве реагента-собирателя исследована композиция 90% об. КОРЭ – 10% об. ЛГКК.

Проведены сравнительные исследования разработанного флотореагента совместно со вспенивателем и отдельно в процессе флотации высокозольной угольной мелочи. Для реализации данного технического решения предлагается исключить стадию введения вспенивателя между вводом в реакционную пульпу собирателя, а вводить его непосредственно с ним.

Результаты исследований представлены в таблице 8. Количество вспенивателя в составе комбинированного реагента равно аналогичному количеству, как и в случае отдельной подачи реагентов.

Таблица 8. Реагентные режимы флотации Воргашорского угля в зависимости состава реагента

Реагентные режимы					Показатели флотации, % масс.			
Собиратель	Вспениватель	Расход, кг/т			Выход	Зольность концентрата	Извлечение горючей массы	Зольность остатка
		Собиратель	Вспениватель	Общий				
90% КОРЭ-10% ЛГКК (комплексный УКФ-1)	КОБС	1,6	-	1,6	59,6	9,0	87,0	79,9
90% КОРЭ-10% ЛГКК	КОБС	1,5	0,1	1,6	58,2	9,1	84,9	77,6
100% ДТ	КОБС	1,5	0,1	1,6	39,8	9,0	58,1	56,7

Использование в качестве флотореагента УКФ-1 способствует повышению выхода флотоконцентрата на 1,4 % масс., извлечение горючей массы при этом возрастает на 2,1 % масс. по сравнению реагентным режимом с отдельной подачей собирателя и вспенивателя.

Полученные результаты свидетельствуют, что использование совместного реагента не приводит к снижению показателей процесса

флотации, значения выхода и извлечения горючей массы, а также качество угольных концентратов находятся на прежнем уровне.

Сопоставление основных показателей флотации с применением предлагаемых комбинированных реагентов с типичным реагентом – ДТ, показывает их более высокую эффективность. Ранее нами отмечалось, что низкая эффективность ДТ в процессе флотации высокозольных углей обусловлена высоким содержанием золы, минеральных включений в их составе (таблицы 1-3). На наш взгляд, при обогащении высокозольных углей, сложного состава, а также в присутствии минеральных включений на поверхности, предпочтительнее применять реагенты, в составе которых значительно содержание углеводов с кратными связями, в частности ароматическими углеводородами.

Далее исследованы закономерности влияния расхода разработанного реагента УКФ-1 (КОРЭ+ЛГКК+КОБС) на показатели процесса флотации высокозольной угольной мелочи с применением комплексных реагентов. Результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9. Реагентные режимы флотации Воркутинского угля в зависимости от расхода реагента

Комплексный реагент	Показатели флотации				
	Расход реагента, кг/т	Выход, % масс.	Зольность концентрата, % масс.	Извлечение горючей массы, % масс.	Зольность Отходов, % масс.
УКФ-1	1,0	37,2	8,9	54,4	54,8
	1,4	46,6	9,1	68,0	62,7
	1,6	59,3	9,3	86,3	79,1
	1,8	62,0	10,9	88,0	81,2
	2,0	51,2	9,8	74,1	66,9

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением расхода реагента УКФ-1 с 1,0 до 2,0 кг/т наблюдается увеличение выхода концентрата в 1,7 раза, извлечение горючей массы – в 1,5 раза. Однако

зольность концентратов при этом повышается на 2,0 % масс. (таблица 9). Превышение данного показателя более 9,5 % масс. не позволяет использовать флотоконцентрат в качестве сырья для получения металлургического кокса [10], но при этом допускается для использования в энергетике (сорт ОМСШ - 21 % масс., для сорта ПК - 31 % масс.).

Предпочтительным значением расхода для данного флотореагента является 1,6 кг/т, так как при этом достигается хороший выход, как и в случае расхода на уровне 2,0 кг/т, однако качество концентрата выше и лучше экологические показатели.

Таким образом, результаты исследований показали, что предлагаемый комплексный реагент характеризуется высокой эффективностью и приемлемыми невысокими расходами в процессе переработки высокозольных углей, а также позволяет упростить технологическое оформление процесса.

Для разработанного флотореагента УКФ-1 определены основные физико-химические показатели с применением стандартных методов испытания, согласно требованиям и нормам на флотореагенты [10-11]. Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10. Требования к промышленным флотореагентам

Наименование показателя	Нормативное значение	Реагент УКФ-1	Метод испытания
Плотность при 20 °С, кг/м ³	Не нормируется, определение обязательно	905	ГОСТ 390
Вязкость кинематическая, мм ² /с, не более: при 80 °С	6	4,9	ГОСТ 33
Температура застывания, °С, не выше	-10	-28	ГОСТ 20287
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	40	41	ГОСТ 20287
Массовое содержание воды, % не более	0,6	0,03	ГОСТ 4333
Температурные пределы выкипания, °С НК, не ниже	145	101	ГОСТ 2177
КК, не выше	320	295	

Как следует из таблицы 10, физико-химические показатели разработанного реагента удовлетворяют требованиям, предъявляемым к промышленным флотореагентам. Поскольку отечественные УОФ имеют различное географическое расположение относительно климатических зон рекомендуется применять УКФ-1 в умеренно-холодных зонах.

