

С.О. ФЕДОСЕЕВА

(Украина, Луганск, ГП "Укрнииуглеобогащение")

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТИРУЕМОСТИ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ
ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УКРАИНЫ**

Рост цен на энергоносители и их дефицит вызывают необходимость бережного и рачительного использования не только природных, но и техногенных угольных месторождений.

Так, в илонакопителях Украины содержится около 85 млн. тонн тонкозернистых шламов зольностью 41...75% [1], запасы которых возрастают. Ряд илонакопителей из-за относительно низкой зольности отходов являются по существу техногенными месторождениями, из которых технически возможно получить энергетическое топливо.

Качественные показатели шламов, хранящихся в илонакопителях, и их физико-химические характеристики колеблются в широких пределах и изменяются в процессе длительного хранения [1,2], что затрудняет их вторичную переработку и требует индивидуального подхода при разработке технологии повторного обогащения содержимого илонакопителей с целью дальнейшего использования.

В настоящей работе были исследованы флотационные свойства техногенных шламов илонакопителей ЦОФ "Комендантская", ГОФ "Луганская", ЦОФ "Свердловская", ЦОФ "Селидовская", ЦОФ "Дзержинская", ОФ "Пионер" и ЦОФ "Червоноградская", гранулометрический состав которых приведен на рис. 1.

Каждая из исследованных представительных проб была получена путем смешения 32 точечных проб, отобранных с обводненной части илонакопителей.

Как свидетельствуют данные ситового анализа, зольность шламов исследованных илонакопителей изменяется от 41,5 до 70,9%. Зернистый материал крупностью > 1,0 мм во всех пробах практически отсутствует, содержание низкозольных угольных частиц крупностью 0,25-1,0 мм составляет 10...20%, зольность частиц шлама менее 0,25 мм изменяется в пределах 47...70%. Основное содержание (более 60%) составляет тонкий высокозольный материал крупностью менее 0,045 мм.

Для проведения исследований по флотирiuемости угольных шламов был взят материал крупностью 0-0,5 мм. Исследование флотирiuемости шламов проводилось путем постановки флотационных опытов по методике ГП "Укрнииуглеобогащение" в лабораторной флотомашине "Механобр" с объемом камеры 0,5 литра [3].

