

**УДК 66.099:62-492**

БОБРОВНИКОВ Н.С., ГЛОБИНА Е.А., КУЛАКОВСКИЙ А.С.,  
студенты группы (МТ-21) (СибГИУ)  
Научный руководитель МУРКО В.И., д.т.н., проф. (СибГИУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ МЕЛКИХ КЛАССОВ УГЛЯ МЕТОДОМ МАСЛЯНОЙ ГРАНУЛЯЦИИ**

Экономический рост и развитие каждого государства в значительной мере обусловлены стабильностью и развитием топливно-энергетической сферы страны. Комплексный анализ текущего состояния этой отрасли указывает на потребность в усилении роли угля как одного из источников энергии для увеличения производства электроэнергии и тепла, а также как надежной сырьевой базы для различных отраслей, включая черную металлургию, углехимическую промышленность, медицину и сельское хозяйство.

На основе энергетической стратегии в России ИУУ СО РАН сделал прогноз объемов добычи угля до 2030 года. Согласно расчётам, для обеспечения энергетической безопасности России объём добычи угля в 2025 году должен составить около 450 млн тонн, а к 2030 году необходимо будет добывать до 550 млн тонн.

Для повышения качества отгружаемой угольной продукции производится обогащение добываемого угля. Отметим, что в настоящее время обогащению подвергается весь коксующийся уголь и более 50% энергетического угля [2]. Самой большой проблемой при обогащении является переработка наиболее мелких классов, которые представляют наибольшую экологическую опасность при их транспортировании и хранении (пыление тонких угольных частиц, загрязнение внешних водоемов и земной поверхности).

Одним из способов снижения зольности мелких классов угля является метод масляной грануляции. Метод масляной грануляции заключается в образовании агломератов (гранул) из частиц угля и тонкой пленки масла при перемешивании в водной среде. В результате получают гранулы, близкие к сферической форме, которые легко отделяются от суспензии с помощью сит или обезвоживающих аппаратов. При этом тонкие породные частицы вместе с водой проходят через сито [3].

Цель настоящей работы — определить в лабораторных условиях закономерности и оптимальные параметры технологии масляной грануляции с применением новых масляных агентов для деминерализации углей разной степени метаморфизма. В качестве масляных агентов использовали каменноугольное масло марок «В» и «В1», выпускаемое на Алтайском коксовом заводе в г. Заринск. В ходе первого этапа исследований были установлены оптимальные параметры процесса масляной грануляции, позволяющие получить минимальную зольность концентрата и максимальную зольность отходов. В процессе экспериментов были опробованы различные варианты методики

обогащения с использованием масляной грануляции. Пригодность каждого из них оценивалась по параметрам качества полученных обогащенных продуктов (см. табл. 1).

На основании полученных результатов, приведённых в таблице 1, можно сделать вывод, что эффективность применения масляных агентов (каменноугольных масел марок «В» и «В1») примерно одинакова. Снижение зольности угольных шламов различных марок составила от 7,3 до 10,6%. Окончательный выбор масляного агента следует делать исходя из экономических затрат, связанных с их стоимостью.

Достигнутое снижение зольности угольных шламов позволит использовать их для присадки в концентрат или отправлять непосредственно потребителю.

0401.3

№	Режим диспергирования	Марка угля	Реагент	Характеристики продуктов обогащения						
				Исходное питание (ВУТ)	Масляный гранулят (концентрат)	Масляный гранулят (концентрат)		Минеральная часть (отходы)		
опыта и дата				W <sub>t</sub> <sup>r</sup> , %	A <sup>d</sup> , %	W <sup>r</sup> , %	д, %	Выход, %	A <sup>d</sup> , %	выход, A <sup>d</sup> , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОФ «Коксовая» филиала «Бачатский угольный разрез»										
1 29.05 2023	t <sub>1</sub> =5 мин. (вода + ВУТ), t <sub>2</sub> =10 мин. (+масло каменноугольное «В»)	КО	Масло каменноугольное «В» 5%	36,0	22,0	61,65	72,9	14,7	27,1	41,6
4 13.06. 2023	t <sub>1</sub> =5 мин. (вода + ВУТ), t <sub>2</sub> =10 мин. (+ масло каменноугольное «В1»)	КО	Масло каменноугольное «В1» 5%	36,0	22,0	57,8	50,6	12,6	49,4	31,6
ОФ «Краснобродская - Коксовая» филиала «Краснобродский угольный разрез»										
2 30.05. 2023	t <sub>1</sub> =5 мин. (вода + ВУТ), t <sub>2</sub> =10 мин. (+масло каменноугольное «В»)	КС	Масло каменноугольное «В» 5%	41,3	25,3	65,2	62,8	14,7	34,8	46,2
3 31.05. 2023	t <sub>1</sub> =5 мин. (вода + ВУТ), t <sub>2</sub> =10 мин. (+ масло каменноугольное «В1»)	КС	Масло каменноугольное «В1» 5%	41,3	25,3	68,0	55,9	16,2	44,1	36,8
ОФ «Энергетическая» филиала «Калтанский угольный разрез»										
5 13.06. 2023	t <sub>1</sub> =5 мин. (вода + ВУТ), t <sub>2</sub> =10 мин. (+ масло каменноугольное «В1»)	Т	Масло каменноугольное «В1» 5%	42,5	21,2	64,7	67,0	12,9	33,0	38,1

На основании проведенных исследований предложена следующая технологическая схема реализации метода масляной грануляции с использованием каменноугольных масел.

