

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АГЛОМЕРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ САМОПОДДЕРЖИВАЮЩЕГОСЯ ТЕРМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Ю. В. Пасечников¹, Н. В. Тихонов²

Научный руководитель – к.т.н, доцент ИШНПТ В. В. Тихонов¹

¹Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина 30, pasechnikov@tpu.ru

²Кузбасский государственный технический университет

650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя 28

Первые опыты по созданию и отработке технологий производства пористых заполнителей, к которым, в частности, относится аглопорит, приходится на 30-е годы XX века. Отрасль активно развивалась в 60–70-х годах, обеспечивая строительство качественными материалами, а наибольший выпуск в 3,5 млн. м³ был достигнут в 1989 г. Технология, за небольшими исключениями, была стандартной.

Гранулированную шихту, содержащую 10–15 % топлива (угля), спекали на агломерационной машине непрерывного или периодического действия, которая представляла собой конвейер, имеющий в основании колосниковую решетку из жаропрочной стали с бортами с обеих сторон. Под решеткой дымососом создавали разрежение для принудительного прососа воздуха через шихту, после чего инициировали процесс горения. При продвижении горячих газов сверху вниз гранулы последовательно высушивались, зажигались и спекались, а горячие газы подогревали нижележащие слои шихты, вследствие чего зона горения постепенно передвигалась к колосниковой решетке, вспучивая спекаемый материал за счёт давления образующихся внутри гранул газообразных продуктов. Верхние спекшиеся слои в это время несколько охлаждались просасываемым воздухом. Когда зона горения топлива доходила до колосниковой решетки и процесс агломерации завершался, полученный спекшийся аглопоритовый корж охлаждали, дробили и разделяли на фракции [1].

В условиях экономического кризиса 1990-х гг., спрос на пористые заполнители резко снизился. В настоящее время в России выпуск постепенно увеличивается, но пока не достиг и 20 % от объема выпуска 1989 года.

В настоящее время, по мнению авторов [2], имеются предпосылки к резкому увеличению производства пористых материалов, а именно:

- наличие больших объёмов техногенных отходов промышленности и энергетики, в первую очередь топливосодержащих;
- простая, легко автоматизируемая технология их получения;
- нехватка мелкого заполнителя в строительной индустрии России;
- при их производстве можно легко реализовать выпуск заполнителя определённого и постоянного фракционного состава, в то время как в технологии производства заполнителей путём дробления и отсева природных материалов это практически недостижимо.

В НОЦ Н. М. Кижнера была создана лабораторная установка периодического действия, принципиально отличающаяся от базовой технологии направлением движения фронта горения. Авторам представляется более оправданным направить поток газов не сверху вниз, как в базовой технологии, а снизу вверх, что, как минимум позволит снизить затраты на создание разрежения за счёт более естественного направления движения горячих газов.

Золошлаковые материалы различного состава, размолотые до прохода через сито 1 мм и сгранулированные совместно с 10 % (по массе) угля со связующим метилцеллюлозой, в виде гранул фракции 5–7 мм методом свободной засыпки загрузили в лабораторную установку, представляющую собой кварцевую трубу с сетчатым дном. Газовой горелкой инициировали процесс горения при принудительном прососе воздуха по направлению снизу вверх. После инициализации процесс шёл самопроизвольно, температура в нижней части установки составила около 750 °С, в верхней части 950 °С. После остывания до комнатной температуры прореагировавшие гранулы были извлечены и исследованы. Их кажущаяся плотность составила 1400 кг/м³, при открытой пористости 23,42 % и водопоглощении 16,67 %.

Проведенная серия исследований позволяет сделать вывод о практической возможности получения аглопорита из техногенных материалов

путём самоподдерживающегося термического синтеза в установке с принудительным прососом горячих газов по направлению снизу вверх.

Список литературы

1. Делицын Л. М., Кулумбеков Р. В., Рябов Ю. В., Петропавловская В. Б., Сульман М. Г. Перспективный метод утилизации золошлаковых отходов переменного состава на угольных электростанциях // *Экология и промышленность России*, 2021. – Т. 25. – № 9. – С. 18–23.
2. Абрамов А. К., Ефимов В. И. Производство заполнителей для лёгких бетонов из отходов углеобогащения // *Известия ТулГУ – Науки о Земле*, 2013. – Вып. 2. – С. 95–101.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СОЛЬВОТЕРМАЛЬНОГО СИНТЕЗА НА МОРФОЛОГИЮ ФОРМИРУЕМЫХ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

Е. Ю. Перунова

Научный руководитель – к.х.н., доцент А. Н. Морозов

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 9, perunova-el@mail.ru

Ключевым компонентом современных устройств оптоэлектроники являются прозрачные проводящие пленки (ППП) [1]. Одним из наиболее перспективных материалов для создания ППП являются нанонити (НН) серебра. При нанесении жидких дисперсий из НН Ag на подложки различной природы происходит формирования пленок с сетчатой структурой, что обеспечивает высокое светопропускание ($>80\%$) при низком поверхностном сопротивлении (5–40 Ом/кв) [2–3]. Существующие методы синтеза позволяют получать НН Ag с большим количеством примесей в виде наночастиц серебра другого форм-фактора. В связи с этим представляется актуальным разработка новых и совершенствование существующих методов для получения наночастиц Ag с регулируемой морфологией.

Настоящая работа посвящена исследованию влияния условий сольвотермального синтеза на морфологию получаемых частиц Ag.

В результате проведенной работы установлен оптимальный состав исходного раствора для формирования НН Ag в сольвотермальных условиях: 0,05–0,07 моль/л AgNO_3 , 1 ммоль/л NaCl и 15 г/л поливинилпирролидон (ПВП). Показано, что выход за указанные интервалы приводит к образованию серебряных частиц с различным форм-фактором (рисунок 1).

Видно, что основными примесями являются частицы Ag сферической формы (0,1–1 мкм) и наностержни Ag диаметром до 1 мкм. Кроме того, наблюдается присутствие частиц кубической формы, которыми, вероятно, являются кристаллы NaCl и AgCl .

Установлено влияние температуры синтеза на морфологию получаемых частиц Ag. Показано, что при температурах ниже 110°C рост кристаллов Ag останавливается на стадии образования сферических зерен диаметром 5–7 мкм. В интервале температур 110 – 120°C происходит формирование НН Ag диаметром 30–50 нм и длиной до 40 мкм с минимальным количеством примесей (рисунок 2а). При дальнейшем увеличении температуры отмечено увеличение скорости роста НН Ag. В то же время рост температуры приводит к деструкции ПВП, что осложняет его удаление (рисунок 2б).

Установлено, что оптимальная продолжительность сольвотермального процесса при температуре 120°C составляет 8 часов. Уменьшение продолжительности процесса приводит к увеличению количества примесей и формированию НН Ag меньшей длины.

В результате проведенной работы разработан метод сольвотермального синтеза, позволяющий получать наночастицы Ag с заданной морфологией и составом.