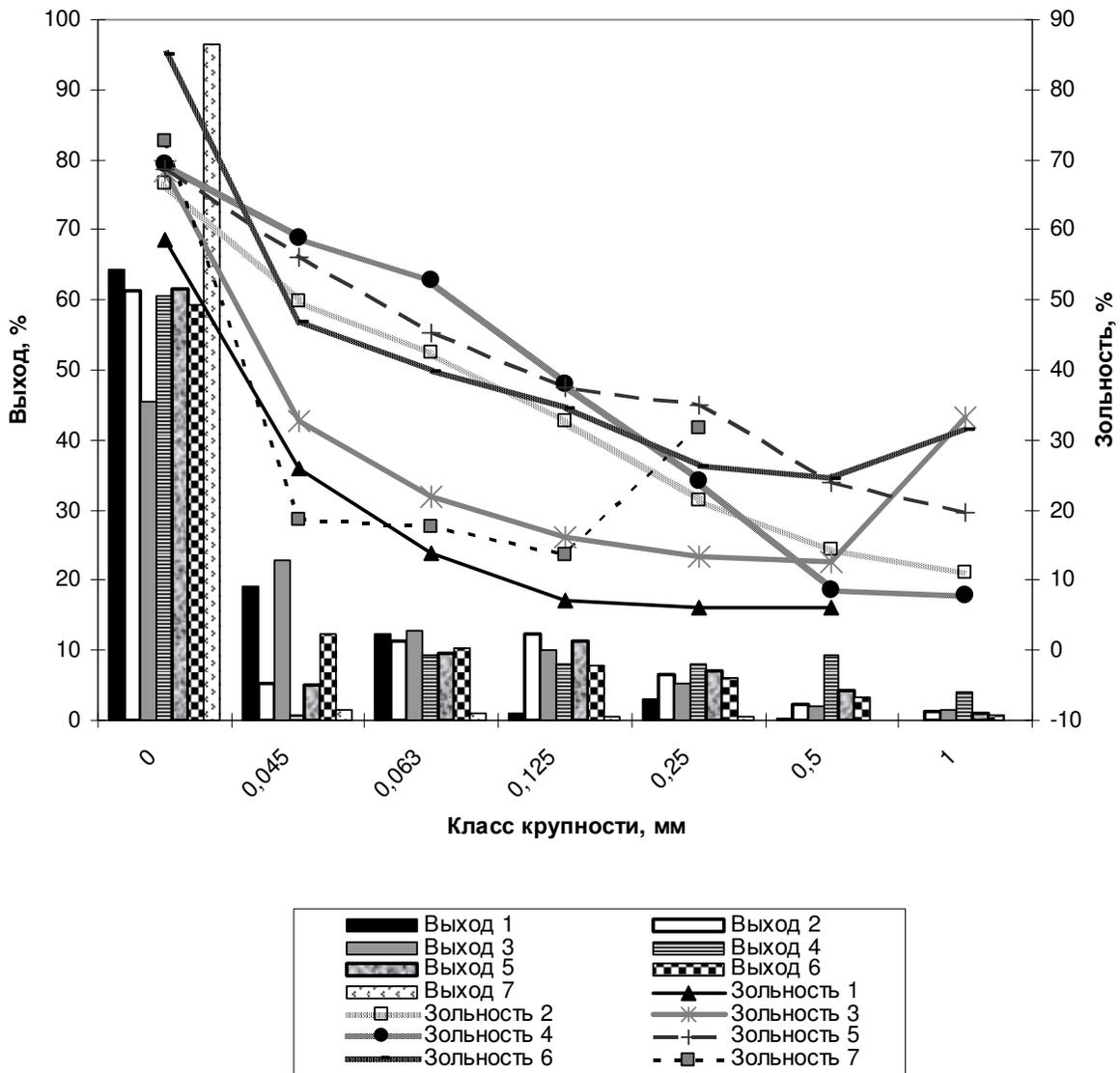


Рис. 1. Гранулометричний склад угольних шламов
 досліджуваних техногенних месторождений:

- 1 – илонакопитель ЦОФ "Комендантская" ($A^d = 44,1\%$); 2 – илонакопитель
 ГОФ "Луганская" ($A^d = 54,1\%$); 3 – илонакопитель ЦОФ "Свердловская" ($A^d = 41,5\%$);
 4 – илонакопитель ЦОФ "Селидовская" ($A^d = 53,6\%$); 5 – илонакопитель
 ЦОФ "Дзержинская" ($A^d = 57,4\%$); 6 – илонакопитель ОФ "Пионер" ($A^d = 65,7\%$),
 7 – илонакопитель ЦОФ "Червоноградская" ($A^d = 70,9\%$)

При исследовании флотуемости шлама илонакопителей были использованы применяемые в настоящее время на углеобогащательных фабриках Донбасса в качестве флотореагентов следующие технические продукты:

- собиратели (дизтопливо, топливо для реактивных двигателей ТС-1);
- вспениватели (масло ПОД, оксаль марки Т-66, композиционный реагент, КЭТГОЛ, Монтанол 508);
- единые реагенты (ФНУ, УР-410).

Кроме того, была исследована флотационная активность реагентов

Флотация

PROKOL C-107, PROKOL C-108, PROKOL C-109, применяемых в качестве вспенивателя или единого реагента в странах Западной Европы. Также были использованы композиции керосиногазойлевой фракции с реагентом КОБС в различных соотношениях.

