

УДК 552.574+661.666.4

https://doi.org/10.33619/2414-2948/99/35

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТНОГО НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ КР

©Хасанова Г. А., ORCID: 0009-0007-3703-9522, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан

©Талипбек кызы А., Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, [atalipbekkyzy@oshsu.kg](mailto:atalipbekkyzy@oshsu.kg)

©Касымов К. П., Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан

©Толоков К. К., Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан

©Тагаев М. М., Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан

## TECHNOLOGY FOR PRODUCING COMPOSITE NANO-STRUCTURED MATERIAL BASED ON NATURAL RESOURCES OF THE KR

©Khasanova G., ORCID: 0009-0007-3703-9522, Osh State University, Osh, Kyrgyzstan

©Talipbek kyzy A., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, [atalipbekkyzy@oshsu.kg](mailto:atalipbekkyzy@oshsu.kg)

©Kasymov K., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan

©Tolokov K., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan

©Tagaev M., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan

*Аннотация.* Рассматривается история развития и современное состояние угольного сектора Кыргызстана. Анализируются возможности получения из углей углеродных наноматериалов, таких как углеродные нанотрубки, нановолокна, частицы сферы, графен, оксид графена, квантовые точки графена и углеродные точки. Определены оптимальная влажность и плотность низкоразмерного углеродного порошка. Для получения композита из углеродных порошков была использована специальная прессформа.

*Abstract.* The history of development and current state of the coal sector of Kyrgyzstan is considered. The possibilities of obtaining carbon nanomaterials from carbons, such as carbon nanotubes, nanofibers, sphere particles, graphene, graphene oxide, graphene quantum dots and carbon dots, are analyzed. The optimal moisture content and density of low-dimensional carbon powder were determined. A special mold was used to produce a composite from carbon powders.

*Ключевые слова:* уголь, запасы угля, добыча, проблемы, композит, наноструктурный материал.

*Keywords:* coal, coal reserves, mining operations, problems, composite, nanostructured material.

Создание новых синтетических материалов для нужд различных отраслей промышленности с применением достижений нано- и микротехнологии является одним из важных и перспективных направлений развития современной науки и технологии [1–3].

Углеродные материалы получают из различных видов органического сырья: каменных и бурых углей, антрацита, древесины, растительного сырья [3]. К настоящему моменту известно большое количество методов для синтеза углеродных материалов, например, химическое осаждение из газовой фазы, метод лазерной абляции, метод дугового разряда,

термоударный способ, золь-гель технологии и др. [1–3]. В работах ученых обоснованы методы и технологии получения углеродистых материалов из углей и использования их для создания различных материалов и изделий, в том числе и для nanoиндустрии [4–10].

Анализ литературных источников показывает [1–3, 11], что получение углерода из углей является более перспективным, вследствие достаточного объема угольных месторождений в Кыргызстане [12] и относительно низкой их стоимости. В настоящее время наиболее доступным сырьем для получения наноразмерных углеродных частиц является уголь, как дешевый и богатый источник углерода. Поэтому получение углеродных нанопорошков из углей [9, 10] различными способами является *актуальной* задачей. Так как режимы формирования и механизмы образования углеродных наноструктур из углей и биоресурсов Кыргызской Республики изучены в недостаточной степени, поэтому создание композитных материалов на их основе является *главной задачей* настоящей работы.

Уголь — один из наиболее распространенных видов полезных ископаемых — его использование повлияло на экономическое развитие многих стран мира [11, 13]. На территории Кыргызской Республики угольные месторождения группируются в четыре бассейна: Южно-Ферганский (Сулюкта, Кызыл-Кия, Бешбурхан, Абшир, Алмалык), Узгенский (Кок-Янгак, Кумбель, Зиндан), Северо-Ферганский (Таш-Кумыр, Кара-Тут, Тегенек), Кавакский (Кок-Мойнок, Мин-Куш, КараКече) и три угленосных района: Алайский, Алабука Чатыркульский и Южно-Иссык-Кульский. Общей запас угленосных районов оценивается в 28,3 млрд т, из них 2,3 млрд т — разведанные, 26 млрд т — прогнозные (<https://goo.su/3ngUN>).

