

УДК 622.6

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Истомин И.Б., студент гр. ХМб-141

Билло Е.В., студентка гр. ХОБ-141

Сухаревская Е.С., студентка гр. ХОБ-141

Научные руководители: А.Ю. Игнатова к.б.н., доцент

А.В. Папин к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет

имени Т. Ф. Горбачёва

г. Кемерово

В последнее время, в Кузбассе наблюдается повышение техногенных отходов. Одна из причин повышения это - работа угольных предприятий. Углеродсодержащие отходы наносят вред окружающей среде и занимают значительные территории. Переработка данных отходов позволяет повлиять на экологическую обстановку в лучшую сторону, но и использовать отходы в качестве сырья.

На сегодня, существует несколько технологий по переработке угольных отходов, среди них газификация некачественных углей и угольных отходов. Направленное окисление и гидролиз, плазменная переработка, а также изготовление водоугольного топлива.

Довольно прогрессирующим и полезным направлением стало получение углеродсодержащих нагревательных элементов, с применением угольных отходов. Стандартным сырьём для производства токопроводящих частей нагревательных элементов применяют графит, технический углерод, сажу.

Японские ученые: Коиде Акихико, Такеути Манабу, Катаяма Казухико разработали состав углеродсодержащей композиции, предназначенной для нагревательного элемента курительного изделия несжигаемого типа. Нагревательная углеродсодержащая композиция состоит из карбоната кальция (30-55 вес. %) и углерода (45-70 вес. %), включая случай, когда нагревательная композиция имеет связующее. В форме частиц источник углерода не сильно ограничен, и возможно использование любых известных видов углерода [1].

Российские ученые [2] предлагают изготавливать электропроводную резистивную нить для тканых нагревательных элементов, состоящую из синтетического волокна на основе поли-*m*-фениленизофталамида, поли-*n*-фенилентерефталамида или поли-*n*-бензамида и углеродного наполнителя – технического углерода и графита. Наполнитель распределен в указанном синтетическом волокне при массовом соотношении синтетического волокна и наполнителя от 1: 0,2 до 1:0,3. Для производства нити приготавливают раствор термостойкого волокнообразующего полимера, в который добавляют при перемешивании технический углерод, диспергируют его и получают кол-

лоидный раствор, в который вводят растворитель для снижения концентрации термостойкого волокнообразующего полимера до 6-7%. Затем вводят коллоидный графит и осуществляют его диспергирование в коллоидном растворе. Из полученного прядильного раствора формуют углеродсодержащие волокна по сухомокрому способу.

Иванова И.В. с соавт. [3] предлагают использовать в качестве электропроводящего материала углеродное волокно, а в качестве изоляционного материала - синтетический полимер. Метод заключается в следующем: формирование заготовки для получения электропроводящего материала скручиванием жгута из полимерных нитей, обработку заготовки водным раствором катализатора, ее сушку, термоокисление при  $200\div 300^{\circ}\text{C}$ , карбонизацию при  $1500\div 2000^{\circ}\text{C}$  и графитацию при  $2000\div 3000^{\circ}\text{C}$ . Обработка заготовки для получения электропроводящего материала водным раствором катализатора производится при давлении  $(2\div 5)\cdot 10^5$  Па и температуре  $20\div 50^{\circ}\text{C}$ . Слой изоляционного материала - силиконового каучука - наносится на электропроводящий материал экструзией при  $150\div 200^{\circ}\text{C}$  и давлении  $(2\div 3)\cdot 10^7$  Па. Техническим результатом является сокращение операций при достижении высоких физико-механических показателей, устойчивость к электрическому пробое и механическим нагрузкам.

