

результатам эксперимента был проведен анализ массового баланса основных элементов системы.

Согласно результатам расчета, в процессе горения дугового разряда масса анода изменяется на ~19,3 %, длина анода уменьшается на ~16,5 %. Причиной этого является перенос части массы анода на катод с образованием катодного депозита ввиду процесса электрической эрозии [5]. Разница в массе катода составила

~0,7 %. Установлено, что часть массы электродов идет на образование газов CO и CO₂, создающих защитную газовую среду и предотвращающих окисление порошкового продукта.

Таким образом, было проведено экспериментальное исследование по получению карбида молибдена из молибденовой руды. В дальнейшем планируется подобрать оптимальные условия процесса синтеза для его успешной реализации.

Список литературы

1. Исмаилов Ж. Ф., Аширов В. Р., Садуллаев М. Х., Водород – топливо будущего [Электронный ресурс] Режим доступа: [vodorod-toplivo-buduschego.pdf](#) (10.12.2022).
2. Ю. З. Васильева, А. Я. Пак, Синтез карбида молибдена в самоэкранирующейся электродуговой плазме // *Материаловедение. Энергетика*, 2021 – Т. 27. – № 2. – С. 62–72.
3. Wan C., Regmi Y. N., Leonard B. M. Multiple phases of molybdenum carbide as electrocatalysts for the hydrogen evolution reaction // *Angewandte Chemie*, 2014. – V. 53. – P. 6407–6410.
4. Berkman A. J., et al. Synthesis of thin bundled single walled carbon nanotubes and nanohorn hybrids by arc discharge technique in open air atmosphere // *Diamond and Related Materials*, 2015. – V. 55. – P. 12–15.
5. Халдеев В. Н. К вопросу о механизме электрической эрозии электродов // *Электронная обработка материалов*, 2003. – № 5. – С. 4–10.

ВЫДЕЛЕНИЕ ПАРАФИНОВ ИЗ НЕФТИ

К. В. Калинин

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОХИ Н. И. Кривцова

Лицей при ТПУ

г. Томск, улица А. Иванова, 4, ta-maria@mail.ru

На данный момент большинство нефтяных месторождений России находится на завершающих стадиях развития. Из-за этого особенно актуальна разработка залежей, которые характеризуются такими осложнениями как: тяжелая высоковязкая нефть и большое количество асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) [1]. Сложность работы с такой нефтью отражается на всех этапах: от процессов эксплуатации и подготовки нефти до транспортировки, ремонтных и очистных работ, что, безусловно, влечет за собой большие финансовые затраты. Дополнительные проблемы несет в себе высокопарафинистая нефть. Проблема заключается в кристаллизации парафинов в проточной части нефтепромыслового оборудования и на внутренней поверхности труб, а это приводит к падению производительности трубопроводов.

Основными методами борьбы с АСПО являются химические, физические, тепловые, механические и микробиологические. Разумеется, выбор метода зависит от ряда факторов (состав, физико-химические свойства отложений, причины образования и пр. Тем не менее, самым безопасным для экологии является метод на основе воздействия магнитных полей. Очень важным является то, что при внедрении магнитных устройств не нарушают технологический процесс и не оказывают вредного влияния на окружающую среду. Научно доказана способность магнитного поля уменьшать АСПО на внутренней поверхности нефтегазопромыслового оборудования [1].

Целью данной работы являлось исследование влияния магнитного поля и времени его воздействия на АСПО. В качестве объекта исследования взята нефть Верхнесалатского ме-

Таблица 1. Физико-химическая характеристика нефти Верхнесалатского месторождения

Наименование показателя	Метод испытаний	Результат испытаний
Плотность при температуре 20 °С, кг/м ³	ГОСТ 3900-97	773,4±1,1
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм ² /с	ГОСТ 33-2000	3,825±0,019
Массовая доля парафина, % мас.	ГОСТ 11851-85	10,3±5,1
Массовая доля асфальтенов, % мас.	ГОСТ 11851-85	0,53±0,05
Массовая доля смол, % мас.	ГОСТ 11851-85	6,6±0,66

Таблица 2. Оценка эффективности магнитной обработки на АСПО нефти Верхнесалатского месторождения (Т застывания = 10 °С)

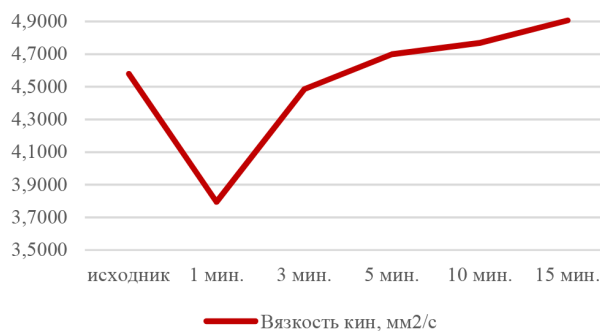
Время воздействия магнитной обработки, мин	Масса АСПО, г	Эффективность, %
0	0,44	–
1	0,02	95,5
10	0,30	31,8

сторождения с высоким содержанием парафинов (Табл. 1).

Массовую долю парафина определяли в предварительно деасфальтизированной пробе нефти путем адсорбции с последующим выделением твердого парафина вымораживанием при температуре минус 20 °С. Вязкость и плотность образца с использованием вискозиметра Штатбингера.

Оценку ингибирующего действия магнитной обработки на количество АСПО определяли методом «холодного стержня». Магнитную обработку проводили в течении 1 и 10 минут (Табл. 2).

Результат эксперимента свидетельствует о том, что воздействие магнитного поля на нефть

**Рис. 1.** Зависимость кинематической вязкости нефти от времени магнитной обработки

снижает вероятность образования АСПО. При этом с увеличением времени воздействия магнитного поля количество АСПО растет. Исследования зависимости кинематической вязкости нефти от времени воздействия на нее магнитного поля, показало, что кривая имеет экстремум при 1 минуте, далее вязкость начинает увеличиваться (Рис. 1).

Таким образом магнитная обработка нефти с целью снижения АСПО является очень перспективным методом. В настоящее время исследование способа подготовки нефтяного сырья с помощью магнитных полей является актуальной задачей.

Список литературы

1. Борисов М. И. // *Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»*, 2020. – № 6. – С. 8–15.