Угольные ресурсы имеют неравномерное расположение по территории Республики: 65% угля приходится на Южный Кыргызстан, 33% — на Нарынскую, 2% — на Иссык-Кульскую области (<https://goo.su/CnXhf>). Более 70% угольных месторождений сосредоточено в горных районах Республики [15]. Среди стран СНГ Кыргызстан занимает четвертое место по запасам угля (<https://goo.su/3ngUN>). Месторождения угля в Кыргызстане по виду классифицируются на каменный уголь и бурый уголь, которые отличаются друг от друга плотностью, цветом, зольностью, содержанием углерода, водорода, кислорода и азота. В 2020 г. по сравнению с предыдущими годами было добыто больше — 1,7 млн т угля (1,3 млн т — бурый уголь и 395 тыс т — каменный) (<https://goo.su/d2wDwn>), тем не менее, такой прирост не покрывал внутренних потребностей страны. Кыргызстан продолжает импортировать порядка 800 тыс. т угля из Казахстана. Более того, факт поступления в Кыргызстан радиоактивного угля из соседней республики и отказ от него [16] вернул актуальность разработки и использования отечественного угля.

По группам марок запасы угля распределяются следующим образом: бурые, энергетические — 18%; каменные низкой степени метаморфизма, энергетические — 70%; каменные коксующиеся, технологические — 9%, каменные высокой степени метаморфизма, энергетические — 1%, полуантрациты и антрациты, технологические — 2% [17].

Угольный сектор Кыргызстана имеет достаточный природный потенциал. Разведанные запасы угольных месторождений свыше 2 млрд т — это существенные показатели, которые позволяют вести разработки угля в промышленных масштабах. Наличие угольных запасов и эффективное их использование снижает риски зависимости Кыргызстана от импортируемых углеводородов и способствуют производству дополнительных объемов электроэнергии. В Таблице 1 приводится химический состав угля некоторых основных месторождений Кыргызской Республики [17].

Таблица 1

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ УГЛЯ

Наименование	Содержание элементов в процентах, %			
	углерод	кислород	водород	азот
Каракеченское бурогольное месторождение	69,82–76,21	24,13–19,90	4,27–4,31	0,90–1,02
Сулюктинское бурогольное месторождение	73,78–78,45	25,9–20,38	3,63–4,33	0,82–4,0
Каменноугольное месторождение Каратут	77,29	15,88	4,45	1,50
Каменноугольное месторождение Джергалан	78,90–79,22	14,16–14,27	4,54–4,82	1,12–1,23
Узгенский каменноугольный бассейн	87,25–84,88	12,90–14,13	2,27–3,31	0,30–0,05

Из Таблицы 1 видно, что максимальное содержание углерода имеется в угольном месторождении Узгенского каменноугольного бассейна. Данное месторождение возможно станет потенциальным сырьевым источником для получения высокочистого углерода из углей. Для получения чистого угля необходимо будет провести термическую обработку угля с целью получения кокса. В данной работе уголь был использован для получения различных видов углеродных наноматериалов. Известно, что к наносистемам относятся материалы с размерами 1–100 нм [4–6, 13]. Формы их бывают нульмерные (0D) и одномерные (1D) наноструктуры [7–9]. Они обладают с уникальными физико-техническими свойствами. Поэтому наноматериалы широко используются сегодня в электронике, материаловедении, энергетике, в строительстве, здравоохранении, косметике и других областях [13].

Углеродные наноразмерные материалы обладают новыми свойствами, применяемые в различных отраслях промышленности. В работе «Фуллерены — основа материалов будущего» для синтеза фуллеренов применяли графит высокой чистоты [8].

После получения фуллеренов (C<sub>60</sub>) в 1990 году были найдены новые углеродные наноматериалы: нанотрубки, высшие фуллерены, углеродные луковичные наноструктуры, нанорожки (carbon nanohorn) и наноконусы, УНТ типа «бамбук», графен и другие наноматериалы [4–9].

