

---

---

# ПЕРЕРАБОТКА ТОНКОДИСПЕРСНЫХ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ В СЫРЬЕ ДЛЯ КОКСОХИМИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ\*

Е.С. Злобина

Институт химических и нефтегазовых технологий  
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачёва  
Весенняя, 28, Кемерово, Россия, 650000

Альтернативный способ переработки тонкодисперсных угольных шламов и низкосортных углей — метод масляной агломерации. Он позволяет решить проблему утилизации промышленных отходов, улучшить экологическую обстановку в городах и регионах, использовать низкокачественное сырье и получать из него продукт, который в дальнейшем может использоваться в коксохимической и энергетической промышленности.

**Ключевые слова:** угольные шламы, обогащение, масляная агломерация, углемасляной концентрат, переработка

Так как в России угледобывающая и углеперерабатывающая отрасли высоко развиты, основной объем отходов обусловлен именно их деятельностью. В гидроотвалах и отстойниках скапливается большое количество добываемого угля в виде тонкодисперсных угольных шламов, перевод которых в технологически приемлемое топливо позволит не только улучшить экологическую обстановку в регионах, но и получить предприятиям существенный экономический эффект.

Существующие способы переработки и обогащения низкосортных углей и отходов углеобогащения являются неэффективными из-за высокой зольности и тонкодисперсности сырья. Поэтому лишь в редких случаях, когда позволяет зольность, их брикетируют с получением низкокачественных брикетов. Большая же часть направляется в хранилище, оставаясь невостребованной.

Цель проводимых исследований — разработка технологии переработки техногенных отходов и мобильной установки, позволяющей получать из угольных шламов, низкосортных углей новые товарные продукты, а именно высококалорийный низкосольный углемасляной концентрат, композитные виды топлив непосредственно на месте образования данных отходов.

Новизна состоит в том, что из низкосортных углей (отходов) методом масляной агломерации можно получить ценную химическую и топливную продукцию, новый товарный продукт — высококалорийный низкосольный углемасляной концентрат, который может быть использован как для коксования, так и для энергетики.

Сущность метода масляной агломерации заключается в различной смачиваемости жидкими углеводородами угольных и породных частиц в воде. При этом в результате турбулизации пульпы происходит селективное образование углемас-

---

\* Исследования выполнены в рамках государственного задания № 10.782.2014/К.

ляных агрегатов, которые уплотняются, структурно преобразуясь в прочные гранулы сферической формы [7].

Техническая вода проходит стадии отстаивания, отделения от остатков твердой фазы флотацией и очищения химическими методами. Многократная циркуляция технической воды и ее контактирование с углем приводят к поглощению твердой фазой избытка флокулянтов и флотореагентов [9]. Глубокая очистка оборотной воды от них может производиться сорбционным методом с помощью активированного угля. Очищенную воду можно использовать в котельных установках или для других производственных нужд.

Связующим реагентом может быть топочный мазут, термогазойль, отработанное машинное масло с коксохимического производства, дизельное топливо. Стоимость этих реагентов невелика.

Углемаляный концентрат можно использовать в качестве сырья для производства кокса. В таблице 1 представлены качественные характеристики шихты, идущей на коксование, и обогащенного угольного шлама [8].

Таблица 1

**Сравнение углемаляного концентрата и шихты, используемой при производстве кокса**

Технико-экономические показатели (наименование и единицы измерения)	Шихта для коксования	Углемаляный концентрат из угольного шлама
Толщина пластического слоя (У), мм	14	14
Пластометрическая усадка (х), мм	30	33
Выход летучих веществ ( $V^{daf}$ ), мас. %	25—28	28,0
Зольность ( $A^d$ ), мас. %	Не более 9,2	5,4
Сера общая (S общ.), мас. %	Не более 0,5	0,25
Влага в рабочем состоянии (Wtr), мас. %	8—10	10,5
Содержание классов 0—3 мм (помол), мас. %	Не менее 74	98
Цена продукции	3—4 тыс. руб т	1—1,5 тыс. руб т

Сравнивая цены на угольный шлам — 600 руб/т, рядовой уголь — 2 800 руб/т, концентрат из рядового угля — 3 900 руб/т и концентрат из угольного шлама — 2 000 руб/т, можно сделать вывод об экономической целесообразности применения данной технологии.

Индекс свободного вспучивания углемаляного концентрата, определяемый по ГОСТ 30313—95 [4], равен 5 единицам, что также подтверждает его пригодность для технологии коксования.

Получаемый углемаляный концентрат показывает достаточно высокую прочность при смешивании в определенных пропорциях с другими марками угля. Путем применения соответствующей ГОСТу методики — технического анализа углей, при определении выхода летучих веществ по ГОСТ 6382—2001 [5] образуется коксовый королек, по свойствам которого можно сделать вывод о качестве кокса. Определение прочности королька проводят на чашечных весах, используя методику определения механической прочности гранул.

