

УДК 622.793.5

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТИРУЕМОСТИ УГЛЕЙ РАЗРЕЗА ООО СП “БАРЗАССКОЕ ТОВАРИЩЕСТВО”

Васильев Л. С., студент гр. ОПс-131, VI курс,  
Т.Е. Вахонина, ст. преп. кафедры ОПИ

Научный руководитель: М.С. Клейн, д.т.н., профессор  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Обогатительная фабрика при разрезе ООО СП «Барзасское товарищество», расположенного на участках Глухинского угольного месторождения введена в эксплуатацию в 2010 г. Площадь месторождения около 60 км<sup>2</sup> в северной части Кемеровской синклинали, представляющей собой северное замыкание кузнецкого бассейна. Участки работ Барзасский и Барзасский 2 приурочены к северному и северо-западному крылу Глухинской брахисинклинали. Участок Барзасский 2 условно разделяется на Южный и Северный блоки по нарушению I-I.

Угли участков Барзасский и Барзасский 2 (Южный и Северный блоки) средне метаморфизованные, с отражательной способностью витринита от 1.10 до 1.30%, стадия метаморфизма III, III-IV

Годовой уровень добычи угля коксующихся и энергетических марок превышает 1,5 млн тонн.

В строении угольных пластов принимают участие как блестящие, так и матовые разновидности углей. Владимировские I, II, Лутугинский относятся к подгруппе фюзинитовых углей при содержании отощающего компонента более 47%, пласты Кемеровский, Подволковский – витринитовые. Угли содержат от 9% до 15% минеральных примесей, преимущественно глинистого вещества.

Обогатимость рядового угля пласта Волковский – от средней до очень трудной Выход концентрата от рядового угля 73-85% при зольности 5-10.1%.

У пласта Владимировский I рядовой уголь крупностью +13 мм является трудно обогатимым, средние и мелкие классы характеризуются очень трудной обогатимостью. Выход концентрата при обогащении рядовой пробы - 85% при зольности 7,4%.

Обогатимость рядового угля пласта Владимировский II очень трудная

У рядового угля пласта Лутугинский обогатимость по крупному классу +13 – легкая, по среднему классу 0,1-13 мм трудная.

Обогатительная фабрика обогащает угли марок КС, СС и КО разреза ООО СП «Барзасское товарищество», а также марки Ж разреза «Шестаки».

Проектная мощность обогатительной фабрики по переработке рядового угля составляла 1500 тыс. тонн в год с глубиной обогащения до 0,2 мм. Часовая производительность 250 т/ч. Фабрика Барзасская начинала свою работу с 1 очереди, состоящей лишь из тяжелосреднего сепаратора Wemco, обогащающего уголь крупностью 20-200 мм и выделяющего 2 продукта: концентрат и отходы. В мае 2011 г. вступает в эксплуатацию 2 очередь, включающая обогащение в тяжелосредних гидроциклонах(1-20мм) и на винтовых сепараторах(0,2-1мм).

В настоящее время на фабрике запущена в эксплуатацию флотофильтровальное отделение и проводятся работы по вводу в эксплуатацию сушильно-топочного отделения, которое позволит снизить влажность отгружаемого угольного концентрата до 7%. В 2018 году завершилась модернизация действующей обогатительной фабрики с увеличением производственной мощности с 1,5 до 2,5 млн тонн угля в год. Исходя из этого основной задачей исследовательской работы было исследование флотируемости углей, поступающих на обогатительную фабрику и определение оптимального реагентного режима флотации.

Для оценки возможности использования флотации шламов ОФ «Барзасская» и предварительного определения реагентного режима процесса в лаборатории кафедры «Обогащение полезных ископаемых» КузГТУ проведены исследования на пробе, поступающей в зумпф питания флотации и состоящей из 5 продуктов:

- 1 – слив гидроциклонов с выходом около 80%;
- 2 – фугат центрифуги концентрата класса 1-20 мм,
- 3 – подрешетная вода концентрата класса 0,2-1 мм,
- 4 – фугат центрифуги концентрата класса 0,2-1 мм,
- 5 – фугат центрифуги промпродукта класса 0,2-1 мм.