Однако высокая стоимость графита (в то время \$1000–\$5000 за тонну) и, соответственно, высокая цена на УНЧ, стимулировали поиски нового, менее дорогого сырья. Уголь, достаточно дешевый природный ресурс, для создания углеродных нанотрубок, нановолокон/сферической частицы, графен, оксид графена, квантовые точки графена и углеродные точки [3, 9].

Оптимальным прекурсором для получения наночастиц является уголь, как дешевый и богатый источник углерода [9]. Использование угля в качестве исходного сырья для получения материалов с высокой добавленной стоимостью (фуллеренов, нанотрубок и графена [4–6, 9] экономически целесообразно, поскольку цены графита чистотой 94–98% намного выше стоимости угля и оценивается в \$4500–6000 за тонну, а графит искусственный чистотой 99,95% достигает до \$7 000–21 000 за тонну [9].

В патентах (RU №248935022, RU №2442747) описан способ получения углеродных наноматериалов, из антрацита, шунгита, кокса, древесного угля или их смеси, которые измельчают в порошок с размерами 150–1000 нм, а модификацию ведут путем его смешивания в форкамере с потоком инертного газа, имеющего температуру в диапазоне 275–750 °К и давление в диапазоне от 0,15–0,8 МПа, и пропускании полученной смеси через сопла и собранные в коллекторе УНТ классифицируют по размерам и фракциям [18, 19].

Данный способ позволяет организовать глубокую переработку угольного сырья, получение высококачественных природных УНТ без применения катализаторов.

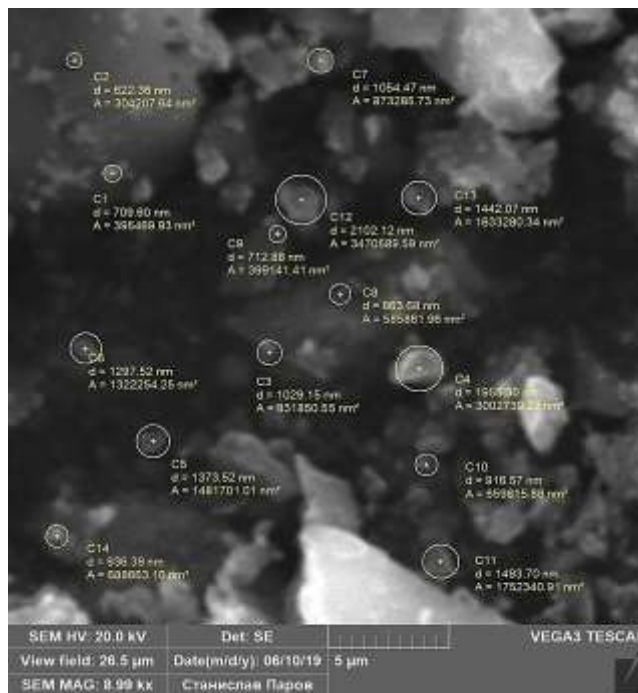
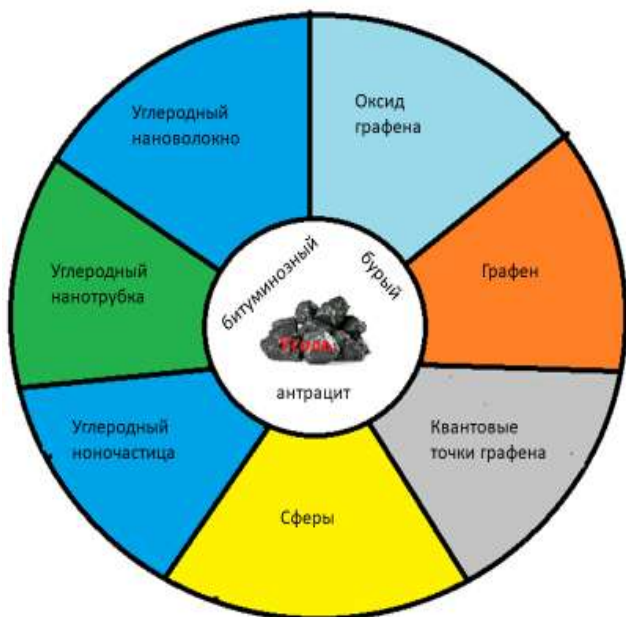


Рисунок 1. Различные типы углей-предшественников для синтеза углеродных наноматериалов

Рисунок 2. Диаметр частиц углерода

На Рисунке 3 показан при механическом измельчении с использованием мелющих тел средний размер получаемых диаметр частиц может составлять 622–1493 нм.