В таблице 2 приведены данные испытаний на прочность коксовых корольков [6].

Таблица 2

**Данные испытания на прочность в статических условиях коксовых корольков**

Наименование королька	Прочность на раздавливание в статических условиях, Н/см <sup>2</sup>
Уголь марки К для сравнения	25,0
Обогащенный угольный концентрат (ОУК)	28,0
Смесь ОУК (75 мас. %) + уголь марки Ж (25 мас. %)	21,2
Смесь ОУК (50 мас. %) + уголь марки Ж (50 мас. %)	22,0
Смесь ОУК (50 мас. %) + уголь марки Г (50 мас. %)	6,8
Смесь ОУК (25 мас. %) + уголь марки Г (75 мас. %)	5,5
Смесь ОУК (50 мас. %) + уголь марки Ж (25 мас. %) + уголь марки Г (25 мас. %)	50,1
Смесь ОУК (80 мас. %) + уголь марки Ж (10 мас. %) + уголь марки Г (10 мас. %)	36,6

В наших исследованиях было проведено обогащение угольных шламов, соответствующих углям марки А, по методу масляной агломерации. В качестве связующего вещества использовалось отработанное машинное масло.

В таблице 3 представлен технический анализ трех фракций исходных угольных шламов, а в табл. 4 — обогащенного углемасляного концентрата (ОУК).

Таблица 3

**Данные технического анализа исходного угольного шлама**

Наименование показателя	Шлам крупностью 0,2	Шлам крупностью 0,5	Шлам крупностью 1,0
Влага аналитическая, $W^a$ , мас. %	1,3	1,2	1,0
Зольность, $A^d$ , мас. %	20,3	15,0	15,4
Выход летучих веществ, $V_t^{daf}$ , мас. %	4,0	4,2	4,1

Таблица 4

**Данные технического анализа углемасляного концентрата**

Наименование показателя	ОУК, полученный из шламов крупностью 0,2	ОУК, полученный из шламов крупностью 0,5	ОУК, полученный из шламов крупностью 1,0
Влага аналитическая, $W^a$ , мас. %	1,0	2,5	2,4
Зольность, $A^d$ , мас. %	10,5	9,5	10,0
Выход летучих веществ, $V_t^{daf}$ , мас. %	4,2	4,6	4,3

Данные табл. 3 и 4 подтверждают, что при обогащении тонкодисперсного углеводородсодержащего сырья по методу масляной агломерации снижается зольность продукта. Увеличение влажности происходит из-за того, что обогащение происходит в водной среде. Удалить из концентрата излишки воды и масла можно прессованием (давление до 15 атм.), при этом получатся брикеты, которые удобно сжигать и транспортировать.

Технический анализ углемасляного концентрата проводится так же, как и для углей. Теплотворную способность полученного концентрата определяли по ГОСТ 147—95 [2], выход летучих веществ — по ГОСТ 6382—2001 [5], зольность — по ГОСТ 11022—95 [3], определение массовой доли влаги — по ГОСТ 11014—10981 [1].

Основные достоинства метода масляной агломерации [9]:

- высокая селективность процесса при разделении частиц менее 100 мкм;
- широкий диапазон зольности обогащаемого угля;
- практически полное извлечение (более 90%) в угольный концентрат органической части угля и углеводородного связующего, что способствует снижению зольности и увеличению теплотворной способности конечного продукта;
- возможность вести процесс при плотности пульпы до 600 г/л;
- дополнительное обезвоживание концентрата вытеснением воды маслом

Обогащение угольных шламов предлагается проводить с помощью мобильной установки, которая состоит из емкости для обогащения, турбинной мешалки, приходящей во вращении с помощью элемента питания, дозатора связующего реагента и емкости для сбора готового концентрата.

Аналогами мобильной установки для обогащения являются осадительные центрифуги, гидроциклоны, отсадочные машины, спиральные сепараторы и др. Недостатки аналогов заключаются в высокой стоимости, большой массе и стационарности. Предлагаемую мобильную установку возможно использовать непосредственно на месте образования отходов, что позволит сократить затраты на транспортировку отходов к месту переработки.

Ожидаемый социально-экономический эффект использования результатов разработки:

- улучшение экологической обстановки в регионе (в том числе за счет снижения техногенной нагрузки на окружающую среду);
- более полное и комплексное использование сырья и материалов, в том числе вторичных;
- расширение сырьевой базы производства;
- усиление конкурентных позиций отечественной науки и бизнеса;
- создание принципиально новой продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] ГОСТ 11014—1981 Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренный метод определения влаги. М.: Изд-во стандартов, 1981.
- [2] ГОСТ 147—95 Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания. М.: Изд-во стандартов, 1995.
- [3] ГОСТ 11022—95 Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности. М.: Изд-во стандартов, 1995.
- [4] ГОСТ 30313—95 Угли каменные и антрациты (Угли среднего и высокого рангов). Кодификация. М.: Изд-во стандартов, 1995.
- [5] ГОСТ 6382—2001 Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ. М.: Изд-во стандартов, 2001.
- [6] Жбырь Е.В. Разработка аппаратурно-технологического процесса утилизации угольных шламов Кузбасса: автореф. дисс. ... канд. тех. наук. Томск, 2009.

