

УДК 621.763:62-644.4-026.8

Ташполотов Ысламидин,

д.ф.-м.н. профессор,

Ошский государственный университет

Институт природных ресурсов им. А.С. Джаманбаева ЮО НАН КР

Ташполотов Ысламидин,

ф-м.и.д., профессор,

Ош мамлекеттик университети

УИАнын ТБнүн А.С. Джаманбаев ат. Жаратылыш байлыктары институту

Tashpolotov Yslamydin,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,

Osh State University

Institute of Natural Resources named after A.S. Dzhamanbaeva Southern Branch of the

National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Жогаштиев Нурлан Тилекович,

к.т.н,

Кыргызский государственный технический

университет им.И.Раззакова

Жогаштиев Нурлан Тилекович,

т.и.к,

И.Раззаков ат. Кыргыз Мамлекеттик техникалык университети

Zhogashtiev Nurlan Tilekovich,

candidate of technical sciences

Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov

ПОЛУЧЕНИЕ БИОЭПОКСИДНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ БИОУГЛЯ

Аннотация. Исследованы основные режимы процесса получения биоугля методом пиролиза из биомассы без доступа воздуха в диапазоне температуры от 200 до 500°C в зависимости от технологических условий и свойств биомассы и растворителей. Установлены влияния добавки биоугля (2; 5; 10 мас. %) на свойства биоэпоксидных композитов, армированных углеродными волокнами. Морфологию композитов контролировали с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Установлено, что введение биоугля в эпоксидную матрицу улучшает механические и термические свойства композитов, армированных углеродным волокном.

Ключевые слова: композиты; биоуголь; эпоксидная смола; углеродное волокно.

БИОКӨМҮРДҮН НЕГИЗИНДЕ БИОЭПОКСИДДИК КОМПОЗИТТИ АЛУУ

Аннотация. Биомассанын жана эриткичтердин технологиялык шарттарына жана касиеттерине жараша 200дөн 500°Ска чейинки температуралык диапазондо аба кирбеген шартта биомассадан пиролиз жолу менен биокөмүрдү алуу процессинин негизги режимдери изилденген. Көмүртек булалары менен бекемделген биоэпоксиддик композиттердин касиеттерине биокөмүрдүн (2;5;10, массалык %) кошулган таасири аныкталган. Композиттердин

морфологиясы сканерлөөчү электрондук микроскопиянын (SEM) жардамы менен көзөмөлдөндү. Эпоксиддик матрицага биокөмүрдү киргизүү көмүртек буласы менен бекемделген композиттердин механикалык жана жылуулук касиеттерин жакшыртаары аныкталган.

Негизги сөздөр: композиттер; биокөмүр; эпоксиддик чайыр; көмүртек буласы.

OBTAINING A BIOEPOXY COMPOSITE BASED ON BIOCOAL

Abstract. The main regimes of the process of obtaining biochar by pyrolysis from biomass without air access in the temperature range from 200 to 500°C, depending on the technological conditions and properties of biomass and solvents, have been studied. The influence of the addition of biochar (2; 5; 10 wt %) on the properties of bioepoxy composites reinforced with carbon fibers has been established. The morphology of the composites was controlled using scanning electron microscopy (SEM). It has been established that the introduction of biochar into an epoxy matrix improves the mechanical and thermal properties of composites reinforced with carbon fiber.

Keywords: composites; biochar; epoxy resin; carbon fiber.

1. Введение

Известно, что адсорбционные и другие свойства наноструктурных углеродных материалов позволяют их использовать для адсорбционной очистки и разделения газовых и жидких сред, в качестве гемосорбентов, носителей для катализаторов, адсорбентов для хроматографии и систем хранения газов, в химическом синтезе, процессах извлечения золота и ряда других драгоценных металлов и др. Согласно литературным данным [1], основными потребителями углеродных адсорбентов являются производство пищевых продуктов (42%), технологическое использование (38%), охрана окружающей среды (10%).

Для синтеза подобных материалов в настоящее время используется каменный уголь и другие твердые горючие ископаемые. Вместе с тем, сохраняется интерес к углеродным материалам растительного (биомасса) происхождения. На основе природных ресурсов начали получать твердое топливо – *биоуголь*, путем термической обработки без доступа воздуха при температуре не выше 500°C.

В последние годы для получения полимерных композитов [2] используются такие модификаторы, как биоуголь, углеродные нанотрубки, углеродный порошок, лигнин и измельченные отходы из сельскохозяйственной и пищевой промышленности.

Следовательно, эпоксидные композиты, армированные волокном, подвергаются модификации различными бионаполнителями с целью получения гибридных материалов. Добавление таких наполнителей при создании композита улучшило механические и термические свойства эпоксидных материалов [3].