*Определение оптимальной влажности и плотности углеродного порошка.* Суть данной методики заключается в том, что углеродный порошок уплотняется при разных показателях влажности и определяется максимальная плотность уплотненного углеродного порошка [20]. Влажность углеродного порошка определяется методом высушивания в микроволновой печи с мощностью 700 Вт и время выдерживания в печи углеродного порошка массой 100 г, установленной в керамической лабораторной жаростойкой чашке составляет 10 мин (Рисунок 3).



Рисунок 3. Используемые приборы: 1 — весы электронные лабораторные, 2 — чашка лабораторная, 3 — микроволновая печь Supra MWS-1714-700Вт, 4 — часы сигнальные лабораторные

Для определения влажности углеродного порошка используется следующая формула:

$$w = \left( \frac{m_w}{m_{sk}} \right) 100\% \quad (1)$$

где  $m_w$  — масса влажного порошка,  $m_{sk}$  — масса высушенного порошка. В экспериментах использовали угольный порошок массой 0,5 кг, при этом влажность составляла 2,5%. Для увеличения влажности угольного порошка (до 6%) впрыскиваем дистиллированную воду, при этом необходимое количество воды определяем по следующей формуле:

$$Q_{H_2O} = m_g(W_B - W_Э) \cdot 0,01 = 500 \text{ г} (6\% - 2,5\%) \cdot 0,01 = 175 \text{ г}. \quad (2)$$

После этого порошок тщательно перемешиваем и оставляем на 5 мин и по истечении этого времени, повторно его перемешиваем. Далее увлажнённый порошок взвешиваем и отбираем 500 г. Затем порошок прессуем под давлением 20 МПа в пресс форме и выдерживаем под этой нагрузкой в течение 3 мин. Площадь сечения полученного цилиндрического образца составляет 40 см<sup>2</sup>. В дальнейшем уплотненный порошок помещаем в микроволновую печь на 10 мин для высушивания. Определяем плотность высушенного порошка по известной формуле:

$$\rho_\alpha = \frac{\rho_\omega}{1 + W \cdot 0.01}, \quad (3)$$

Для прессования угольного порошка использовали стандартный пресс формы.

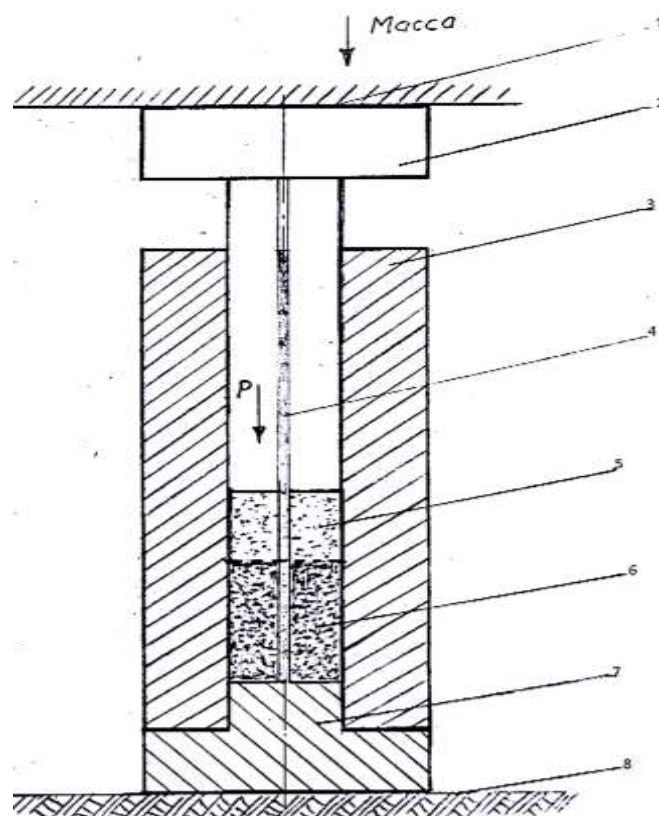


Рисунок 4. Общая схема пресс-формы: 1 — домкрат, 2 — стержень, 3 — втулка, 4 — направляющая ось, 5 — углеродный порошок, 6 — уплотненный материал, 7 — пятка, 8 — основание