- [7] *Папин А.В., Неведров А.В.* Переработка угольных шламов в сырье для когенерационных устройств // Ползуновский вестник. 2013. № 1. С. 48–50.
- [8] *Папин А.В., Жбырь Е.В., Неведров А.В., Солодов В.С.* Разработка нового метода обогащения минералов на основе масляной агломерации // Химическая промышленность сегодня. 2009. № 1. С. 36–39.
- [9] *Солодов Г.А., Жбырь Е.В., Папин А.В., Неведров А.В.* Технология комплексной переработки шламовых вод предприятий угольной отрасли // Известия Томского политехнического университета. 2007. Т. 310. № 1. С. 139–144.
- [10] News Agency REX [Electronic resource] / "In Russia there is no uniform concept of waste management". Available at: <http://www.iarex.ru/news/45157.html>

## **PROCESSING OF FINE COAL SLURRIES IN RAW MATERIALS FOR COKE AND ENERGY INDUSTRIES**

**E.S. Zlobina**

Institute of Chemical and Petroleum Technology  
Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbacheva  
*Spring, 28, Kemerovo, Russia, 650000*

The method of oil agglomeration is an alternative method for processing fine coal slurries and low-grade coal. It to solve the problem of accumulation of industrial waste, to do the environment in cities and regions better, and to processing the low-quality raw materials for product, which can be used in coke and energy industry.

**Key words:** coal slurries, enrichment, oil agglomeration, the concentrate from coal and oil, processing

### **REFERENCES**

- [1] GOST 11014—1981 Ugli burye, kamennye, antracit i gorjuchie slancy. Uskorennyj metod opredelenija vlagi [State Standard 11014—1981 Lignite, coal, anthracite and combustible shale. Rapid method for determination of moisture]. M.: Izd-vo standartov, 1981.
- [2] GOST 147—95 Opredelenie vysshej teploty sgoranija i vychislenie nizshej teploty sgoranija [State Standard 147—95. Determination of the higher calorific value and calculation of the lower calorific value]. M.: Izd-vo standartov, 1995.
- [3] GOST 11022—95 Toplivo tverdoe mineral'noe. Metody opredelenija zol'nosti [State Standard 11022—95. Solid mineral fuel. Methods for determination of ash content]. M.: Izd-vo standartov, 1995.
- [4] GOST 30313—95 Ugli kamennye i antracity (Ugli srednego i vysokogo rangov). Kodifikacija [State Standard 30313—95 Coal and anthracite (medium and high rank Coals). The codification]. M.: Izd-vo standartov, 1995.
- [5] GOST 6382—2001 Toplivo tvjrdoe mineral'noe. Metody opredelenija vyhoda letuchih veshhestv [State Standard 6382—2001 Solid mineral fuel. Methods for determination of volatile substances]. M.: Izd-vo standartov, 2001.
- [6] Zhbyr' E.V. Razrabotka apparaturno-tehnologicheskogo processa utilizacii ugol'nyh shlamov Kuzbassa [Developing equipment and technological processes for the disposal of Kuzbass coal slurries]. Avtoreferat diss. k. t. n. [PgD tech. sci. diss.]. Tomsk, 2009.

- [7] Papin A.V., Nevedrov A.V. Pererabotka ugol'nyh shlamov v syr'jo dlja kogeneracionnyh ustrojstv [Treatment of coal slurries in raw materials for cogeneration devices]. Polzunovskij vestnik [Polzunov Bulletin]. 2013. № 1. S. 48–50.
- [8] Papin A.V., Zhbyr' E.V., Nevedrov A.V., Solodov V.S. Razrabotka novogo metoda obogashhenija mineralov na osnove masljanoj aglomeracii [Development of a new method of enrichment of minerals by oil agglomeration]. Himicheskaja promyshlennost' segodnja [Chemical industry today]. 2009. № 1. S. 36–39.
- [9] Solodov G.A., Zhbyr' E.V., Papin A.V., Nevedrov A.V. Tehnologija kompleksnoj pererabotki shlamovyh vod predpriyatij ugol'noj otrasli [Technology of complex processing of sludge from the coal industry]. Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta [News of Tomsk Polytechnic University]. 2007. T. 310. № 1. S. 139–144.
- [10] News Agency REX [Electronic resource] / "In Russia there is no uniform concept of waste management". Available at: <http://www.iarex.ru/news/45157.html>