Кроме того, для улучшения прочности на изгиб и усталостной долговечности композитов на основе углеродной ткани и эпоксидной смолы применялись также микропорошки шелухи золы рисовой шелухи [1].

Свойства биоугля зависят от сырья и от диапазона температуры обработки биомассы (торрефикации - пиролиза до 500°C), используемой в производственном процессе [4]. Основная задача торрефикации является в максимальном приближении биомассы к углю. Это достигается путем термической обработки биомассы на основе медленного нагрева (скорость нагрева не более 50°C/мин) без доступа кислорода при температурном интервале 200- 300°C. В зависимости от процесса температурной обработки, полученный биоуголь может иметь функциональные группы на его поверхности, облегчающие его соединение с полимерной матрицей. В связи с этим в настоящей работе исследовали влияния биоугля различной морфологии и эпоксидная смола на свойства

композитов, полученных на их основе. Биоуголь и эпоксидной смолы также используются для изменения электрических характеристик композита, поэтому целью данной работы является изучение влияния биоуглеродных материалов (биоуголь и биочар) на свойства биоэпоксидных композитов, армированных углеродным волокном [4-5].

2. Материалы и методы исследования

2.1. Материалы и подготовка материалов для получения композита

Весь процесс получения биокомпозита состоит из следующих стадий:

подготовка биомассы и её измельчение; сушка измельченного биосырья; фракционирование; компактирование.

Биокомпозиты были получены нами с использованием эпоксидной смолы Crystal 7 с высоким содержанием биоосновы (37%), жидкости для розжига, биоуглеродного порошка и обычной углеродной ткани. Соотношение измельченного биоуглерода составляло 100:47 (по массе) или 2:1 (по объему). Далее биомассы подвергали методом пиролиза температурному воздействию

при 650°C и полученный карбонизированный углеродистый материал затем измельчали в шаровой мельнице в течение 24ч. Далее полученные углеродные ультрадисперсные порошки использовали в качестве наполнителя. Процесс производства биоугля повторяли многократно, и выявлено, что свойства угольных порошков зависят от типа биомассы.

2.2. Получение композитов

Для получения биокомпозита на первом этапе в эпоксидную смолу добавили биоуголь в количестве 2, 5 и 10 масс. концентрации с применением смесителя с большим сдвиговым усилием (10 мин; 1000 об/мин). Далее композиции были объединены с помощью отвердителя (5 мин; 500 об/мин). Затем смесь дегазировали в течение 15 мин при давлении 0,8 бар и для ламинирования использовали слои углеродной ткани. Используя технику ручной укладки, композиты ламинировали с помощью углеродной ткани из шести слоев, а затем сушили в течение 7 дней при 23°C и в течение 3 часов при 80°C. Схема производства композита представлена на рисунке 1.

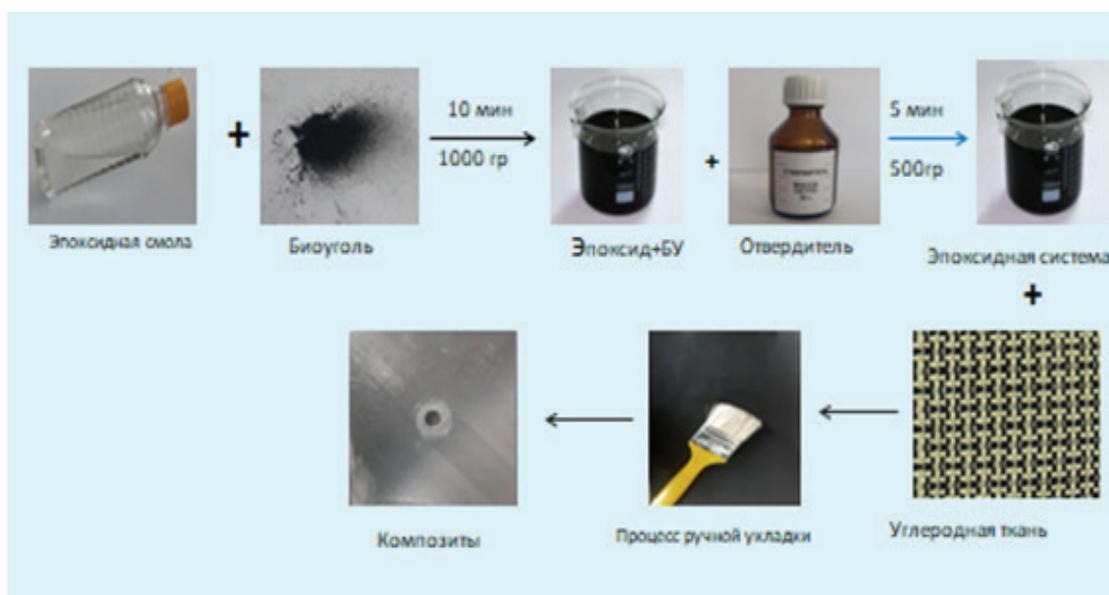


Рисунок 1. Схемы получения композитов модифицированных биоуглеродом и эпоксидной смолой путем ручной укладки на углеродной ткани

2.3. Ультразвуковое смешивание порошков биоуглерода.