*Прессовка углеродного порошка.* В первую очередь на жесткой горизонтальной основе устанавливают пятку (7), затем на нее устанавливают втулку (3), которая имеет цилиндрическое сквозное отверстие и углеродный порошок (5) для прессования. Сверху порошка устанавливаем стержень (2) цилиндрической формы, причем диаметр стержня и втулки совершенно идентичны. С помощью лабораторного домкрата (1) (максимальное давление до 20 МПа) медленно и постепенно начинаем давить на порошок. В процессе прессования естественный объем рыхлого порошка уменьшается, и плотность порошка растет. При этом, когда шейка стержня достигает верхнего торца втулки, процесс останавливается. После прессовки углеродный порошок превращается в цилиндрический брикет (6). На следующем этапе нам необходимо увеличить влажность данного порошка на 1%. Первоначальная навеска порошка была 5 кг. Мы отобрали 500 г, соответственно масса оставшегося порошка составляла 4,5 кг. Для того чтобы увеличить влажность порошка заливаем 45 г. дистиллированной воды и тщательно перемешиваем и оставляем на 5 мин. После истечения 5 мин еще раз перемешиваем увлажненный 500 г. порошок и прессуем прессом под давлением 20 Мпа в течение 5 мин. Получаем уплотненный образец из угольного порошка. Далее определим массу образца уплотненного порошка и объём, влажность, плотность. В дальнейшем аналогичным образом увеличиваем влажность до необходимого значения. Полученные результаты заносим в Таблице 2. Для определения показателя оптимальной влажности и максимальной плотности использовали соответствующие ГОСТ 8858-93 (1) и ГОСТ 2160-92 (2).

Таблица 2

ЗНАЧЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ И ПЛОТНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ

Порошок дисперсный	Влажность, W %	Плотность, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Сухой углеродный порошок $\rho_a$ , г/см <sup>3</sup>	Характеристика уплотнения
Порошок дисперсный	5,8	2,168	2,049	Очень хорошая
Мелкий дисперсный	6,6	2,224	2,086	Хорошая
Пылеватый дисперсный	7,7	2,285	2,121	Удовлетворительная
Тяжелый дисперсный	8	2,300	2,119	Плохая

На основе полученных данных построили график зависимости плотности сухого порошка от влажности, по которому определяем максимальную плотность и оптимальную влажность порошка с использованием ГОСТ 29188.4-91 (3) и ГОСТ 30515-97 (4). График зависимость плотности сухого порошка и влажности от усилий пресса показан на Рисунке 5.

На основании полученных данных сделали вывод, что максимальная плотность углеродного порошка составляет  $\rho_{dmax} = 2,121$  г/см<sup>3</sup>, а оптимальная влажность  $W_{opt} = 7.7\%$ . Плотность углеродного порошка определили на основе ГОСТ 30629-99 (5).

Плотность угля является одним из важных параметров для инженерных целей и вводится как входное свойство в исследованиях моделирования процесса. Плотность угля обычно ниже, чем у обычных коллекторов, и отличается от пласта к пласту в зависимости от данного сорта и чистоты угля. Насыпная плотность угля состоит из матрицы и пустот, которые, как ожидается, заполнены водой (1, 2). Однако плотность сухого угля складывается только из плотности матричной системы. Предполагается, что плотность угля увеличивается с углефикации, что означает, что высокосортные угли более плотные, чем низкосортные угольные породы.