На основании проведенных исследований нами предлагается использовать разработанные реагентные режимы флотации во флотационном отделении УОФ без изменения технологической схемы. В случае технической возможности и необходимости изменений принципиальная схема процесса флотации угольной мелочи на УОФ с применением комбинированных реагентов будет иметь следующий вид (рисунок 2).



Рисунок 2. Принципиальная схема флотации угля с применением комплексного реагента

Отработка выбранного технологического режима с использованием реагента УКФ-1 (КОРЭ, ЛГКК и КОБС) была проведена в лабораторных условиях близких к режиму флотоотделения ЦОФ Печорская, с исходной зольностью угля 37,7 % масс. В качестве базового реагентного режима использовался реагент-собиратель ДТ и реагент-пенообразователь КОБС. Результаты исследований представлены в таблице 11.

Таблица 11. Реагентный режим на исходном питании ЦОФ "Печорская" (лабораторные исследования)

Реагентные режимы	Расход реагента, кг / т		Показатели флотации, % масс.				Исходный уголь	Зольность исходного угля, % масс.
	Собираетеля	Пенообразователя	Выход концентрата	Зольность концентрата	Зольность отходов	Извлечение горючей массы в концентрат		
УКФ-1	1,6		59,3	9,5	79,1	86,3	ЦОФ Печорская	37,7
ДТ + КОБС	1,3	0,3	38,4	9,5	53,0	55,9		

Флотация на базовом реагентном режиме при суммарном расходе реагентов в 1,6 кг/т позволяет получить выход концентрата в 59,3 % масс. Зольность концентрата и хвостов флотации составляют, соответственно – 9,5% и 79,1% масс.

Выводы

1 Установлено, что использование нового реагентного режима позволило сохранить расход реагентов неизменным с одновременным улучшением технико-экономических показателей. Зольность составила 9,5 % масс. Выход концентрата равен 59,3 % масс., извлечение горючей массы

в концентрат составляет 86,3 % масс. Зольность отходов увеличилась до 79,1 % масс.

2 Экономический эффект от реализации технологического решения составит порядка 130 млн руб. для отделения мощностью 500 тыс. т год.

3 Перспективность данного исследования связана с тем, что компоненты для предложенного флотореагента (кубовый остаток ректификации этилбензола) образуется в объеме порядка 5-10 тыс. т в год на крупных нефтехимических предприятиях РФ, ОАО «Газпромнефтехим-Салават», ЗАО «Сибур-Химпром», ПАО «Нижекамск-Нефтехим», ЗАО «АНХК», что позволит удовлетворить потребности 15-20% от объема переработки высокозольных углей на углеобогащительных фабриках РФ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия и развития малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «Умник» (№ 6378ГУ/2015).

Список используемых источников

1 Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2003. 556 с.

2 Петухов В.Н., Юнаш А.А. Разработка новых реагентных режимов флотации углей // Кокс и химия. 1998. № 3. С. 5-8.

3 Богданов О.С., Гольман А.М., Каковский И.А. Физико-химические основы теории флотации. М.: Наука, 1983. 264 с.

4 Глембоцкий В.А. Физико-химия флотационных процессов. М.: Недра, 1972. 391 с.

5 Абрамов А. А. Роль форм сорбции собирателя в элементарном акте флотации//Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2005. № 1. С. 96-108.

6 Гиззатов А.А., Рахимов М.Н., Рахимова З.Ф. Собиратели для флотации угля на основе алкилпроизводных ароматических углеводородов // Обогащение руд. 2013. № 6. С. 25-31.

7 Петухов В.Н. Интенсификация процесса флотации углей путем направленного синтеза и изыскания реагентов с учетом физико-химических свойств поверхности: дис.... д-ра техн. наук. МГМИ, 1992. 416 с.

8 Волощук Т.Г. Расширение сырьевой базы коксования за счет эффективности обогащения угольной мелочи// Развитие сырьевой базы промышленных предприятий Урала. Магнитогорск: 1995. С. 115-116.

9 Сирченко А.С. Разработка реагентных режимов флотации каменноугольной мелочи на основе использования водорастворимых сополимеров: дис.... канд. техн. наук: 61 05-5/1001. 25.00.13. М., 2008. 153 с.