По результатам предварительных исследований приняты следующие оптимальные значения технологических параметров:

- содержание твердого в пульпе 100-150 г/л;
- расход ФНУ, УР – 410 1000-1500 г/т;
- расход смесей из аполярного и гетерополярного реагентов 1150-3600 г/т;
- соотношение аполярного реагента и КЭТГОЛ или PROKOL C-109 – 8:1;
- соотношение аполярного реагента и масла ПОД – 1: 1,5;
- соотношение керосиногазойлевой фракции и реагента КОБС – 92:8, 80:20, 70:30, 60:40 и 50:50.

Выбор соотношения аполярных реагентов с маслом ПОД (1:1,5) обусловлен образованием устойчивой к расслоению композиции. При других соотношениях указанных реагентов смесь расслаивается.

Показатели флотации шламов с применением различных реагентных режимов представлены в таблице. Анализ приведенных данных по илонакопителю ЦОФ "Комендантская" свидетельствует о том, что максимальное извлечение горючей массы в концентрат при обогащении шлама представленной пробы методом флотации может быть достигнуто на уровне 93...94% при использовании в качестве реагентов композиции дизтоплива или топлива ТС-1 в смеси с маслом ПОД в соотношении 1:1,5, при ее расходе в количестве 1150 г/т (опыты 7,8). Однако зольность флотоконцентрата при этом выше допустимой к применению топлива для энергетических целей (27,0 и 29,1%).

Наилучшие результаты получены при использовании флотореагента КЭТГОЛ в сочетании с дизтопливом (соотношение 8:1) при его расходе 1150 г/т (опыт 5). Зольность флотоконцентрата не превышает требуемую (25%) при его выходе 65,2%, зольность отходов составляет 83,3%.

При обогащении шлама илонакопителя ЦОФ "Луганская" (опыты 9, 10, 11) выход товарного продукта зольностью менее 20,0 % достигает 40,8% при зольности отходов 77,5%. Указанные качественно-количественные показатели флотации могут быть получены при относительно высоком расходе собирателя ТС-1 – 3500 г/т и расходе оксаля марки Т-66 – 100 г/т.

Поскольку для обогатительных установок, перерабатывающих содержимое техногенных месторождений, отсутствует опасность "запенивания" водно-шламовой схемы, то при определении флотируемости шлама илонакопителя ЦОФ "Свердловская" были исследованы реагентные режимы, предусматривающие применение вспенивателей как в чистом виде без добавления собирателей (опыты 12-22), так и в сочетании с дизтопливом (опыты 27-30). Кроме того, исследованы флотационные свойства антрацитовых шламов данного илонакопителя по отношению к единым реагентам ФНУ и УР-410 (опыты 23-26).