**Плотность сухого  
 углеродного порошка г/см<sup>3</sup>**

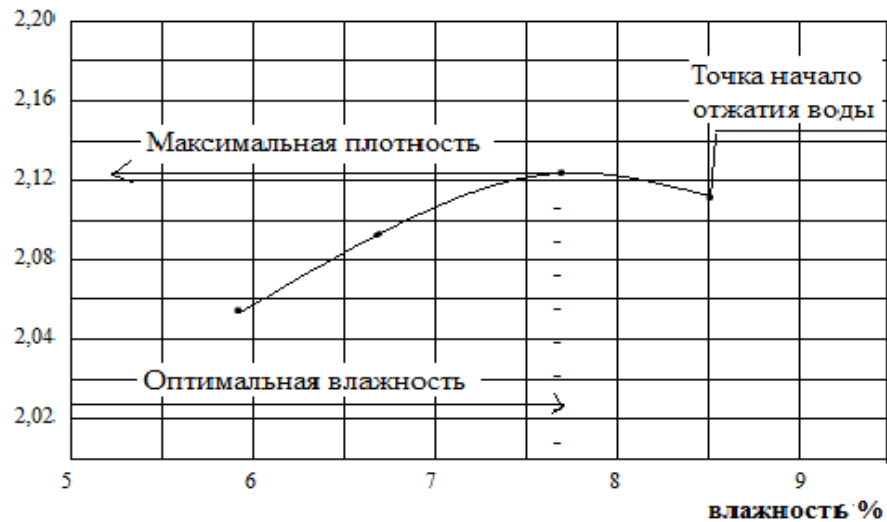


Рисунок 5. График зависимость плотности сухого порошка и влажности от усилия прессы

Насыпная плотность угля была представлена Зайдлом как функция плотности захваченной золы, влаги и органической породы с их соответствующим массовым процентным содержанием, с предположением отсутствия свободного или сорбированного газа в клиновой системе:

$$\rho = \frac{1}{\left(\frac{1 - \alpha - \omega}{\rho_{\alpha}}\right) + \left(\frac{\alpha}{\rho_{\alpha}}\right) + \left(\frac{\omega}{\rho_{\omega}}\right)} \quad (4)$$

где  $\alpha$  — насыпная плотность угля,  $\omega$  — плотность органической фракции,  $\rho_{\alpha}$  — плотность золы,  $\rho_{\omega}$  — плотность воды. Следует также отметить, что  $\alpha$  и  $\omega$  представляют собой массовые процентные содержания органических веществ, золы и воды в породе соответственно. Уравнение (4) показывает, что в зависимости от содержания органических и неорганических веществ в угольной породе плотность породы может существенно различаться. Пористость материала  $\Pi$  (%) определили согласно ГОСТ 12730.4 (1), по формуле:

$$I = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho_{ист}}\right) \times 100\% \quad (5)$$

Где  $\rho_m$  — средняя плотность материала, г/см<sup>3</sup> или кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{ист}$  — истинная плотность материала, г/см<sup>3</sup> или кг/м<sup>3</sup>.

Экспериментально определенные сравнительные плотности органических веществ и золы, пористости разных материалов приведены в Таблице 3.

Таблица 3

Плотность органических веществ и золы угольной породы

Наименование материалов	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Пористость, %
	органических веществ	золы	
Композит в виде таблетки	1,25	2,55	48
Термически обработанный композит	1,6	1,2	30
Композит из антрацита	1,51	2,19	67

Из Таблицы 3 видно, что плотность органических веществ и золы соответственно составляет  $1,25 \text{ г/см}^3$  и  $2,55 \text{ г/см}^3$ . Это указывает на то, что для высокосортного угля, более плотного и с низким содержанием золы, плотность может быть ниже, чем для низкосортного угля с большим присутствием золы внутри угольной породы. Кроме того, плотность органической фракции угольной породы дополнительно зависит от состава исследуемого угля.

*Источники:*

- (1). ГОСТ 8858-93. Межгосударственный стандарт. Угли бурые, каменные и антрацит. Методы определения максимальной влагоемкости
- (2). ГОСТ 2160-92. Межгосударственный стандарт Топливо твердое минеральное. Методы определения плотности.
- (3). ГОСТ 29188.4-91. Межгосударственный стандарт. Изделия косметические. Метод определения воды и летучих веществ или сухого вещества.
- (4). ГОСТ 30515-97. Межгосударственный стандарт. Цементы. Общие технические условия.
- (5). ГОСТ 30629-99. Межгосударственный стандарт. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний.
- (6). ГОСТ 12730.4. Межгосударственный стандарт. Бетоны методы определения показателей пористости.