Для приготовления порошковых смесей был использован метод ультразвукового смешивания которое представлено на рисунке 2. При этом основная задача была

получение достаточного количества однородной смеси порошка биоуглерода с наночастицами. Смешивание эпоксидной смолы проводилось в воздушной среде, что оказывает положительное влияние на разрушение агломератов в процессе ультразвуковой обработки.

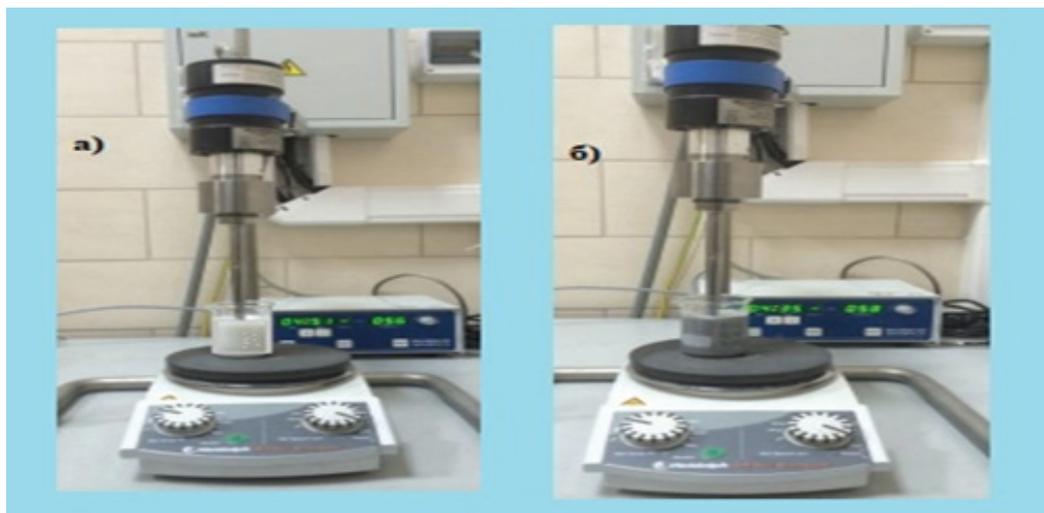


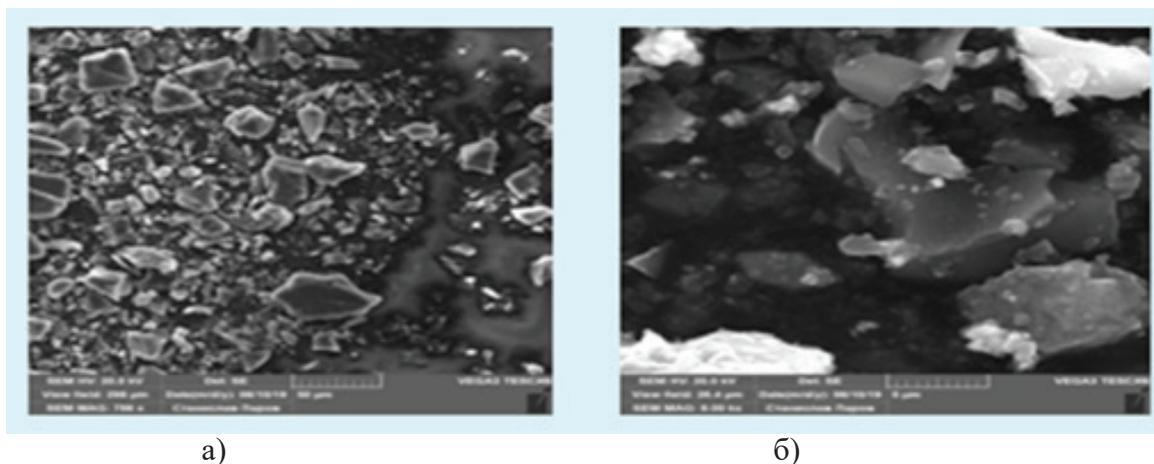
Рисунок 2. (а) -Ультразвуковое диспергирование наночастиц биоуголя; (б)- ультразвуковое смешивание эпоксидной смолы с наночастицами биоуголя

3. Результаты

3.1. Структура композитов

Морфология частиц биоуглерода зависит от биомассы, из которой они были получены. Биоуголь, полученный из органической биомассы методом пиролиза, образуют

структуры с макропорами, мезопорами или микропорами [1-2]. Частицы измельченного биоуглерода со средними диаметрами 4–8 мкм, полученные из лиственных деревьев, характеризовались гладкой и чистой поверхностью.