Результаты ситового анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Гранулометрический состав продуктов**

| Классы, мм                                    | +0,45 | 0,315-0,45 | 0,125-0,315 | 0,045-0,125 | -0,045 | Всего |
|---|-------|------------|-------------|-------------|--------|-------|
| Слив гидроциклонов                            |       |            |             |             |        |       |
| Выход, %                                      | 1,2   | 2,0        | 8,5         | 29,2        | 59,0   | 100,0 |
| Зольность, %                                  | 6,7   | 6,7        | 7,3         | 12,8        | 37,8   | 26,9  |
| Фугат центрифуги концентрата класса 1-20 мм   |       |            |             |             |        |       |
| Выход, %                                      | 7,7   | 15,8       | 35,6        | 18,7        | 22,2   | 100,0 |
| Зольность, %                                  | 5,9   | 5,9        | 7,0         | 16,4        | 23,5   | 12,2  |
| подрешетная вода концентрата класса 0,2-1 мм  |       |            |             |             |        |       |
| Выход, %                                      | 5,4   | 1,3        | 27,9        | 28,9        | 36,6   | 100,0 |
| Зольность, %                                  | 10,6  | 9,0        | 7,8         | 8,4         | 38,0   | 19,2  |
| Фугат центрифуги концентрата класса 0,2-1 мм  |       |            |             |             |        |       |
| Выход, %                                      | 0,7   | 2,4        | 35,7        | 27,0        | 34,3   | 100,0 |
| Зольность, %                                  | 5,6   | 5,4        | 11,9        | 17,2        | 30,5   | 19,5  |
| Фугат центрифуги промпродукта класса 0,2-1 мм |       |            |             |             |        |       |
| Выход, %                                      | 11,84 | 5,26       | 23,03       | 31,58       | 28,29  | 100,0 |
| Зольность, %                                  | 10,5  | 9,8        | 14,2        | 18,9        | 31,2   | 19,8  |

Гранулометрический состав этих продуктов свидетельствует, что все продукты по крупности и зольности соответствуют требованиям к флотируемым угольным шламам.

Необходимо отметить присутствие в шламах большого количества ( $>60\%$ ) низкозольных частиц крупностью более 0,045 мм. При таком гранулометрическом и вещественном составах шламов для получения при флотации высокозольных отходов потребуется максимальное извлечение их в пенный продукт.

При проведении испытаний сравнивались результаты опытов флотации шламов при использовании 2-х типов реагентов:

- традиционные: реагент собиратель Омский (РСО) – термогазоль и вспениватель – КЭТГОЛ (кубовые остатки ректификации 2-этилгексанола);

- три образца реагентов, которые используются на УОФ Кузбасса и содержат в составе до 40 % отработанных минеральных масел, что снижает их стоимость [1, 2, 3].

Флотационная активность реагентов и эффективность флотации шламов оценивались в каждом опыте по следующим показателям: выход  $\gamma$  и зольность  $A^d$  концентрата и отходов флотации; выход и зольность классов крупности в отходах флотации, содержание твердого в концентрате  $C_{кт}$ , извлечение горючей массы в концентрат  $E_k$ , селективность процесса флотации  $K_{сел}$  [4]. Результаты флотационных опытов представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Результаты флотации угольных шламов различных марок**