*Список литературы:*

1. Малолетнев А. С., Наумов К. И. Физические свойства и стандартные методы технического анализа углей // Физико-химические методы переработки углей. М.: Ваш формат, 2015. Ч. 1. 86 с.
2. Малолетнев А. С., Наумов К. И., Юшина Т. И. Физические свойства и стандартные методы технического анализа углей // Нетопливное использование углей. М.: Ваш формат, 2016. 170 с.
3. Коробецкий И. А. Уголь–химическое сырье XXI века // ТЭК и ресурсы Кузбасса. 2007. №3. С. 32.
4. Ханнинка Р., Хилл А. Наноструктурные материалы. М.: Техносфера, 2009. 487 с.
5. Третьяков Ю. Д. Нанотехнологии. Азбука для всех. М., 2009. 368 с.
6. Андриевский Р. А., Рагуля А. В. Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005. 117 с.
7. Варшавский В. Я. Углеродные волокна. М.: Варшавский В. Я., 2005. 496 с.
8. Трофилов И. В., Щур Д. В., Тарасов Б. П. Фуллерены – основа материалов будущего. Киев, 2001. 148 с.
9. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры: новые материалы XXI века. М.: Техносфера, 2003. 336 с.
10. Запороцкова И. В. Углеродные и неуглеродные наноматериалы и композитные структуры на их основе: строение и электронные свойства. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2009. 490 с.
11. Wälde T. W., Konoplyanik A. Energy Charter Conference // Handbook of Transnational Economic Governance Regimes. Brill Nijhoff, 2010. P. 827-848. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004163300.i-1081.745>
12. Какитаев К. Характеристика основных угольных месторождений Кыргызской



Республики. <https://goo.su/MpcrQl4>

13. Дуйшеева С. С., Жогаштиев Н. Т., Садыков Э., Ташполотов Ы. Изучение процесса эволюции наночастиц углерода и кремния с использованием электрофизической ионизации // Известия ОшГУ. 2013. №2. С. 159-162.

14. Козловский Е. А. Горная энциклопедия: в 5 т. М.: Советская энциклопедия, 1984.

15. Центральный государственный архив Кыргызской Республики. Ф. 105. Производительность угледобычи одного горнорабочего в 1916 году. Описание 2. Д. 815. Л. 22.

16. Бейсебаев Р. С. Проблемы топливно-энергетического сотрудничества Кыргызстана и Казахстана на евразийском пространстве // Вестник Томского государственного университета. История. 2017. №50. С. 53-57. EDN: ZWDSWT. <https://doi.org/10.17223/19988613/50/7>

17. Министерство юстиции Кыргызской Республики Программа развития угольной промышленности Кыргызской Республики на период до 2005 года. Редакция 24.04.2007. <https://goo.su/3KRNd>

18. Хасаншин И. Я. Способ получения углеродных наноматериалов и устройство для его реализации. Патент RU №2489350. С2. Опубликовано: 2013.08.10.

19. Носачев Л. В. Способ получения углеродных нанотрубок. Патент RU №2442747 С2. Опубликовано: 2012.02.20

20. Жогаштиев Н. Т., Ташполотов Ы., Матисаков Т. К. Исследование физикомеханических характеристик углеродистых материалов // Научные исследования в Кыргызской Республике. 2020. №4. С. 74-81.

#### References:

1. Maloletnev, A. S., & Naumov, K. I. (2015). Fizicheskie svoistva i standartnye metody tekhnicheskogo analiza uglei // Fiziko-khimicheskie metody pererabotki uglei. Moscow. (in Russian).

2. Maloletnev, A. S., Naumov, K. I., & Yushina, T. I. (2016). Fizicheskie svoistva i standartnye metody tekhnicheskogo analiza uglei. In *Netoplivnoe ispol'zovanie uglei*, Moscow. (in Russian).