№ опыта	Наименование флотореагентов	Расход флотореагентов, г/т	Зольность, %			Выход флото-концентрата, %	Извлечение горючей массы в концентрат, %
			исходного	флото-концентрата	отходов		
Илонакопитель ЦОФ "Комендантская" (марка А, содержание твердого в исходной пульпе – 150 г/л)							
1	ФНУ УР-410 PROCOL С 109	1500	44,1	20,3	76,5	57,7	82,3
2		1500	44,1	22,2	82,4	63,7	88,7
3	КЭТГОЛ	400	43,8	23,9	79,9	64,4	87,3
4	Д/т:КЭТГОЛ= 8:1	300	44,3	25,2	81,9	67,2	89,4
5	Д/т: PROCOL С 109 = 8:1	1150	44,2	23,3	83,3	65,2	89,6
6		1150	44,0	22,3	76,6	60,0	83,3
7	Д/т: масло ПОД = 1:1,5	1150	43,5	27,0	86,9	72,5	93,7
8	ТС-1: масло ПОД = 1:1,5	1150	43,5	29,1	86,5	74,9	94,0
Илонакопитель ГОФ "Луганская" (марка Г, содержание твердого в исходной пульпе – 100 г/л)							
9	ТС-1:Оксаль Т- 66=25:1	2600	54,2	20,2	71,5	33,7	58,7
10	ТС-1:Оксаль Т- 66=30:1	3100	54,0	20,0	74,0	37,0	64,3
11	ТС-1:Оксаль Т- 66=35:1	3600	53,9	19,6	77,5	40,8	71,2
Илонакопитель ЦОФ "Свердловская" (марка А, содержание твердого в исходной пульпе – 150 г/л)							
12		300	42,2	20,0	51,9	30,4	42,1
13	Монтанол 508	400	42,3	18,1	62,9	46,0	65,3
14		500	42,2	19,4	67,5	52,6	73,3
15		250	42,4	18,7	55,3	35,3	49,8
16	PROCOL С 107	400	42,2	18,3	73,1	56,4	79,7
17		500	41,5	23,1	79,9	67,6	88,9
18		200	42,4	23,0	64,4	53,1	71,0
19	КЭТГОЛ	300	42,2	22,6	77,2	64,1	85,8
20		400	42,3	26,0	80,8	70,2	90,1
21	Композиционный реагент	300	41,4	17,6	85,1	64,7	91,0
22		500	41,3	19,9	87,6	68,4	93,3
23	ФНУ	1000	41,3	22,2	49,8	30,7	40,7
24		1500	42,0	16,4	70,8	53,0	76,4
25	УР-410	1000	42,0	20,3	53,2	34,0	46,7
26		1500	41,6	16,9	68,6	52,2	74,3
27	Д/т:КЭТГОЛ= 8:1 Д/т:PROCOL С 107= 8:1	1500	41,3	19,0	86,2	66,8	92,2
28		1500	41,9	17,3	74,6	57,0	81,2
29	Д/т:PROCOL С 108= 8:1	1500	41,8	16,8	71,8	54,5	77,9
30	Д/т:PROCOL С 109= 8:1	1500	42,0	20,3	78,3	62,5	85,9

Анализ приведенных данных показывает, что оптимальным следует считать реагентный режим с применением в качестве единого – композиционного реагента при его расходе 500 г/т (опыт 22). Зольность флотоконцентрата составляет 19,9% при его выходе 68,4%, зольность отходов – 87,6%, извлечение горючей массы в концентрат – 93,3%.

Исследование флотуемости техногенных шламов илонакопителей ЦОФ "Селидовская" (марка Г), ЦОФ "Дзержинская" (марки Ж, К), ОФ "Пионер" марка Г), ЦОФ "Червоноградская" (марки Г, Ж) выполнялось с приме-

Флотація

нием композиции реагентов (керосиногазойлевая фракция: КОБС=92:8) при ее расходах 300, 600, 900 и 1200 г/т (рис. 2). Содержание твердого в пульпе составляло 100 г/л.

Показано, что для шламов всех 4 илонакопителей наилучшие результаты получены при расходе реагентной композиции 600 г/т. Зольность флотоконцентрата не превышает 25% (кроме илонакопителя ЦОФ "Червоноградская"), при зольности отходов от 75 до 85%. Дальнейшее увеличение расхода реагентов до 900 и 1200 г/т приводит к озолению флотоконцентрата ($A^d=25-30\%$), однако прирост зольности отходов на данном участке кривой существенно замедляется.

Из рис. 2 видно, что при обогащении методом флотации содержимого илонакопителя ЦОФ "Червоноградская" получен флотоконцентрат с высокой зольностью до 55% и выходом 44% при зольности отходов выше 80%.