| №<br>опыта  | Собиратель |      | Вспениватель |      | Общий,<br>кг/т | Концентрат     |           |           |                       | Отходы       |           |              |           | $A^d_{\text{отх.}}$ , % | $K_{\text{сел}}$ |  |  |  |
|---|------------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|-----------|-----------------------|--------------|-----------|--------------|-----------|-------------------------|------------------|--|--|--|
|   |            |      |              |      |                |                |           |           |                       | +0,05мм      |           | -0,05мм      |           |                         |                  |  |  |  |
|   | Тип        | кг/т | Тип          | кг/т |                | $\gamma_k$ , % | $A^d$ , % | $E_k$ , % | $C_{\text{кт}}$ , г/л | $\gamma$ , % | $A^d$ , % | $\gamma$ , % | $A^d$ , % |                         |                  |  |  |  |
| <b>марки «КС» пласта Владимировский (Север) Зольность = 19,31 %, содержание твердого = 50,8 г/л</b>   |            |      |              |      |                |                |           |           |                       |              |           |              |           |                         |                  |  |  |  |
| 1   | PCO        | 0,98 | кэтгол       | 0,2  | 1,18           | 82,1           | 8,4       | 93,2      | 185                   | 3,7          | 68,0      | 14,2         | 69,7      | 69,3                    | 0,76             |  |  |  |
|   | A-16       | 0,98 | Д            | 0,2  | 1,18           | 82,2           | 8,4       | 93,3      | 180                   | 4,4          | 63,8      | 13,4         | 71,4      | 69,5                    | 0,76             |  |  |  |
| <b>марки «КС» пласта Волковский (Юго - Восток) Зольность = 37,6 %, содержание твердого = 77,6 г/л</b> |            |      |              |      |                |                |           |           |                       |              |           |              |           |                         |                  |  |  |  |
| 2   | PCO        | 1,29 | кэтгол       | 0,19 | 1,48           | 56,3           | 11,4      | 79,8      | 164                   | 25,6         | 73,2      | 18,2         | 67,5      | 70,8                    | 0,95             |  |  |  |
|   | A-16       | 1,29 | Д            | 0,19 | 1,48           | 58,3           | 11,6      | 82,5      | 149                   | 25,7         | 74,4      | 16,1         | 72,0      | 73,5                    | 0,99             |  |  |  |
| <b>«КС» пласта Волковский (Верх) Зольность = 33,0 %, содержание твердого = 100 г/л</b>                |            |      |              |      |                |                |           |           |                       |              |           |              |           |                         |                  |  |  |  |
| 3   | PCO        | 1,08 | кэтгол       | 0,12 | 1,2            | 66,5           | 12,7      | 86,7      | 213                   | 33,5         | 72,8      | 0,0          | 0,0       | 72,8                    | 0,90             |  |  |  |
|   | A-16       | 1,08 | Д            | 0,12 | 1,2            | 65,7           | 12,4      | 86,0      | 202                   | 34,3         | 72,0      | 0,0          | 0,0       | 72,0                    | 0,89             |  |  |  |
| <b>марки «Ж» Зольность = 24,2 %, содержание твердого = 100,1 г/л</b>                                  |            |      |              |      |                |                |           |           |                       |              |           |              |           |                         |                  |  |  |  |
| 4   | PCO        | 0,63 | кэтгол       | 0,07 | 0,7            | 35,0           | 8,2       | 42,5      | 120                   | 65,0         | 32,8      | 0,0          | 0,0       | 32,8                    | 0,33             |  |  |  |
|   | A-16       | 0,63 | Д            | 0,07 | 0,7            | 59,5           | 8,4       | 72,1      | 243                   | 40,5         | 47,4      | 0,0          | 0,0       | 47,4                    | 0,52             |  |  |  |
| <b>марки «Ж» Зольность = 18,0 %, содержание твердого = 60 г/л</b>                                     |            |      |              |      |                |                |           |           |                       |              |           |              |           |                         |                  |  |  |  |
| 5   | PCO        | 0,9  | кэтгол       | 0,1  | 1,0            | 65,7           | 9,0       | 74,0      | 132                   | 18,6         | 16,6      | 15,7         | 57,7      | 35,4                    | 0,33             |  |  |  |
|   | A-50       | 0,9  | Д            | 0,1  | 1,0            | 73,0           | 8,6       | 82,6      | 156                   | 10,9         | 21,6      | 16,1         | 58,4      | 43,6                    | 0,43             |  |  |  |

**Выводы:**

1. При исследовании флотируемости углей марки «КС» разницы в результатах флотации различными реагентами незначительна.
2. На пробах угля марки «КС» пласта Владимировский удалось достичь наилучших результатов: выход концентрата около 82%, зольность концентрата 8,4%, зольность отходов не меньше 65%. Коэффициент селективности не имеет большого разброса.
3. Лучшие результаты флотируемости удалось получить на углях марки «Ж». В этой серии опытов видим, что использование собирателя А-16 и вспенивателя Д дают существенный улучшение по большинству показателей, чем применение традиционных реагентов. Выход концентрата при использовании реагента А-16 и вспенивателя Д вырос на 24,5 % по сравнению с реагентами, которые сейчас используются на фабрике.

В результате выполненной работы установлена хорошая флотируемость шламов углей различных марок и показана возможность получения качественного флотоконцентрата при использовании традиционных реагентов, а так же содержащих отработанные минеральные масла.

**Список литературы:**

1. Вахонина Т. Е. Использование отработанных моторных масел для флотации угольных шламов / Т. Е. Вахонина, М. С. Клейн, И. А. Горбунков // Вестник Кузбасского гос. техн. ун-та. – Кемерово, 2009. – № 1. – С. 15 –17.
2. Вахонина Т.Е., Перспективы использования отработанных минеральных масел для производства флотореагентов / Т. Е. Вахонина, М.С. Клейн // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: Материалы IV Международной науч.- практ. конф. Междуреченск, 8-10 апреля 2015 г.- Кемерово, 2015. – С.112-114.
3. Клейн М. С. Условия эффективного использования отработанных минеральных масел в составе собирателей для флотации угольных шламов / Клейн М.С., Вахонина Т.Е.// Вестн. КузГТУ. 2015. № 5, С.163-166.
4. Вахонина Т. Е. Исследование флотируемости угольных шламов марки «КС» ОФ «Барзасская» / Т. Е. Вахонина, М. С. Клейн, В. С. Карташов, И. Е. Скударнов, А. Г. Тетерина / Сборник материалов IX Всероссийской, 62 научно-практической конференция молодых ученых с международным участием «РОССИЯ МОЛОДАЯ», 18-21 апреля 2017 г. - ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2017.