3. Korobetskii, I. A. (2007). Ugol'-khimicheskoe syr'e XXI veka. *TEK i resursy Kuzbassa*, (3), 32. (in Russian).

4. Khanninka, R., & Khill, A. (2009). Nanostrukturnye materialy. Moscow. (in Russian).

5. Tret'yakov, Yu. D. (2009). Nanotekhnologii. *Azbuka dlya vsekh*. M., 368 s. (in Russian).

6. Andrievskii, R. A., & Ragulya, A. V. (2005). Nanostrukturnye materialy. Moscow. (in Russian).

7. Varshavskii, V. Ya. (2005). Uglерodnye volokna. Moscow. (in Russian).

8. Trofilov, I. V., Shchur, D. V., & Tarasov, B. P. (2001). Fullereny – osnova materialov budushchego. Kiev. (in Russian).

9. Kharris, P. (2003). Uglерodnye nanotruby i rodstvennyye struktury: novye materialy XXI veka. Moscow. (in Russian).

10. Zaporotskova, I. V. (2009). Uglерodnye i neuglерodnye nanomaterialy i kompozitnye struktury na ikh osnove: stroenie i elektronnye svoistva. Volgograd. (in Russian).

11. Wälde, T. W., & Konoplyanik, A. (2010). Energy Charter Conference. In *Handbook of Transnational Economic Governance Regimes* (pp. 827-848). Brill Nijhoff. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004163300.i-1081.745>

12. Kakitaev, K. Kharakteristika osnovnykh ugol'nykh mestorozhdenii Kyrgyzskoi

Respubliki. <https://goo.su/MpcrQ14>

13. Duisheeva, S. S., Zhogashtiev, N. T., Sadykov, E., & Tashpolotov, Y. (2013). Izuchenie protsessa evolyutsii nanochastits ugleroda i kremniya s ispol'zovaniem elektrofizicheskoi ionizatsii. *Izvestiya OshTU*, (2), 159-162. (in Russian).

14. Kozlovskii, E. A. (1984). Gornaya entsiklopediya: v 5 t. M.: Sovetskaya entsiklopediya,

15. Tsentral'nyi gosudarstvennyi arkhiv Kyrgyzskoi Respubliki. F. 105. Proizvoditel'nost' ugledobychi odnogo gornorabocheho v 1916 godu. Opis' 2. D. 815. L. 22. (in Russian).

16. Beisebaev, R. S. (2017). Problemy toplivno-energeticheskogo sotrudnichestva Kyrgyzstana i Kazakhstana na evraziiskom prostranstve. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Istoriya*, (50), 53-57. (in Russian). <https://doi.org/10.17223/19988613/50/7>

17. Ministerstvo yustitsii Kyrgyzskoi Respubliki Programma razvitiya ugol'noi promyshlennosti Kyrgyzskoi Respubliki na period do 2005 goda. (in Russian). <https://goo.su/3KRHd>

18. Khasanshin, I. (2013). Ya. Sposob polucheniya uglerodnykh nanomaterialov i ustroystvo dlya ego realizatsii. Patent RU №2489350. C2. Opublikovano: 2013.08.10.

19. Nosachev, L. V. Sposob polucheniya uglerodnykh nanotrubok. Patent RU №2442747 C2. Opublikovano: 2012.02.20. (in Russian).

20. Zhogashtiev, N. T., Tashpolotov, Y., & Matisakov, T. K. (2020). Issledovanie fizikomekhanicheskikh kharakteristik uglerodistykh materialov. *Nauchnye issledovaniya v Kyrgyzskoi Respublike*, (4), 74-81. (in Russian).

Работа поступила  
в редакцию 11.01.2024 г.

Принята к публикации  
24.01.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Хасанова Г. А., Талипбек кызы А., Касымов К. П., Толоков К. К., Тагаев М. М. Технология получения композитного наноструктурированного материала на основе природных ресурсов КР // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №2. С. 369-378. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/99/35>

Cite as (APA):

Khasanova, G., Talipbek kyzy, A., Kasymov, K., Tolokov, K., & Tagaev, M. (2024). Technology for Producing Composite Nano-structured Material Based on Natural Resources of the KR. *Bulletin of Science and Practice*, 10(2), 369-378. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/99/35>