10 Голицын М.В., Голицын А.М. Коксующиеся угли России и мира: справочник / Под ред. В.Ф. Череповского. М.: Недра, 1996. 239 с.

11 Самылин В.Н., Белецкий В.С., Сергеев П.В. Особенности флотации окисленных углей // Изв. вузов. Горный журнал. 1993. № 1. С. 118-120.

References

1 Gyulmaliev A.M., Golovin G.C., Gladun T.G. Theoreticheskie osnovi himii uglya М.: Izdatelstvo Mosk. gos. Gopnogo universiteta, 2003. 556 s. [in Russian].

2 Petukhov V.N., Yunash A.A. Razrabotka novih reagentnih rezhimov flotacii ugley // Koks i himiya. 1998. № 3. S. 5-8. [in Russian].

3 Bogdanov O.S., Golman A.M., Kakovsky I.A. Fiziko-himicheskie osnovi teorii flotacii. М.: Nauka, 1983. 264 s. [in Russian].

4 Glembotskaya V.A. Fiziko-himiya flotacionnih processov. М.: Nedra, 1972. 391 s. [in Russian].

5 Abramov A.A. Rol form sorbcii sobiratelya v elementarnom akte flotacii / A.A. Abramov // Fiziko-tehnicheskie problemi razrabotki poleznych iskopaemih, 2005. № 1. S. 96-108. [in Russian].

6 Gizzatov A.A., Rakhimov M.N., Rakhimova Z.F. Sobirатели dlya flotacii uglya na osnove alkilproizvodnih aromaticeskikh uglevodorodov // Obogashenierud, 2013. № 6. [in Russian].

7 Petukhov V.N. Intensifikaciya processa flotacii ugley putem napravlenogo sinteza i izickaniya reagentov s uchetom fiziko-himicheskikh svoystv poverhnosti: Dissertaciya d-ra tehn. nauk. MGMI, 1992. 416 s. [in Russian].

8 Voloshuk T.G. Rasshirenie sir'evoy bazi koksovaniya za schet effektivnosti obogacheniya ugolnoy melochi // Razvitie sir'evoy basi promishlennih predpriyatij Urala. Magnitogorsk, 1995. S. 115– 116. [in Russian].

9 Sirchenko A.S. Razrabotka reagentnih rezhimov flotacii kamennougolnoy melochi na osnove ispolzovaniya vodorastvorimih sopolimerov : Dis.... kand. tehn. nauk: 25.00.13 Moskva, 2008. 153 s.: 61 05-5/1001. [in Russian].

10 Golicin M.V. Koksuyushiesya ugli Rossii i mira / M.V. Golicin, A.M. Golicin. Spravochnik // Pod red. V.F. Cherepovskogo. M.: Nedra, 1996. 239 s. [in Russian].

11 Samilin V.N. Beleckiy V.S. Sergeev P.V. /Osobennosti flotacii okislennih ugley / Izvestiya vuzov. Gorniy zhurnal. 1993. № 1. S. 118-120. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Гиззатов А.А., ведущий специалист Департамента нефтепереработки ПАО АНК «Башнефть» г. Уфа, Российская Федерация

A.A. Gizzatov, Leading Specialist of the Oil Refining Department, PJSC SOC “Bashneft” Ufa, the Russian Federation

e-mail: arnoldnash@rambler.ru

Шухтуев Р.А., студент, группа БТС-12-02, ФГБОУ ВПО УГНТУ,
г. Уфа, Российская Федерация

R.A. Shuhtuev, Student of BTS-12-02 Group, FSBEI HPE USPTU, Ufa,
the Russian Federation

e-mail: Rodik150195@rambler.ru

Гайсина Л. И., студент, группа БТС-12-02, ФГБОУ ВПО УГНТУ,
г. Уфа, Российская Федерация

L.I. Gaysina, Student, of BTS-12-02 Group, FSBEI HPE USPTU, Ufa,
the Russian Federation

e-mail: liliyagaisina@yandex.ru

Ибрагимов А.А., канд. техн. наук, доцент кафедры «Нефтехимия и
химическая технология», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская
Федерация

A.A. Ibragimov, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of
the Chair “Petrochemical and Chemical Technology” FSBEI HPE USPTU, Ufa,
the Russian Federation

e-mail: petrol1988@list.ru

Рахимов М.Н., д-р техн. наук, профессор кафедры «Технология нефти и
газа», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

M.N. Rakhimov, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Chair
“Technology of Oil and Gaz” FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: rmni@mail.ru

Гиззатова Ю.В., техник-лаборант кафедры «Технология нефти и газа»,
ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская федерация

J.V. Gizatova, Lab - technician of the Chair “Technology of Oil and Gaz”
FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: julija-gizatova@rambler.ru