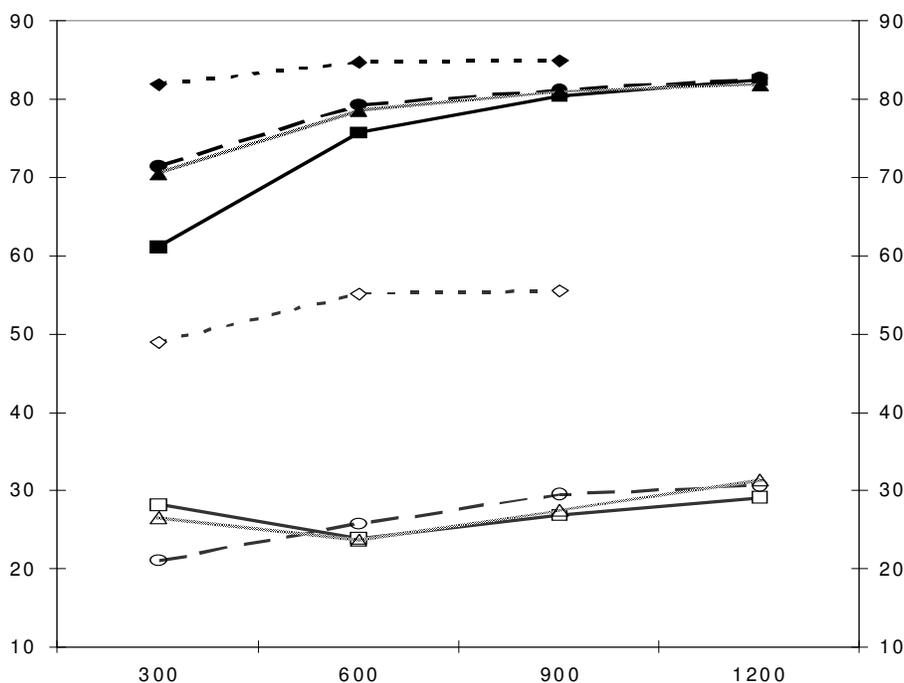


Рис. 2. Зависимость зольности продуктов флотации от расхода композиции реагентов (керосиногазойлевая фракция : КОБС=92:8) для разных илонакопителей: I – илонакопитель ЦОФ "Селидовская"; II – илонакопитель ЦОФ "Дзержинская"; III – илонакопитель ОФ "Пионер"; IV – илонакопитель ЦОФ "Червоноградская"