Исходный угольный шлам измельчается с водой в вибромельнице, затем полученная водоугольная суспензия загружается в смеситель, куда также подаются вода (при необходимости) и масляный агент в количестве до 10% масс. от массы твердой среды.

Полученная водоугольная суспензия закачивается в трубопровод-гранулятор, который оборудован винтовыми элементами для закручивания потока и усиления турбулентности. Поддержание постоянного турбулентного перемешивания водоугольной суспензии с масляным агентом в процессе механохимической активации частиц угля является важным фактором данного способа. Поток водоугольной суспензии транспортируется, гранулируется (агломерируется) и поступает на обезвоживающее устройство. На основе полученных углемастных гранул может готовиться углеводомастная суспензия, для сжигания в котлах котельных или ТЭЦ (см. рисунок 1).

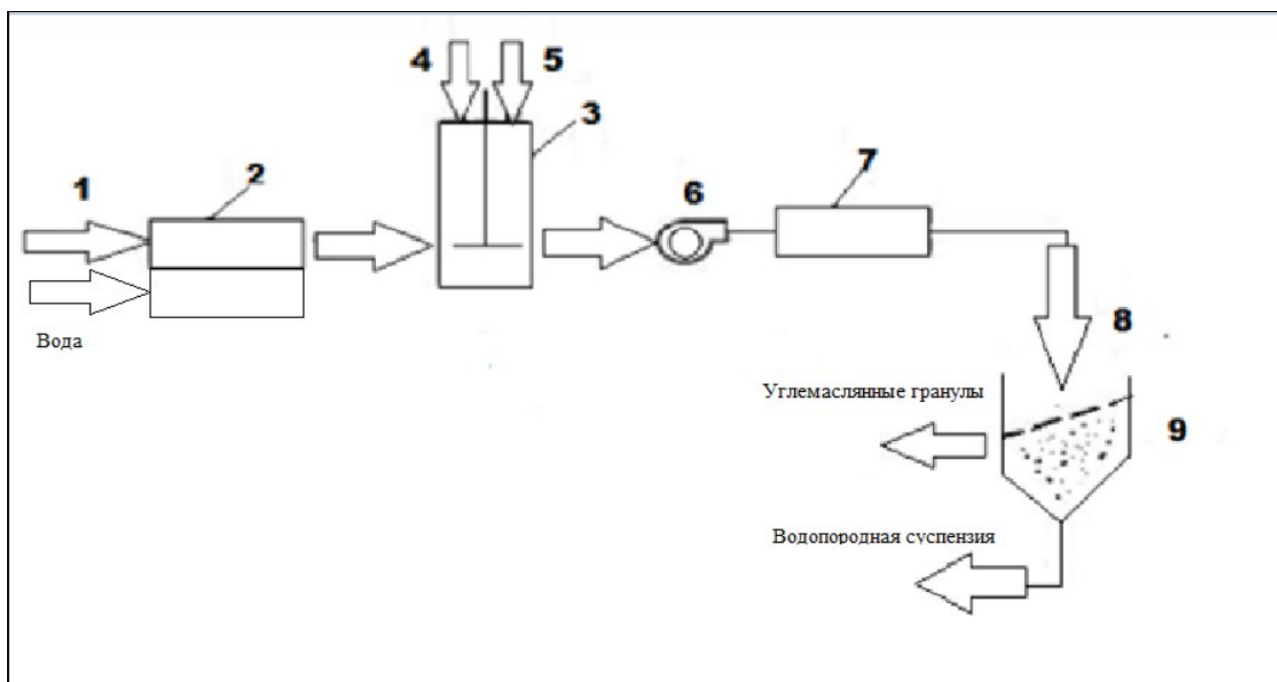


Рисунок 1. Схема масляной агрегации с использованием углепровода как гранулятора

(1 – исходный угольный шлам; 2 – вибромельница; 3 – смеситель; 4 – вода; 5 – связующее вещество (масло В); 6 – насос; 7 – специальный трубопровод-гранулятор; 8 – обезвоживающее устройство; 9 – водоугольная суспензия).

## Список литературы:

1. Бабенко С. А. Гранулирование дисперсных материалов в жидких средах (Элементы теории, практика, перспективы применения) / С. А. Бабенко, О. К. Семакина, В. М. Миронов, А. Е. Чернов ; под ред. С. А. Бабенко. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. – 346 с.
2. Мурко В. И. Технологические процессы и оборудование для обогащения углей : монография / В. И. Мурко, Г. С. Щербина, А. А. Гущин. – Москва; Вологда : Инфа-Инженерия, 2022. – 536 с.
3. Мурко В. И. Использование продуктов перегонки каменноугольного смолы в качестве реагентов масляной грануляции : сборник тезисов «XII Международный Российско-Казахстанский симпозиум «углехимия и экология Кузбасса»» / В. И. Мурко, А. Н. Заостровский, Н. С. Бобровников, Е. А. Глобина, А. С. Кулаковский.