ЛепакOVA О.К. и др. [4] разработали способ изготовления электропроводящих покрытий резистивных нагревательных элементов. Электропроводящий композиционный материал содержит, мас. %: карбосилицид титана  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2$  - 89-93, карбид титана  $\text{TiC}$  - 4-6 и фазу на основе железа - остальное. Для получения заявляемого электропроводящего композиционного материала используют шихту, содержащую, мас. %: ферросилиций 17-21, титан 67-70 и углерод 12-13 (сажа марки ПМ-15). Электропроводящая композиция содержит заявляемый электропроводящий композиционный материал 30-80 мас. % и связующее, в качестве которого используют кремнийорганическое соединение в количестве 20-70 мас.%. Достоинство изобретения заключается в том, что покрытия на основе карбосилицида титана обладают более высокой температурной стабильностью.

Нашей командой на базе лаборатории термодинамики многофазных систем КузГТУ разрабатывается технология получения нагревательных элементов, в которых в качестве сырья для токопроводящих частей нагревательного элемента предлагается использовать не технический углерод, а углеродсодержащие отходы - угольные шламы, кеки, твердый углеродистый остаток пиролиза автошин и другие техногенные отходы.

Технологический процесс изготовления нагревательных элементов из данных отходов заключается в измельчении сырья до фракций 1-2 нм, просеивание и виброзаполнение токоизоляционной оболочки.

Возможные области применения: строительство дорог, в ландшафтном строительстве – для обогрева, предотвращения обледенения и улучшения снеготаяния на асфальтных, пешеходных дорожек, на проезжей части дорог, мостов, тротуаров, бетонных и плиточных покрытиях, автостоянок, спорт-

площадок, газонов, теплиц, детских площадок. В текстильной, медицинской и легкой промышленности для электроподогрева одежды, автомобильных сидений, одеял, подстилок для домашних питомцев, туристических палаток и матрацев, производства медицинских грелок и поясов, ковриков для рыбаков и охотников, спальных мест и мест отдыха в самолетах, на железнодорожном и водном транспорте. В жилищном и промышленном строительстве - для обогрева квартир, коттеджей, гостиниц, детских садов и школ, больниц, бассейнов и саун, офисных и производственных помещений, кровли домов.

Актуальность метода обусловлена не только доступностью необходимого сырья, но и тем что в процессе изготовления нагревательного элемента не используются химические реагенты, что позволяет исключить образование сточных вод.

### Список литературы:

1. Пат. № 2357623 Углеродсодержащая композиция для нагревательного элемента курительного изделия несжигаемого типа / Такеути Манабу, Коиде Акихико, Катаяма Казухико//Джапан Тобакко ИНК. Заявл. 22.12.2005, опубл. 10.06.2009.
2. Пат. № 2203352 Электропроводная резистивная комплексная нить для электронагревательной ткани и способ изготовления этой нити/ И.А. Гриневич, Д.И. Филиппов, В.С. Толочик, Д.Клещик, А.В. Шелемех. Заявл. 27.06.2001, опубл. 27.04.2001.
3. Пат. РФ №2334373 Способ получения нагревательного элемента/ И. В. Иванова, И. С. Юрьев//ООО «ЭЛИТ». Заявл. 16.03.2007, опубл. 20.09.2008.
4. Пат. РФ № 2341839 Электропроводящий композиционный материал, шихта для его получения и электропроводящая композиция/ О. К. Лепаква, Н. Н. Голобоков, В. Д. Китлер и др.// Томский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (ТНЦ СО РАН). Заявл. 31.10.2007, опубл. 20.12.2008.
5. Popov V. Composite fuel based on residue from tyre and secondary polymer pyrolysis / V. Popov, A. Papin , A. Ignatova , A. Makarovskikh // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 20. Сер. "XX International Scientific Symposium of Students, Postgraduates and Young Scientists on "Problems of Geology and Subsurface Development"/ - 2016. - С. 012065.
6. Андреева Т.А., Игнатова А.Ю., Папин А.В. Разработка технологии получения токопроводящих частей нагревательных элементов из угольных отходов / В сборнике: Кузбасс: образование, наука, инновации Материалы Инновационного конвента. Департамент молодежной политики и спорта Кемеровской области; Кузбасский технопарк; Совет молодых ученых Кузбасса. 2015. С. 40-41.