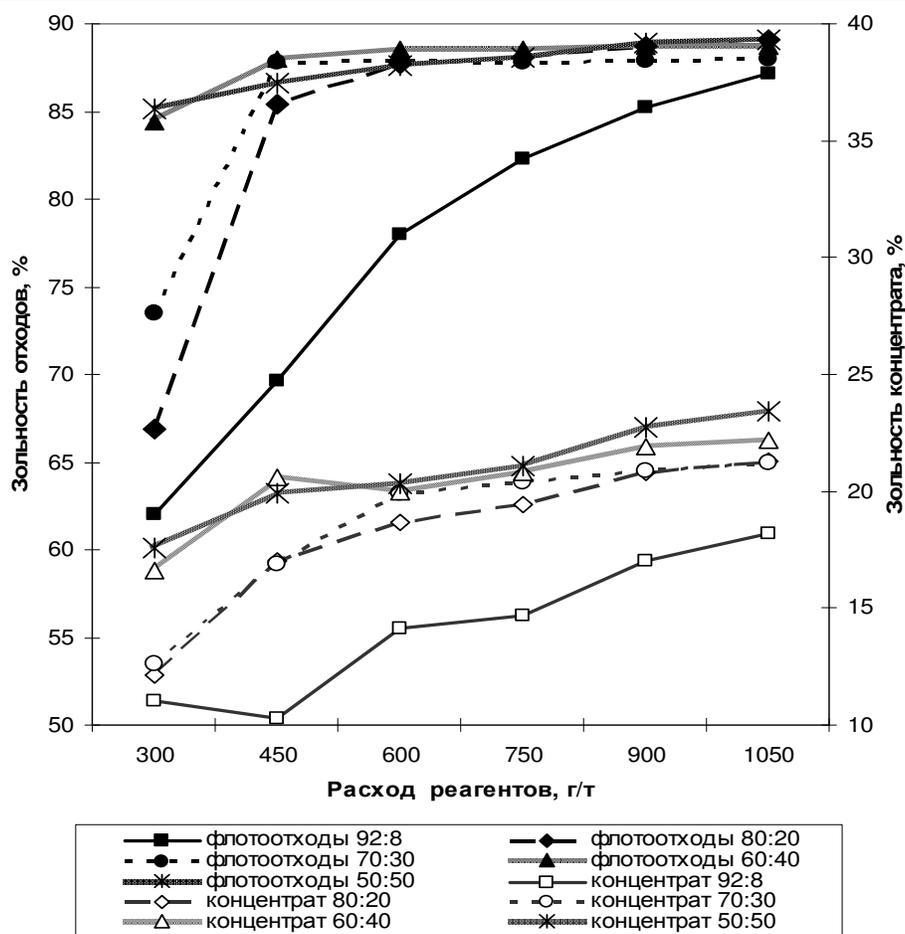


Рис. 3. Зависимость зольности продуктов флотації шлама илонакопителя ЦОФ "Свердловская" от расхода композиции реагентов и соотношения ее компонентов (керосиногазойлевая фракция: КОБС)

В связи с этим флотоконцентрат был подвержен перечистке, которую проводили в 2 приема без добавления реагентной смеси в перечистку. Результаты проведенных исследований показали, что первая перечистка флотоконцентрата позволяет снизить его зольность до 32,4% при выходе 23,1%, а вторая – позволяет получить флотоконцентрат зольностью 19,2% при выходе 16,0%, что свидетельствует о целесообразности переработки методом флотації высокозольных шламов [1].

На рис. 3 показано влияние расхода композиции реагентов и соотношения ее компонентов (керосиногазойлевая фракция и КОБС) на качественно-количественные показатели флотації шлама илонакопителя ЦОФ "Свердловская". Содержание твердого в пульпе составляло 150 г/л. Установлено, что при минимальном расходе композиции реагентов (300 г/т) соотношение ее компонентов существенно влияет на показатели флотації. Так при возрастании содержания КОБСа в смеси от 8 до 50% зольность отходов возрастает от 62,0 до 85,0% при изменении зольности концентрата от 11,0 до 18,0%. При расходах композиции реагентов 450 г/т и выше влияние компонентного состава компо-

Флотація

зици существенно уменьшается. На основании вышеизложенного наиболее предпочтительным является реагентный режим, предусматривающий применение композиции керосино-газойлевой фракции и КОБСа в соотношении 50:50 и ее расходе 300 г/т и, таким образом, обеспечивающий минимальные затраты на реагенты. Зольность флотоконцентрата составляет 18,0% при его выходе 65,0%, зольность отходов – 85,0%.

Резюмируя изложенное можно сделать вывод, что переработка методом флотации содержимого илонакопителей углеобогатительных фабрик является перспективной и целесообразной. При оптимальном подборе реагентных режимов из техногенных угольных месторождений Украины методом флотации возможно дополнительное извлечение кондиционного товарного продукта для энергетики.

Список литературы

1. Розробка комплексної технології вилучення вторинного палива з шламових відходів вуглезбагачення: Звіт про НДР. – Луганськ: Укрндівуглезбагачення, 2007 – 236 с.
2. **Саранчук В.И., Аровин И.А., Галушко Л.Я.** Флотирование углей реагентами из продуктов коксохимии. – Донецьк: Східний видавничий дім, Кальміус, 2006. – 192 с.
3. **Морозов О.А., Федосеева С.О., Кутуков И.Е.** Новый флотационный реагент для углеобогатительных фабрик Украины // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2008. – Вип. 32(73). – С. 112-117.

© Федосеева С.О., 2010

*Надійшла до редколегії 12.04.2010 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*