а)

б)

Рисунок. 3. Микрофотографии структуры используемого биоуглеродного порошка, полученные с применением сканирующего электронного микроскопа. а) увеличение в 1000 раз, б) увеличение в 4000 раз

Покрытие углеродных волокон эпоксидной матрицей наблюдалось для всех испытанных образцов. В процессе получения композитов, модифицированных биоуглем, агломерации наполнителей не наблюдалось, что свидетельствует о хорошей связи между всеми компонентами. Результаты ис-

следований структуры биокompозита углеродного волокна в виде микрофотографий представлены на (рисунке 4). Для разрушения агломератов предварительно проводилось диспергирование наноструктур. После этого в суспензию добавляли необходимое количество отвердителя [5].

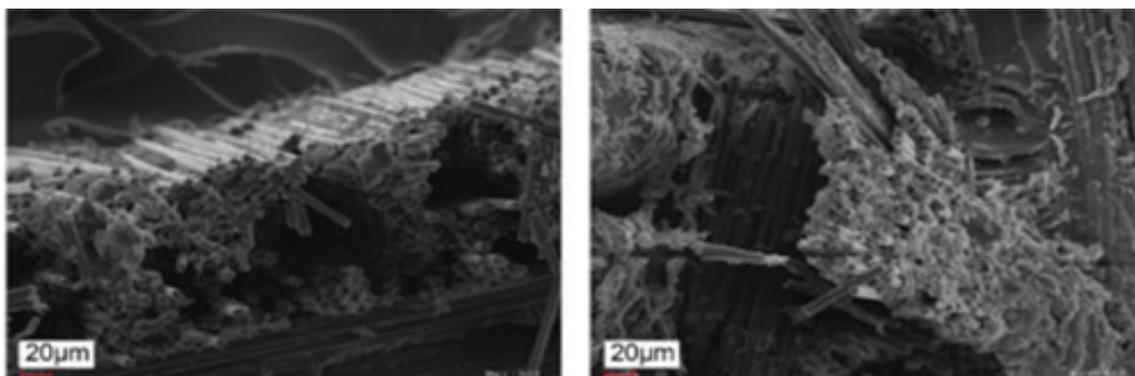


Рисунок. 4. Микрофотографии структуры биокompозита, полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа: а) -2,5мас.%, б)-5мас.%, %

Время ультразвуковой обработки до и после добавления отвердителя варьировалось для получения наиболее однородной смеси. В дальнейшем полученную смесь биоуглеродных порошков исследовали методом сканирующей электронной микроскопии.

4. Выводы

1. Установлены основные режимы процесса получения биоугля методом пиролиза из биомассы без доступа воздуха диапазоне температуры от 200 до 500°C в зависимости от технологических условий и свойств биомассы и растворителей.

2. Для приготовления порошковых смесей был использован метод ультразвукового

смешивания и получен биоугольный порошок, применяемый в дальнейшем для получения композита в качестве наполнителя (рис.2)

3. Исследована структура пористых углеродистых материалов, полученных из биомассы путем их модификации и последующей термообработки с использованием сканирующего электронного микроскопа. Показана возможность получения углеродных композитных материалов на основе биопорошка., рис.3.

4. Получен композит на основе биоугля и эпоксидной смолы соответственно с массовыми концентрациями биопорошков 2:5:10мас., с применением смесителя с высокими усилиями, рис.4.

Литература

1. Егоров, Д. С. Использование углеродного волокна в строительстве / Д. С. Егоров, В. П. Хлопков. [Текст] . // Молодой ученый, 2020, № 47 (337). С. 37-40.
2. Жогаштиев, Н.Т., Ташполотов Ы., Калмурзаев Т.Н. [Текст]. Исследование поверхности хлопковых волокон, термической переработки в вакуумной камере, методом сканирующей электронной микроскопии. Бюллетень науки и практики. 2020, Т. 6, №8, С. 34-38.
3. Жогаштиев, Н.Т., Ташполотов Ы., Матисаков Т.К. [Текст]. Исследование физико-механических характеристик углеродистых материалов [Текст] / Н.Т. Жогаштиев, // Электрон-

ный журнал ВАК КР: Научные исследования в Кыргызской Республике. 2020, №4, С. 79-86.

4. *Алимов Л. А.* Строительные материалы: Учебник / Л. А. Алимов. — М.: Academia, 2018. — 317 с.

5. *Барабаничиков Ю. Г.* Строительные материалы и изделия: Учебник / Ю. Г. Барабаничиков. — М.: Academia, 2019. — 368 с.